

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ/PR**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**RONAN YUZO TAKEDA VIOLIN**

**DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E  
DEMOLIÇÃO EM ETAPAS CONSTRUTIVAS NO MUNICÍPIO DE  
MARINGÁ/PR**

**MARINGÁ/PR**

**2009**

**RONAN YUZO TAKEDA VIOLIN**

**DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E  
DEMOLIÇÃO EM ETAPAS CONSTRUTIVAS NO MUNICÍPIO DE  
MARINGÁ/PR**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá/PR como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto

**MARINGÁ/PR**

**2009**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

V795d Violin, Ronan Yuzo Takeda  
Diagnóstico da geração de resíduos de construção e  
demolição em etapas construtivas no Município de Maringá  
/ Ronan Yuzo Takeda Violin. -- Maringá : [s.n.], 2009.  
116 f. : il. color.

Orientador : Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana.  
2009.

1. Construção - Resíduos. 2. Construção - Resíduos -  
Impactos ambientais. 3. Construção - Resíduos -  
Demolição. 4. Resíduos - Construção. I. Universidade  
Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em  
Engenharia Urbana. II. Título.

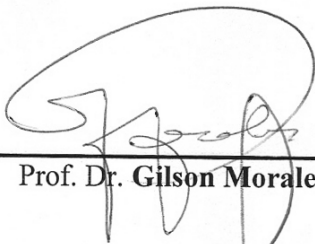
CDD 21.ed.691

RONAN YUZO TAKEDA VIOLIN

Diagnóstico da Geração de Resíduos de Construção e Demolição em  
Etapas Construtivas no Município de Maringá/PR

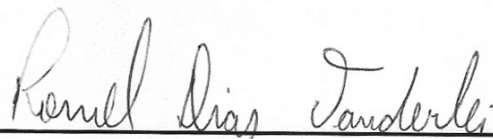
Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, na área de concentração Infraestrutura e Sistemas Urbanos, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 04 de março de 2009.



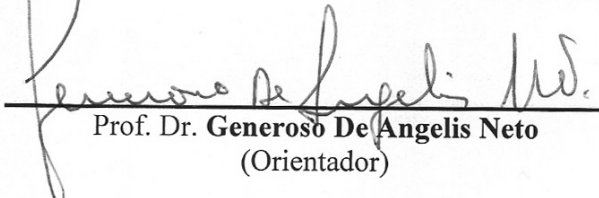
---

Prof. Dr. **Gilson Morales**



---

Prof. Dr. **Romel Dias Vanderlei**



---

Prof. Dr. **Generoso De Angelis Neto**  
(Orientador)

“Aos meus pais, fonte de inspiração, incentivo e iniciativa”.

## **AGRADECIMENTOS**

*À Universidade Estadual de Maringá/PR.*

*Ao Professor Generoso De Angelis Neto, pela orientação desde os trabalhos de pesquisa, a monografia e hoje dissertação e, acima de tudo, pela amizade construída durante este período.*

*Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá/PR.*

*Aos funcionários Douglas, Juarez e Neusi, pela paciência e atenção.*

*Aos meus irmãos, Thaisa e Douglas, pela compreensão e ajuda durante este aprendizado.*

*Ao arquiteto Roberto Estevam, pela possibilidade de continuar a estudar e atuar profissionalmente.*

*A todos os colegas do mestrado que estiveram presentes durante a elaboração deste trabalho.*

*A todos que colaboram diretamente e indiretamente para a realização desta pesquisa.*

## RESUMO

Esta pesquisa procura avaliar os resíduos de construção e demolição (RCD's) gerados nos canteiros-de-obras, por meio do diagnóstico desses resíduos gerados nas etapas construtivas de obras de engenharia e da elaboração de um *check-list* para inventário de RCD's. Com a finalidade de identificar a geração de RCD's, foi proposta a compatibilização de projetos, medidas minimizadoras, caracterização de RCD's e quantificação da geração de RCD's, determinando as etapas construtivas que apresentavam maior impacto na geração e que necessitavam de controles rigorosos, em quatro obras no município de Maringá/PR. Nas obras pesquisadas, três apresentavam sistema construtivo tradicional e uma obra apresentava sistema construtivo racionalizado. A compatibilização de projetos nas obras pesquisadas apresentou maior empenho naquelas obras que possuíam maior tempo de planejamento e maior porte. As medidas minimizadoras nas obras pesquisadas foram analisadas por meio de *check-list*, o qual permite a plotagem de gráficos com a determinação da porcentagem de ação minimizadora e controle de material. No momento da pesquisa as obras apresentavam-se em fases diferentes de execução. Assim, materiais com maior controle em uma obra, não eram utilizados em outras obras. A caracterização da geração de RCD's foi feita por meio dos insumos utilizados ou empregados na etapa construtiva da obra e, através da quantificação destes insumos utilizados, determinou-se o percentual de RCD's que cada etapa gerava. A quantificação de RCD's nas obras foi determinada por meio da quantificação de caçambas e caminhões utilizados na retirada de entulho e através da multiplicação do percentual de RCD's gerados nas etapas construtivas pelo volume de RCD's retirado da obra, possibilitando determinar o volume de RCD's em cada etapa construtiva. O volume de resíduos de construção e demolição nas obras pesquisadas apresentou variações, justificado por meio da fase em que a obra se encontrava na execução e se houve a necessidade de demolição e limpeza do terreno.

**Palavras-chave:** Impactos ambientais, resíduos, reciclagem, RCD's

## ABSTRACT

This work describes construction and demolition waste (C & D waste) originated in building site, through analysis of them in the construction stages of engineer construction work and it will also use a check-list for inventory of C & D waste. C & D waste production can be identified by the alignment of projects, measures that turn these residues down, C & D waste characterization and quantification of C & D waste production and it permits to indicate construction stages that show the biggest impact and need stronger control. In this study, four construction works at Maringá/PR works were studied, three of which possess traditional constructive system and other shows streamlined constructive system. In construction works studied, alignment of projects has had great results in construction works with lot of time to planning and with large buildings. Measures that turn C & D waste down were analyzed through check-list that allows creating graph determination of percentage of the each measure and material control. At the time of study, these construction works were in different stages of execution. Thus, some materials had more control in one building and in other, they were not use. Characterization C & D waste production was determined by materials which were used in each constructive stage and also by quantification of these materials. Therefore, it was generated C & D waste percentage in each stage. C & D waste quantification was studied by C & D waste volume in lorries which collect these materials. Each construction work C & D waste volume was multiplied for C & D waste percentage of each constructive stage, resulting C & D waste volume in each stage. In this research, construction and demolition residues volume had fluctuating, which is justified for construction stage in execution and necessity to demolition and site cleaning.

**Keywords:** Analyze, Construction and demolition, C & D waste.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VIII</b>
<b>SUMÁRIO</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE QUADROS E TABELAS</b>	<b>XIV</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA</b>	<b>3</b>
<b>1.2 OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
1.2.1 OBJETIVO GERAL	4
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
<b>1.3 METODOLOGIA</b>	<b>4</b>
<b>2. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS</b>	<b>6</b>
<b>2.1 DEFINIÇÕES E CLASSIFICAÇÕES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS</b>	<b>7</b>
<b>2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ/PR</b>	<b>13</b>
2.2.1 DADOS GERAIS	13
2.2.2 CARACTERIZAÇÃO	15
<b>3. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD'S)</b>	<b>17</b>

<b>3.1 GERAÇÃO DOS RCD'S</b>	<b>17</b>
<b>3.2 CARACTERÍSTICAS DOS RCD'S</b>	<b>18</b>
<b>3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RCD'S</b>	<b>19</b>
<b>3.4 DESPERDÍCIO E PERDAS</b>	<b>20</b>
<b>3.5. IMPACTOS CAUSADOS POR RCD'S</b>	<b>23</b>
<b>3.6 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA RCD'S</b>	<b>25</b>
<b>4. EMPREENDIMENTOS EM ESTUDO</b> _____	<b>27</b>
<b>4.1 OBRA A</b>	<b>27</b>
<b>4.2 OBRA B</b>	<b>29</b>
<b>5.3 OBRA C</b>	<b>30</b>
<b>4.4 OBRA D</b>	<b>31</b>
<b>5. METODOLOGIA</b> _____	<b>32</b>
<b>5.1 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS</b>	<b>32</b>
<b>5.2 MEDIDAS MINIMIZADORAS</b>	<b>39</b>
<b>5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RCD'S NO CANTEIRO-DE-OBRA</b>	<b>45</b>
<b>5.4 QUANTIFICAÇÃO DA GERAÇÃO DE RCD'S</b>	<b>53</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> _____	<b>55</b>
<b>6.1 RESULTADOS DA CONCEPÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS</b>	<b>55</b>
<b>6.2 RESULTADOS DAS MEDIDAS MINIMIZADORAS</b>	<b>57</b>
<b>6.3 RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO DOS RCD'S NOS CANTEIRO-DE-OBRA</b>	<b>64</b>
<b>6.4 RESULTADO DA QUANTIFICAÇÃO DA GERAÇÃO DE RCD'S</b>	<b>67</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> _____	<b>71</b>
<b>8. REFERÊNCIAS</b> _____	<b>74</b>
<b>9. APÊNDICES</b> _____	<b>77</b>

<b>9.1 APÊNDICE A – CONCEPÇÃO DE PROJETOS E COMPATIBILIZAÇÃO</b>	
<b>DE PROJETOS</b>	<b>77</b>
9.1.1 – CONCEPÇÃO DE PROJETOS – OBRA A	77
9.1.2 – CONCEPÇÃO DE PROJETOS – OBRA B	79
9.1.3 – CONCEPÇÃO DE PROJETOS – OBRA C	81
9.1.4 – CONCEPÇÃO DE PROJETOS – OBRA D	83
9.1.5 – COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS – OBRA A	85
9.1.6 – COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS – OBRA B	86
9.1.7 – COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS – OBRA C	87
9.1.8 – COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS – OBRA D	88
<b>9.2 APÊNDICE B – AÇÕES MINIZADORAS</b>	<b>89</b>
9.2.1 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS – OBRA A	89
9.2.2 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS – OBRA B	90
9.2.3 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS – OBRA C	91
9.2.4 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS – OBRA D	92
<b>9.3 APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO</b>	<b>93</b>
9.3.1 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – OBRA A	93
9.3.2 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – OBRA B	99
9.3.3 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – OBRA C	103
9.3.4 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – OBRA D	107
<b>10. ANEXOS</b>	<b>109</b>

10.1 ANEXO A – PLANTA BAIXA – OBRA A	109
10.2 ANEXO B – PLANTA BAIXA – OBRA B	112
10.3 ANEXO C – PLANTA BAIXA – OBRA C	114
10.4 ANEXO D – PLANTA BAIXA – OBRA D	116

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.3.1 – ESTRUTURA DA METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO _____	5
FIGURA 4.1.1 – OBRA A _____	27
FIGURA 4.2.1 – OBRA B _____	29
FIGURA 4.4.1 – RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR – OBRA D _____	31
FIGURA 5.4.1 – CAÇAMBA PARA RETIRADA DE ENTULHO DAS OBRAS _____	54
FIGURA 6.1.1 – FLUXOGRAMA PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS. _____	55
FIGURA 6.1.2 – PRUMADAS ELÉTRICAS – OBRA A _____	57
FIGURA 6.2.1 – INSTALAÇÃO DE GESSO ACARTONADO E PINTURA – OBRA A _____	59
FIGURA 6.2.2 – SUPERESTRUTURA E ALVENARIA – OBRA C. _____	60
FIGURA 6.3.1 - LIMPEZA DO TERRENO – OBRA D _____	64
FIGURA 6.3.1 - DEMOLIÇÃO - OBRA B _____	65
FIGURA 10.1.1 – PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TÉRREO – OBRA A _____	109
FIGURA 10.1.3 – PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TIPO – OBRA A _____	111
FIGURA 10.2.2 - PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TIPO – OBRA B _____	113
FIGURA 10.3.1 – PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO SUBSOLO – OBRA C _____	114
FIGURA 10.3.2 – PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TÉRREO – OBRA C _____	114
FIGURA 10.3.3 – PLANTA BAIXA DO 1º PAVIMENTO – OBRA C _____	115
FIGURA 4.4.2 – PLANTA BAIXA – OBRA D _____	116

## **LISTA DE QUADROS E TABELAS**

QUADRO 2.1 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS _____	<b>10</b>
QUADRO 2.2 – TIPOS DE RESÍDUOS VERSUS RESPONSABILIDADES DE GESTÃO _____	<b>12</b>
QUADRO 2.3 – PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS PER CAPITA EM ALGUNS PAÍSES E CIDADES _____	<b>12</b>
QUADRO 2.6 – RESÍDUOS COLETADOS CONFORME MATERIAL NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ/PR NO ANO DE 2000 E 2007 _____	<b>16</b>
TABELA 5.1 – CONCEPÇÃO DOS PROJETOS – METODOLOGIA _____	<b>36</b>
TABELA 5.2 – COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS – METODOLOGIA _____	<b>38</b>
TABELA 5.3 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS _____	<b>43</b>
TABELA 5.4 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO _____	<b>45</b>
TABELA 6.4.1 – QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO _____	<b>67</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 6.2.1 – AÇÃO MINIMIZADORA - PORCENTAGEM DE CONTROLE DE MATERIAL	
– OBRA A _____	<b>58</b>
GRÁFICO 6.2.2 – AÇÃO MINIMIZADORA - PORCENTAGEM DE CONTROLE DE MATERIAL	
– OBRA B _____	<b>58</b>
GRÁFICO 6.2.3 – AÇÃO MINIMIZADORA - PORCENTAGEM DE CONTROLE DE MATERIAL	
– OBRA C _____	<b>60</b>
GRÁFICO 6.2.4 – AÇÃO MINIMIZADORA - PORCENTAGEM DE CONTROLE DE MATERIAL	
– OBRA D _____	<b>61</b>
GRÁFICO 6.2.5 - AÇÃO MINIMIZADORA - PORCENTAGEM DE AÇÃO MINIMIZADORA	
- OBRA A _____	<b>62</b>
GRÁFICO 6.2.6 - AÇÃO MINIMIZADORA - PORCENTAGEM DE AÇÃO MINIMIZADORA	
- OBRA B _____	<b>62</b>
GRÁFICO 6.2.7 - AÇÃO MINIMIZADORA - PORCENTAGEM DE AÇÃO MINIZADORA	
- OBRA C _____	<b>63</b>
GRÁFICO 6.2.8 - AÇÃO MINIMIZADORA - PORCENTAGEM DE AÇÃO MINIZADORA	
- OBRA D _____	<b>63</b>
GRÁFICO 6.3.1 - PORCENTAGEM DE RCD'S GERADOS NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS	
- OBRA A _____	<b>65</b>
GRÁFICO 6.3.2. – PORCENTAGEM DE RCD'S GERADOS NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS	
- OBRA B _____	<b>65</b>

## GRÁFICO 6.3.3. - PORCENTAGEM DE RCD'S GERADOS NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS

- OBRA C \_\_\_\_\_ **66**

## GRÁFICO 6.3.4 - PORCENTAGEM DE RCD'S GERADOS NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS

- OBRA D \_\_\_\_\_ **67**

GRÁFICO 6.4.1 – VOLUME DE RCD'S GERADOS NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS (m<sup>3</sup>)

- OBRA A \_\_\_\_\_ **68**

GRÁFICO 6.4.2 – VOLUME DE RCD'S GERADOS NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS (m<sup>3</sup>)

- OBRA B \_\_\_\_\_ **69**

GRÁFICO 6.4.3 – VOLUME DE RCD'S GERADOS NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS (m<sup>3</sup>)

- OBRA C \_\_\_\_\_ **69**

GRÁFICO 6.4.4 – VOLUME DE RCD'S GERADOS NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS (m<sup>3</sup>)

- OBRA D \_\_\_\_\_ **70**



## 1. INTRODUÇÃO

---

A economia mundial tem obrigado as empresas a se enquadrarem em novos conceitos de administração e gerenciamento. Essas mudanças obrigam a implantação de qualidade, em virtude da necessidade do mercado e de seus consumidores, os quais estão exigindo os seus direitos sobre o produto e/ou serviço juntamente com a concorrência.

A indústria da construção civil, também influenciada por essas mudanças, passa a dar destaque às questões relacionadas à qualidade, readequando e modificando suas tecnologias e seus métodos executivos e gerenciais.

Grande parte desse processo de implantação de qualidade na indústria de construção civil deixa a desejar no gerenciamento por apresentar falhas, baixa produtividade e as perdas de tempo e materiais, cujos fatores contribuem para o desperdício e redução das reservas naturais.

A conscientização ambiental começa a ser focada com mais critérios no país e no mundo e isso fortalece ainda mais o controle e cuidado na instalação de novos empreendimentos, tanto da iniciativa privada como pública.

Algumas empresas que se posicionaram em busca da conquista de qualidade e excelência, começam a apresentar resultados promissores, tais como o aumento da produtividade e redução de desperdícios. Estes passos são iniciais e necessitam de aperfeiçoamento e, principalmente, aceitação desde pequenas a grandes corporações.

Visto isso, a produção de resíduos, tanto industriais, domiciliares e especiais, apresenta grande taxa de geração, necessitando de locais com espaço suficiente e

características adequadas conforme a legislação. A localização, muitas vezes distante dos centros urbanos, faz com que sua viabilidade tenha um elevado valor.

Dentre as diversas origens dos resíduos, aqueles provenientes da construção e demolição (RCD's) respondem por uma significativa parcela dos resíduos sólidos municipais. Gerenciá-los, em uma grande cidade, é muito oneroso e difícil, e a tendência é que essas dificuldades aumentem nas mesmas proporções do volume gerado. Velhos aterros de inertes são rapidamente preenchidos e os locais para a implantação de novos estão se tornando cada vez mais escassos e afastados das cidades.

Conforme Zordan (1997), algumas prefeituras, na tentativa de solucionar o problema, estão partindo para a reciclagem dos entulhos em usinas montadas com essa finalidade. As primeiras a serem implantadas, como a de Itatinga, na cidade de São Paulo, e a de Londrina, no Paraná, não alcançaram o resultado esperado devido a erros de planejamento, tornando-se ociosas. Porém, existem exemplos de sucesso, como o da cidade de Belo Horizonte (MG), a qual iniciou um programa de reciclagem de entulho, incluindo a instalação de quatro usinas de reciclagem. A primeira delas está operando eficientemente desde novembro de 1995. Ribeirão Preto e São José dos Campos, ambas no interior de São Paulo, também terão, em breve, suas usinas de reciclagem, planejadas pelos mesmos profissionais da cidade mineira.

Nestas usinas, resíduos como blocos, argamassa endurecida, cerâmica, areia, pedra, concreto, ou seja, a fração mineral do entulho, exceto o gesso, é reaproveitada, podendo ser transformada em argamassas, sub-base de pavimentação, blocos de alvenaria e material para contenção de encostas, entre outros. Tudo isso contribuindo para a preservação do ambiente e da qualidade de vida nas cidades.

Por mais que exista uma constante reavaliação para o aperfeiçoamento dos processos construtivos, com intuito de reduzir os custos e a quantidade de material

desperdiçado, não há fórmula mágica que possa ser aplicada: sempre haverá algo inevitavelmente perdido. Por essa razão, é necessário encontrar soluções para o problema dos resíduos, com formas práticas de reciclagem na própria obra ou em usinas apropriadas. A reciclagem, além de proporcionar melhorias significativas do ponto de vista ambiental, introduz no mercado um novo material com grande potencialidade de uso, transformando o entulho, novamente, em matéria-prima.

Esta pesquisa foi realizada em quatro obras no município de Maringá/PR, em que três delas foram executadas pelo sistema construtivo tradicional e uma pelo sistema racionalizado. Por meio de *check-list*, foi possível avaliar as perdas e desperdícios de RCD's, desde o processo de concepção do projeto até sua execução, atrelado às etapas construtivas da obra.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Esta pesquisa justifica-se em virtude do grande volume de obras e resíduos de construção e demolição que estão sendo gerados no município de Maringá/PR. Justifica-se também pela necessidade de minimizar a produção na fonte geradora, reutilizar ou mesmo reciclar, aliado à redução do desperdício ocorrido durante a execução, devido a falta de um sistema de controle na geração de RCD's, bem como às questões ambientais, pois estes resíduos necessitam de grandes aterros de inertes para disposição final.

## **1.2 OBJETIVOS**

A realização desta pesquisa visa alcançar os seguintes objetivos:

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

- Identificar e caracterizar a geração de RCD's nas etapas construtivas em quatro obras no município de Maringá/PR.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Quantificar e qualificar os resíduos de construção e demolição gerados em canteiro-de-obras;
- Propor um *check-list* para o inventário de RCD's gerados em canteiro-de-obras; e
- Analisar a geração de RCD's em diversas etapas e processos construtivos tradicionais ou racionalizados.

## **1.3 METODOLOGIA**

A metodologia a ser utilizada no desenvolvimento da dissertação possui a estrutura apresentada na Figura 1.3.1.

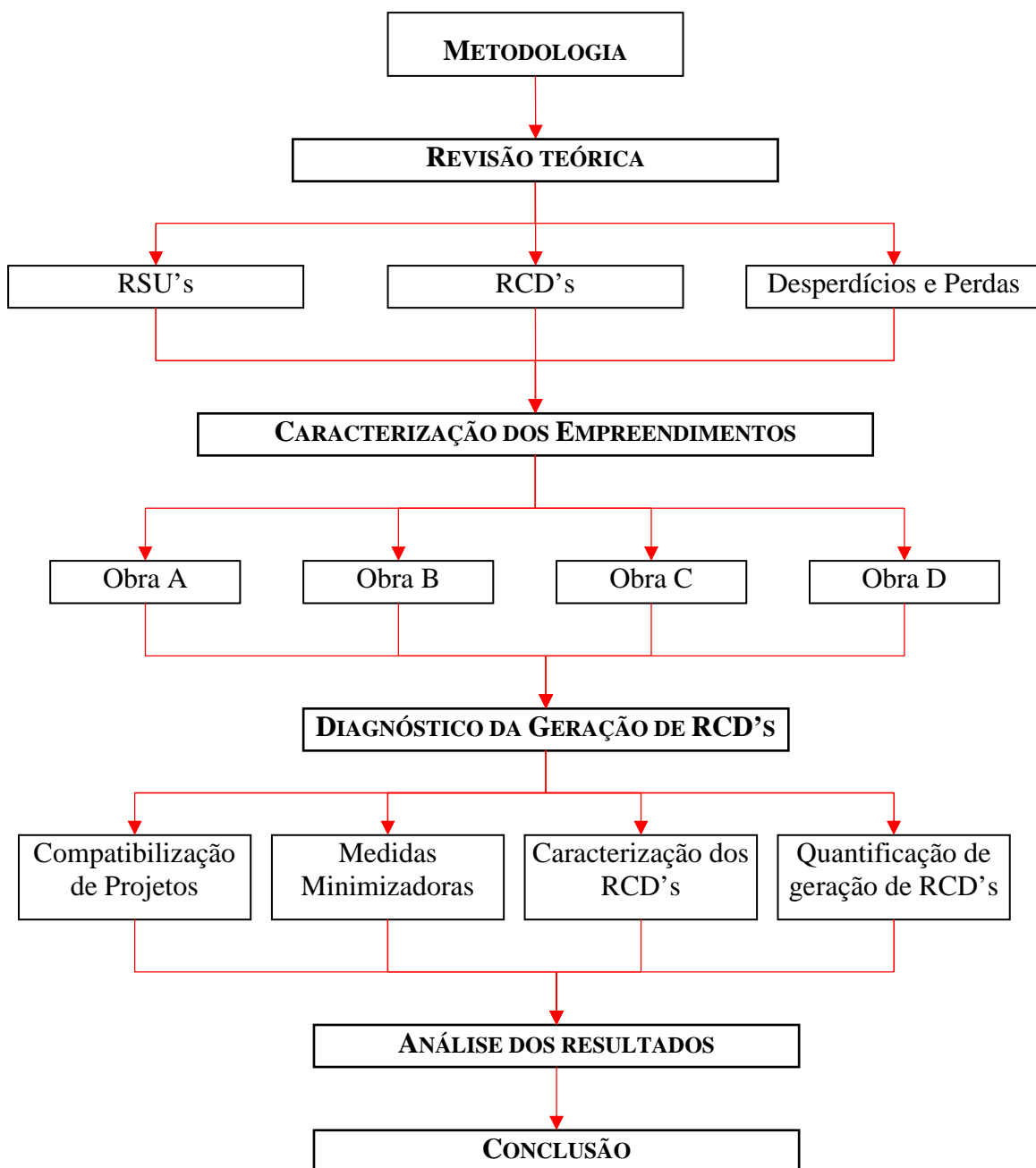


Figura 1.3.1 – Estrutura da metodologia da dissertação

## 2. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

---

O processo de ocupação e expansão do meio urbano, principalmente de forma desordenada e sem planejamento, tornou-se um dos sérios problemas. Este processo de urbanização sem planejamento, juntamente com a geração de resíduos sólidos, implicam em várias mudanças e alterações ambientais.

Observa-se que o crescimento das cidades e a oferta de serviços que atenda às necessidades básicas, tais como a coleta de esgotos e de resíduos sólidos e o fornecimento de água tratada, não ocorreram proporcionalmente, gerando impactos negativos sobre o ambiente.

O problema dos resíduos sólidos acentuou-se com a Revolução Industrial, bem como com a introdução de novos hábitos de vida, em diversos países, em especial naqueles onde o uso de novas tecnologias permitiu a substituição da mão-de-obra camponesa, a qual, por sua vez, migrou para as cidades.

Trabalhos desenvolvidos no município de Belo Horizonte (Minas Gerais) pelo Serviço de Limpeza Urbana (SLU) indicaram que a quantidade de resíduos sólidos gerados eleva-se proporcionalmente com o aumento do índice de industrialização, apresentando cada vez mais complexidade no seu tratamento (SAPATA, 2002).

De modo geral, a taxa de geração de resíduos sólidos pela população tem alcançado valores maiores que o próprio contingente populacional. Entre os fatores desse aumento são atribuídos aos hábitos de vida, associado ao consumo elevado de produtos e bens e ao excesso de embalagens descartáveis.

Em decorrência do processo de urbanização acelerado, a geração de resíduos sólidos, seja de origem urbana, seja domiciliar, alcança cada vez mais importância no cenário atual, atingindo alta complexidade na tentativa de resolução e isso leva a uma convergência das diversas áreas do conhecimento: ecologia, economia e sócio-política, entre outra.

## 2.1 DEFINIÇÕES E CLASSIFICAÇÕES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Existem definições variadas para resíduos sólidos, as quais caracterizam resíduos sólidos como materiais resultantes das atividades humanas na sociedade, tais como: industrial, doméstica, hospitalar, comercial e de serviços de varrição. Esses resíduos podem estar em estado sólido, semi-sólido e semi-líquido. Inclui-se ainda nessa definição, lodos provenientes de sistema de tratamento de água.

Segundo as normas NBR 10.004/04, NBR 8.849/85, NBR 8418/84 e NBR 8.419/84, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos são conceituados como:

- Resíduos sólidos: resíduos em estados sólidos e semi-líquidos, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Estão incluídos ainda nessa definição, os lodos provenientes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis face a melhor tecnologia disponível.
- Resíduos Sólidos Urbanos: resíduos sólidos gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares, sépticos e de aeroportos e portos.
- Resíduos hospitalares sépticos: resíduos sólidos hospitalares que requerem condições especiais quanto ao acondicionamento, coleta, transporte e disposição final por apresentarem periculosidade real ou potencial à saúde humana.
- Resíduos hospitalares assépticos: resíduos sólidos hospitalares que admitem destinação similar à dos resíduos sólidos urbanos.

Os resíduos sólidos envolvem diversas etapas, como: coleta, transporte e destino final e, conseqüentemente, exigem mão-de-obra e equipamentos, o que leva a um gasto maior dos recursos do poder público.

Os resíduos sólidos podem ser classificados conforme sua origem em (CUNHA; CONSONI, 1995 e CUNHA, 1995 *apud* BELINE, 2006):

- Resíduos domiciliares: são aqueles originados nas residências, comércios e, eventualmente, lixo de pequenas indústrias.
- Resíduos públicos: São aqueles originados nas operações de limpeza pública, tais como a varrição, poda e limpeza de praia.
- Resíduos industriais: São aqueles originados nas indústrias (metalurgia e química), tendo destinação determinada pela sua periculosidade.
- Resíduos hospitalares: Constituem os resíduos sépticos produzidos em serviços de saúde (hospitais e clínicas), geralmente contendo vetores patogênicos. Contudo, os resíduos não sépticos desses locais são classificados como domésticos devendo, portanto, ser coletados em separado e dispostos adequadamente.
- Entulhos: Constituem os resíduos da construção civil: demolições, restos de obras e solos de escavações diversas, geralmente materiais inertes, passíveis de reaproveitamento.
- Sedimentos dragados: Constituem os resíduos de desassoreamento de córregos e rios. Podem representar grandes volumes e serem contaminados por efluentes industriais e domésticos, lançados naqueles corpos d'água.
- Rejeitos de mineração: Constituem os resíduos resultantes dos processos de mineração em geral (lavra, pré-processamento).

Os resíduos sólidos podem ser avaliados de acordo com as suas características físicas em (SAPATA, 2002):

- Teor de umidade: Compreende a quantidade de água existente na massa de resíduos sólidos;
- Massa per capita: é a massa de resíduos sólidos produzidos por uma pessoa em um dia (kg/dia/hab.);
- Massa unitária: massa dos resíduos sólidos por unidade de volume;
- Compressividade: é a propriedade dos resíduos sólidos de sofrerem redução quando submetidos a uma pressão de compactação;
- Composição gravimétrica: determina a porcentagem de cada constituinte da massa de resíduos sólidos proporcionalmente à sua massa total.



Em relação às características químicas podem ser avaliadas por (SAPATA, 2002):

- Poder calorífico: indica a quantidade de calor desprendida durante a combustão de 1 kg de resíduos sólidos;
- Potencial hidrogênico (pH): indica qual é o teor de alcalinidade ou acidez da massa de resíduos.
- Teores de matéria orgânica: é o valor percentual de cada constituinte de matéria orgânica;
- Relação Carbono/Nitrogênio (C/N): indica o grau de degradação da matéria orgânica.

Além dos resíduos sólidos já referidos provenientes das atividades humanas, existem também os efluentes líquidos e gasosos.

Em geral, os efluentes líquidos são captados por uma rede de tubulações subterrâneas e encaminhados para estações de tratamento de esgotos antes de serem lançados em corpos d'água. Por outro lado, os gasosos, com tratamento ou não, são lançados à atmosfera.

A maioria dos empreendimentos e atividades do homem fornece resíduos, os quais acarretam alterações nas áreas urbanas; por essa razão a gestão e, conseqüentemente as etapas – coleta, transporte e destinação final, apresentam grande importância sobre os impactos e mudanças no meio urbano.

Os resíduos produzidos por meio das atividades antrópicas podem ser divididos e caracterizados sob vários aspectos, destacando-se, resumidamente, os mais aceitos nos dias atuais e de acordo com os processos tecnológicos, atividades antrópicas e/ou empreendimentos que ocorrem no meio físico. Assim, apresenta-se na Quadro 2.1 um resumo dessas classificações, de acordo com a norma NBR 10.004/2004 da ABNT.

### Quadro 2.1 – Classificação dos resíduos sólidos

Fonte: ANGELIS NETO (1999); NBR 10.004/2004

CLASSIFICAÇÃO	DE ACORDO COM	CARACTERIZAÇÃO
a) dos resíduos	O seu estado físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólido;</li> <li>• Líquido;</li> <li>• Gasoso;</li> <li>• Pastoso</li> </ul>
b) dos resíduos sólidos	o seu local de produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos urbanos: são aqueles gerados em aglomerados urbanos;</li> <li>• Resíduos rurais: são aqueles gerados no campo, fora dos limites da cidade.</li> </ul>
c) dos resíduos sólidos urbanos	A sua periculosidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classe I (perigosos): apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, caracterizando-se por ter uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade; corrosividade; reatividade; toxicidade e patogenicidade.</li> <li>• Classe II (não perigosos) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Classe II A – Não inertes: apresentam propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.</li> <li>○ Classe II B – Inertes: não possuem em seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, exceto aspectos, cor, turbidez, dureza e sabor.</li> </ul> </li> </ul>
	A sua umidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seco;</li> <li>• Molhado;</li> </ul>
	A sua origem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domiciliar;</li> <li>• Comercial;</li> <li>• Público;</li> <li>• Serviços de saúde e hospitalar;</li> <li>• Serviços em terminais;</li> <li>• Industrial;</li> <li>• Entulho.</li> </ul>
	O seu aspecto econômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos aproveitáveis;</li> <li>• Resíduos para produção de compostos (resíduos orgânicos em geral);</li> <li>• Resíduos recuperáveis;</li> <li>• Resíduos inaproveitáveis (resíduos inorgânicos em geral).</li> </ul>
	o seu grau de biodegradabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilmente degradáveis (matéria orgânica putrescíveis, por exemplo: restos de comida)</li> <li>• Moderadamente degradáveis (materiais celulósicos, por exemplo: papel, papelão);</li> <li>• Dificilmente degradáveis: trapo, couro, borracha, madeira;</li> <li>• Não degradáveis: vidros, plásticos e metais, entre outros.</li> </ul>

Há diversos fatores e influências que atuam diretamente sobre a quantidade e composição dos resíduos gerados por dia. Dentre os fatores, a produção e composição dos resíduos domiciliares são influenciadas por (ANGELIS NETO, 1999):

- Nível de renda familiar: com a elevação da renda familiar, há também o aumento per capita de resíduos produzidos, uma vez que uma renda maior permite o aumento de consumo e assim mais desperdícios por sobras e maior ocorrências de embalagens.
- Industrialização de alimentos: esse crescente mecanismo permite que os alimentos estejam limpos e preparados para o consumo, porém elevando a quantidade de restos de comida.
- Hábitos da população: bebidas em embalagens descartáveis e não as retornáveis; feiras livres levam ao aumento de matérias orgânicas.
- Fatores sazonais: períodos de fim de ano são épocas em que há um aumento de consumo de alimentos e de bens, logo isso implica em aumento de resíduos domiciliares.

Os resíduos públicos, por sua vez, apresentam várias influências. Dentre elas destacam-se (ANGELIS NETO, 1999):

- *Hábitos e culturas da população*: encaixam-se três itens: o movimento de pedestres, os quais geram grande número de detritos jogados nas ruas; trânsito de veículos; e os tipos de comércio existentes. Esse último pode ser exemplificado pela existência de bares e lanchonetes que levam a um aumento na quantidade de embalagens e resíduos de papel no lixo.
- *Arborização das vias públicas*: as árvores presentes nas ruas podem gerar resíduos devido às épocas do ano, implicando na quantidade de folhas nas calçadas e vias.

Em virtude das características e itens citados anteriormente, é necessário que existam legislações específicas a fim de obter maior controle e fiscalização da gestão sobre esses resíduos.

Segundo Consoni e Peres (1995) *apud* Beline (2006) tem-se, geralmente, as responsabilidades pelo gerenciamento de cada tipo de resíduo, conforme a Quadro 2.2.

**Quadro 2.2 – Tipos de Resíduos versus responsabilidades de gestão**

Fonte: Consoni e Peres (1995) *apud* Beline (2006)

<b>TIPOS DE RESÍDUOS</b>	<b>RESPONSABILIDADE</b>
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura
Público	Prefeitura
Serviços de saúde	Gerador
Industrial	Gerador
Portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários	Gerador
Agrícola	Gerador
Entulho	Gerador

Somado aos fatores pré-estabelecidos, encaixam-se a presença de animais e condições das ruas e calçadas.

O Quadro 2.3 apresenta as quantidades médias de resíduos produzidos e coletados diariamente em algumas cidades brasileiras e no exterior.

**Quadro 2.3 – Produção diária de resíduos per capita em alguns países e cidades**

Fonte: Ruberg (1999); Hederra (1992) *apud* Sapata (2002)

<b>PAIS</b>	<b>PRODUÇÃO (kg/Hab/dia)</b>	<b>CIDADE</b>	<b>PRODUÇÃO (kg/hab/dia)</b>
Canadá	1,90	Belo Horizonte	0,68
EUA	1,50	Buenos Aires	0,80
Europa	0,90	Curitiba	0,66
Holanda	1,30	João Pessoa	0,70
Índia	0,40	Lima	0,50
Japão	1,00	Maceió	0,89
México-DF	0,90	Petrópolis	0,53
		Rio de Janeiro	0,90
		San José	0,74
		San Salvador	0,68
		São Paulo	0,88
		Tegucigalpa	0,52
		Vitória	0,66

Visto que os resíduos sólidos urbanos geram impactos ambientais consideráveis, a gestão desses nos municípios tem como principal função a determinação de depósito adequado, ambiental e sanitariamente. Para essa tarefa, é necessário que existam diretrizes

permanentes de limpeza pública, capacitação técnica e profissional de toda equipe envolvida e maior controle ambiental e financeiro (ANGELIS NETO, 1999).

Poluição das águas e terrenos, deslizamentos, enchentes, fontes de desenvolvimento para transmissores de doenças e os outros diversos impactos são resultados de uma gestão de resíduos ineficiente e/ou ausente.

## **2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ/PR**

O município de Maringá/PR possui um sistema de coleta dos resíduos sólidos urbanos que atinge 100% dos domicílios urbanos, realizados por meio de caminhões com carroceria compactadora. Os resíduos coletados apresentam relevante potencial de reciclagem e com um programa efetivo de coleta seletiva torna-se possível a diminuição dos resíduos destinados ao aterro.

### **2.2.1 DADOS GERAIS**

O sistema de coleta dos resíduos sólidos gerados no município de Maringá/PR passou por situações distintas de gerenciamento entre 1993 a 2002:

1º - Municipalizado – Até o ano de 1993;

2º - Privatizado – A empresa Sotecol era responsável pela coleta dos resíduos;

3º - Terceirizado – A empresa Corpus dispunha dos materiais e equipamentos e a Prefeitura Municipal de Maringá/PR dispunha da mão-de-obra;

4º - Municipalizado – Esta é a forma atual, em que os resíduos passaram a ser recolhidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Maringá/PR, por meio da aquisição de caminhões coletores pelo município, em convênio com o Governo do Estado do Paraná.

O gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) pode ser dividido em 3 etapas:

- Coleta/acondicionamento.
- Transporte.
- Destinação final.

A primeira etapa do gerenciamento de resíduos envolve o funcionamento do sistema de coleta de resíduos sólidos no município e é apresentado em três setores: Zona Norte e Zona Sul, usando a Av. Colombo como linha limítrofe entre as duas, e a região central, atendendo cerca de 100% dos domicílios urbanos de Maringá/PR (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ/PR, 2007).

No município de Maringá/PR, o sistema de coleta apresenta caminhos pré-determinados, a fim de evitar o aumento de distâncias percorridas. O sistema de coleta municipal é composto de caminhões com carroceria compactadora que atendem domicílios e de caminhões com caçamba aberta para coleta de resíduos de varrição e limpeza de bocas-de-lobos.

A média de geração de resíduos sólidos residenciais e comerciais no município é de 283.290 kg/dia (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ/PR, 2007).

Sendo assim, considerando-se a população atual de Maringá/PR constituída de 318.952 habitantes, pode-se afirmar que a geração diária *per capita* de resíduos na cidade de Maringá/PR é de 0,89 kg/hab/dia de resíduos residenciais e comerciais (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ/PR, 2007).

Outro dado bastante importante que se pode inferir a partir da geração média diária, é a geração mensal de resíduos sólidos domiciliares e comerciais da cidade Maringá/PR. Considerando-se um mês médio, isto é, de 26 dias, tem-se a geração mensal de 7.365.540 kg/mês de resíduos sólidos residenciais e comerciais (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ/PR, 2007).

O transporte de resíduos é feito por meio de diversos tipos de veículos, cuja escolha dependerá da quantidade e da forma de acondicionamento dos resíduos e os acessos aos pontos de coleta.

A destinação final, última etapa, deve ser distante da fonte geradora, a fim de evitar riscos à população.

De acordo com Beline (2006), os RSU's têm sido dispostos de diversas formas:

- Lixões: são depósitos dos resíduos coletados sobre o solo, sem qualquer tipo de proteção para a população ou para o ambiente, que permite a presença de catadores garimpando os resíduos em busca de materiais recicláveis.
- Aterros controlados: nesse caso, os resíduos são depositados sobre o solo; entretanto, há mecanismos da engenharia que minimizam os riscos ao ambiente e à população. Os resíduos são compactados e cobertos com uma camada de solo. O acesso de pessoas ao local é restrito.
- Aterros Sanitários: esta última forma caracteriza-se por conter a massa de resíduos e coletar o chorume - líquido negro resultante da decomposição da matéria orgânica e altamente poluidor - através da execução de obras de engenharia.

No município de Maringá/PR, todos os resíduos coletados são depositados em uma área de 246.000 m<sup>2</sup>, localizada na Gleba Ribeirão Pingüim, à 10 km do centro da cidade.

### **2.2.2 CARACTERIZAÇÃO**

No município de Maringá/PR, os resíduos sólidos urbanos podem ser especificados da seguinte forma (SAPATA, 2002):

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos da Coleta Convencional:

- Domiciliar: constituído de restos de refeições, restos de preparo de alimentos, de lavagem de vasilhames, papel, vidro, plástico, papelão, invólucros diversos, folhagens, ciscos e outros;
- Comercial: constituído por papéis, papelão, caixas, embalagens e outros;
- Industrial: Aparas, restos de limpeza e outros;
- Serviços de saúde: constituídos por resíduos de salas cirúrgicas, medicamentos, papel, embalagens, restos de laboratório, biotério, restos de alimentos, entre outros;

- Varrição: Resíduos coletados em áreas públicas (folhas, papéis, ciscos, limpeza de bocas-de-lobo), varrição de final de feiras livres e recolhimento de animais mortos;
- RCD – Resíduos de Construção e Demolição: Constituídos por materiais provenientes da construção, reforma e demolição de obras civis.
- RSV – Resíduos Sólidos Volumosos: mobiliários, sucatas de carros abandonados e outros não coletados pela coleta regular.

A contribuição de cada componente no perfil dos resíduos sólidos urbanos no município pode ser demonstrada na Tabela 2.6.

**Tabela 2.6 – Resíduos coletados no município de Maringá/PR nos anos de 2000 e 2007**

**Fonte: SEUMA/PMM (2002) *apud* SAPATA (2002), modificado; PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ/PR(PMM)/PR (2007)**

<b>COMPONENTES</b>	<b>CONTRIBUIÇÃO EM MASSA (%) Sapata (2002)</b>	<b>CONTRIBUIÇÃO EM MASSA (%) PMM (2007)</b>
Papel/ Papelão	7,24	8,29
Plásticos	8,83	13,35
Materiais ferrosos	1,69	2,16
Vidros	1,94	1,12
Matéria orgânica	65,13	62,35
Diversos (Rejeitos, Trapos, Madeira/ couro/ borracha)	15,17	12,73
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>



### **3. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD'S)**

---

A caracterização dos RCD's é necessária para que haja um maior conhecimento sobre suas propriedades e, conseqüentemente, implicará na possibilidade de escolha de melhores alternativas para coleta, transporte e deposição final desses resíduos.

#### **3.1 GERAÇÃO DOS RCD'S**

As construções e demolições produzem grandes quantidades de resíduos, os quais podem ser influenciados em sua quantidade por alterações naturais como terremotos, ou ainda, por mudanças tecnológicas. Esses tipos de resíduos são classificados como entulhos.

Uma vez que exista ausência de processos de reutilização e reciclagem desses entulhos, o índice de perdas apresenta elevado valor.

Técnicos da Universidade de São Paulo (USP), em 1990, mostraram que nos canteiros das edificações de São Paulo, eram jogados fora 200 quilos de entulho para cada metro quadrado construído (PALIARI, 1999). Segundo Pinto (1999) essa taxa de geração de RCD's chega à ordem de 150 kg/m<sup>2</sup>.

Uma obra pode ser dividida em três etapas – planejamento, execução e manutenção, as quais apresentam fases passíveis de controle de perdas na construção civil.

Dentre essas etapas, o planejamento é a das mais importantes da obra a ser edificada. Essa etapa inicia-se com o projeto arquitetônico bem elaborado, contendo todas as informações (o que fazer, o modo, materiais e equipamentos, prazos e número de trabalhadores, entre outros), a fim de garantir uma boa execução e poucos desperdícios.

Obras de pequeno e médio portes, de modo geral, não apresentam tal planejamento, em que a falta de administração de recursos financeiros e vícios de construção implicam em elevada taxa de desperdício.

A execução é a fase em que se concentram os maiores índices de perdas e geração de entulhos na construção civil. Fatores relacionados à produtividade, climáticos, previsão

inadequada de material ou falta de normatização, agregam altos valores de desperdício à obra.

Por fim, a última etapa, é dedicada à manutenção das condições de utilização. A readequação ao uso (reforma) gera desperdícios.

### **3.2 CARACTERÍSTICAS DOS RCD'S**

Como já dito anteriormente, o processo de urbanização acelerado intensifica a quantidade de resíduos gerados pelas atividades da construção civil (demolições e construções).

Os RCD's podem estar sob a forma sólida, com características físicas variáveis de dimensões e geometria e de seus insumos (areia, brita, madeira, argamassas e concreto), os quais são dependentes do processo gerador (SAPATA, 2002).

Características tais como composição e quantidades produzidas estão ligadas, relacionadas com a região geradora e influenciadas por diversos fatores (CARNEIRO, 2001):

- Nível de desenvolvimento da indústria da construção civil local: qualidade da mão-de-obra; técnicas empregadas, programa de qualidade e redução de perdas e processos de reaproveitamento de material;
- Tipos de materiais predominantes na região;
- Desenvolvimento de obras especiais;
- Demanda por novas construções; e
- Desenvolvimento econômico da região.

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RCD'S

A Resolução nº. 307 de 05 de Julho de 2002 do CONAMA classifica os resíduos da construção civil da seguinte forma:

I. Classe A – São resíduos reutilizáveis e recicláveis como agregados, tais como:

- De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentos e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassa e concreto;
- De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios) produzidos no canteiro.

II. Classe B – São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeira e outros.

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 os produtos oriundos do gesso.

IV. Classe D – São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

O entulho pode ser classificado em dois tipos bem caracterizados: os entulhos não recicláveis e os entulhos recicláveis. Esses últimos podem ser caracterizados como (GRIGOLI, 2001 *apud* BELINE, 2006):

- A fração areia: as areias circuladas e perdidas no canteiro sem serem operacionalizadas;
- Pedras: pedras circuladas e perdidas no canteiro sem serem operacionalizadas;
- Concreto: fração perdida quando da concretagem de peças estruturais, as quais não são encontradas na forma estrutural, a não ser em pedaços de tamanhos variados, acessíveis a desmonte com auxílio de marretas e picaretas manuais;

- Cerâmicas: as perdas de blocos cerâmicos na forma de entulho quando da operacionalização dos mesmos no canteiro, quando da quebra dos mesmos durante o assentamento e quando do corte das alvenarias para a passagem de tubulações afins;
- Argamassas: as perdas de porções de argamassas de cimento, cal e areia, utilizadas nos assentamentos de cerâmicas, no emboço e no reboco, chapiscos, assentamentos de batentes, esquadrias e revestimentos afins, assim como frações miúdas de concretos perdidos e/ou quebrados no canteiro;
- Vidro/cerâmica esmaltada: fração perdida quando dos acabamentos dos fechamentos em vidros e em cerâmicas de pisos e paredes, sendo comum apresentarem-se em tamanhos cuja dimensão máxima não exceda a 100 mm;
- Metais: fração perdida ocorre em corte, com sobras de pontas de barras de aço e arames recozidos utilizados na amarração.

A implantação de novas tecnologias e processos, com o intuito de reutilizar e reciclar esses materiais, é parte integrante de uma gestão adequada, uma vez que a quantidade de entulhos gerados é significativa, embora haja a implantação de programas de redução de perdas, pois o entulho apresenta propriedades físicas e químicas apropriadas para o seu emprego como material de construção, desde que devidamente reciclado.

Uma vez que as demolições originam grandes fontes de entulhos, é interessante fazer a demolição de modo seletivo, cuja técnica consiste em separar “in loco” os diversos tipos de materiais que compõem o entulho à medida que a demolição prossegue. Dessa maneira, materiais como concreto e argamassa não se misturam à outros materiais. Uma desvantagem desse tipo de demolição é que exige mais tempo do que a demolição tradicional, cujos objetivos principais são a demolição rápida e a retirada de entulho (BELINE, 2006).

### **3.4 DESPERDÍCIO E PERDAS**

As atividades produtoras atuais originaram-se basicamente no século XX junto com o fascínio do homem pelo seu desenvolvimento científico e tecnológico, criando a idéia de supremacia humana sobre todas as forças da natureza (SILVEIRA, 1993).

É neste ambiente de pensamentos que se generalizou a síndrome do desperdício. Mesmo que os recursos para os seus processos, cada vez mais sofisticados, pudessem um dia vir a ser escassos, o homem, com sua sabedoria, seria capaz de descobrir ou até mesmo fabricar seus insumos (SILVEIRA, 1993).

A poluição dos materiais sintéticos, na sua maioria sem degradação natural, começou a causar danos ao meio ambiente e à saúde humana, ao mesmo tempo em que a população cresceu e ultrapassou a marca dos cinco bilhões de pessoas, fomentando recursos naturais antes inimagináveis, para a manutenção da vida no planeta (SILVEIRA, 1993).

A partir da Segunda Guerra Mundial, o uso racional e a filosofia de “com menos, produzir mais e melhor”, levaram o Japão, praticamente sem reservas de matérias-primas dentro do seu território, a superar questões históricas e a se impor, definitivamente, no panorama mundial das grandes nações.

Atualmente, o mundo se vê diante da escassez de recursos naturais e o homem começa a rever os seus processos produtivos, buscando otimizá-los.

A construção civil, uma das atividades básicas em qualquer economia, entra na era da minimização, já que em diversos países, jazidas de materiais de construções estão exauridas e, mais e mais, os custos de importação vão aumentando. Assim, a Alemanha, a Bélgica, a Holanda, os países escandinavos, os Estados Unidos, a França e o Japão aceleram os métodos de recuperação dos resíduos e de reciclagem como medidas eficazes na obtenção de maiores eficiências (SILVEIRA, 1993).

No Brasil, as iniciativas de reutilização dos rejeitos concentram-se no trabalho informal, onde o retorno de papéis, metais e vidros é significativo.

Os RCD's são provenientes de desperdícios e perdas de materiais na atividade de construção civil.

As definições a respeito de desperdícios e perda correlacionam-se em relação à quantidade de material consumida.

Andrade (1999) *apud* Ângulo (2000) define como desperdício a fração das perdas que excede o limite mínimo característico da tecnologia, considerada inevitável para determinado nível tecnológico.

Souza (2005) define perda como toda quantidade de material consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais, ou demais prescrições do executor para o produto a ser executado.

Esses resíduos provenientes de perdas e desperdícios dão origem a diversos impactos ambientais, os quais podem ser divididos em quatro categorias (VIEIRA, 2000 *apud* SAPATA, 2002): desperdício de mão-de-obra e materiais no próprio local; desperdício de energia e recursos naturais; sobrecarga nos aterros para inertes ou sanitários; e geração de poeiras, odores e ruídos.

- Desperdício de mão-de-obra e materiais no próprio local: as fontes de sobreconsumos ou perdas de materiais podem ser encontradas em diversas fases dos processos pelos quais cada um deles passa durante a execução do serviço em que são utilizados, podendo-se citar: o *recebimento*, quando um fornecimento em quantidade maior que a solicitada pode onerar o consumo apropriado; a *estocagem* inadequada, que pode, por exemplo, facilitar o carreamento ou degeneração dos materiais; *processamentos intermediários* incorretos podem induzir consumos adicionais de materiais; um *transporte* mal feito pode danificar os materiais a ponto de impossibilitar o seu uso normal; a *aplicação final* pode ser feita de maneira a gerar resíduos finais não aproveitáveis ou maior incorporação de material que o previsto (SOUZA, 1998);
- Desperdício de energia e recursos naturais: a incorporação de resíduos na produção de materiais também pode reduzir o consumo de energia, não apenas pelo fato de esses produtos freqüentemente incorporarem grande quantidade de energia, mas por reduzir as distâncias no transporte de matérias-primas (BELINE, 2006). Segundo JOHN (1995), a utilização da pozolana e escórias permitem a produção do cimento sem calcinação da matéria-prima, permitindo uma redução de 80% no consumo de energia. Além desses fatos, deve-se levar em consideração, que a incorporação desses resíduos no processo produtivo, permite a redução da poluição gerada, com uma menor quantidade de CO<sub>2</sub> lançada na atmosfera.
- Sobrecarga nos aterros para inertes ou sanitários: utilização de aterros sanitários controlados ou lixões para depósito de resíduos de construção e demolições

(RCD's) aumentam o peso aplicado sobre o solo, devido à composição dos RCD's ser geralmente de matérias com massa unitária elevada, podendo acarretar o colapso do solo na região de depósito.

- Geração de poeiras, odores e ruídos: em uma visão sócio-econômica, a localização de alguns pontos de deposição de RCD's em Maringá/PR, acabou desvalorizando algumas propriedades situadas no seu entorno, ou nas suas proximidades, onde se fazem sentir, de alguma forma, os resultados de outros impactos causados pela presença dos resíduos, tais como odores, fumaça, poeira, ruídos e trânsito de veículos (BELINE, 2006).

### **3.5. IMPACTOS CAUSADOS POR RCD'S**

Os resíduos de construção e demolição correspondem a um percentual elevado quando comparado com os resíduos sólidos urbanos. Esta geração de resíduos de construção e demolição ocorre de forma contínua e crescente ao longo do ano.

A eliminação adequada dos RCD's dos canteiros-de-obras diminui os incômodos gerados em termos de aspectos visuais e logística operacional, ao mesmo tempo em que cria melhores condições de trabalho.

A deposição dos resíduos de construção e demolição em locais não adequados acaba causando impactos ambientais por (BELINE, 2006):

- Comprometimento do tráfego de pedestres e veículos;
- Deposição de outros resíduos;
- Multiplicação de vetores;
- Poluição sonora, atmosférica, visual;
- Depreciação à região de depósito do resíduo; e
- Comprometimento de drenagem urbana.

A busca de informações dentro do canteiro-de-obras com a produção de resíduos de construção e demolição e procedimentos minimizadores de geração, direcionando para

reutilização ou mesmo a reciclagem, aliado à redução de desperdício de material e mão-de-obra, podem diminuir e mesmo acabar com os impactos ambientais.

A deposição inadequada de grandes volumes de RCD's na malha urbana implica em diversos impactos no território nacional. Este fato está relacionado com a ineficiência ou inexistência de políticas adequadas de gerenciamento diferenciado e integrado com os demais resíduos.

Dentre os impactos, segundo Pinto (1999), pode-se citar:

- Impactos Ambientais: ocupação das áreas naturais em baixadas, fundos de vales, terrenos baldios; a obstrução de rios e córregos que vem afetar a drenagem superficial das águas;
- Impactos Sanitários: a presença de RCD's e outros resíduos cria um ambiente propício para a proliferação de vetores, que exercem efeito deletério sobre o saneamento local e a saúde humana;
- Impactos Visuais: aspectos visuais da paisagem local ficam totalmente comprometidos;
- Impactos Sociais: existência de uma classe social apresentando grandes e pequenos gestores, e grandes e pequenos coletores de RCD's e demais resíduos sólidos urbanos, sem noção dos aspectos de preservação sanitária e ambiental; e
- Impactos Econômicos: custos elevados da gestão corretiva dos RCD's.

A preservação da natureza e diminuição dos impactos ambientais por meio da reciclagem de RCD's, podem colaborar com (PINTO, 1999):

- Preservação das matérias-primas naturais;
- Redução no consumo de energia;
- Economia de água;
- Proteção do meio ambiente natural;
- Redução do desperdício e da geração de resíduos e seu impacto sanitário, social, econômico e ambiental; e
- Melhoria da qualidade do meio ambiente construído.



### 3.6 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA RCD'S

Em vários países o desenvolvimento de regulamentações busca direcionar as atividades de construção com o conceito de desenvolvimento sustentável.

Zwan (1997) *apud* Ângulo (2000), define desenvolvimento sustentável como o que fornece as necessidades da geração atual, sem comprometer as da geração futura. O autor indica algumas ações que levam ao desenvolvimento sustentável:

- Fechamento do ciclo da cadeia produtiva de materiais, produtos e resíduos, controlando suas emissões ambientais;
- Economia de energia, com aumento da eficiência e desenvolvimento de fontes mais duráveis;
- Aumento da durabilidade; e
- Promoção da qualidade dos produtos, dos processos de produção, dos materiais naturais e dos resíduos, utilizando-os largamente no ciclo econômico.

Atualmente, o modelo de produção da construção civil é linear, seguindo a lógica de projeto, construção, utilização e geração de resíduos. Os grandes problemas que este sistema apresenta são (JOHN, 2000):

- Matérias-primas cada vez menos abundantes, com dificuldades de obtenção e custos crescentes;
- Gerenciamento caro e oneroso de resíduos, em virtude dos grandes volumes acumulados pela sociedade de consumo; e
- Grande consumo de energia.

Para o desenvolvimento sustentável é necessário um novo modelo de produção, em que se otimize o uso de recursos e que a geração de resíduos seja minimizada.

Os conceitos de desenvolvimento sustentável estão relacionados à minimização da geração de resíduos como principal objetivo. Como exemplo para se ter esse controle é a criação de sistemas de certificação ambiental, como empregado nos Estados Unidos e na

Inglaterra, avaliando os impactos ambientais causados e podendo direcionar decisões para menor risco ambiental e melhor sustentabilidade.

Ações políticas podem ser direcionadas para a reciclagem dos resíduos, como a demolição seletiva, cuja finalidade é o detalhamento de informações para reciclagem.

No Brasil, há um conjunto de leis e políticas públicas, além de normas técnicas, fundamentais para gestão dos resíduos de construção civil, como:

1. Políticas Públicas:

- Resolução CONAMA nº. 307 – Gestão dos Resíduos da Construção Civil de 5 de julho de 2002;
- PBPQ-H - Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat;
- Lei Federal nº. 9605, dos Crimes Ambientais, de 12 de fevereiro de 1998;
- Legislações municipais referidas à Resolução CONAMA.

2. Normas Técnicas:

- NBR 15.112:2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.115:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15.116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concretos sem função estrutural – Requisitos.

## 4. EMPREENDIMENTOS EM ESTUDO

---

Esta pesquisa foi realizada em edificações de portes diferentes sendo: duas edificações com lojas comerciais no pavimento térreo e kitnet's na área residencial, uma clínica radiológica e um residência unifamiliar. Os empreendimentos em estudos são desenvolvidos e executados pela mesma empresa.

As obras serão caracterizadas da seguinte maneira: Obra A, edificação com lojas comerciais e kitnet's na área residencial; Obra B, edificação com lojas comerciais e kitnet's na área residencial; Obra C, clínica radiológica e Obra D, residência unifamiliar.

### 4.1 OBRA A

A obra A está sendo executada na Avenida Lauro Eduardo Werneck, esquina com a rua Professor Itamar Orlando Soares, na cidade de Maringá/PR.



Figura 4.1.1 – Obra A

Esta obra A possui área de terreno de 1.274,77m<sup>2</sup> e a área construída será de 8.151,52 m<sup>2</sup>.

O empreendimento será constituído de um edifício comercial e residencial sendo edificado em concreto armado, lajes com vigotas protendidas pré-moldadas e faixas de protensão, com fechamento em alvenaria cerâmica, revestimento externo de pastilha cerâmica e pintura texturizada de acordo com os projetos arquitetônico, estrutural, hidro-sanitário e prevenção contra incêndio, elétrico/telefônico/lógico e complementares.

Esta obra será composta de:

- 3 pavimentos destinados a vagas de garagens (2º subsolo, 1º subsolo e 1º pavimento);
- Pavimento térreo composto por 8 lojas comerciais, hall e vagas de estacionamento;
- Pavimento lazer composto de salão de festas, fitness, 3 salas de estudos, sala home theater, lavanderia, estendal e terraço.
- 132 kitnet's com área variando de 21,27m<sup>2</sup> até 56,37m<sup>2</sup> distribuídos em 12 pavimentos.

Os *layouts* dos pavimentos térreo, lazer e tipo são apresentados nas figuras 10.1.1, 10.1.2 e 10.1.3 no Anexo A.

## 4.2 OBRA B

A obra B está sendo executada na Avenida Tamandaré esquina com a rua Piratininga, na cidade de Maringá/PR.



**Figura 4.2.1 – Obra B**

Esta obra, por sua vez, possui área de terreno de 2.405,00m<sup>2</sup> e a área construída será de 2.369,19m<sup>2</sup> e a reformar de 1.649,64 m<sup>2</sup>.

O empreendimento será constituído de um edifício comercial e residencial sendo edificado em concreto armado, lajes com vigotas protendidas pré-moldadas e maciças com fechamento em alvenaria cerâmica de acordo com os projetos arquitetônico, estrutural, hidro-sanitário e prevenção contra incêndio, elétrico/telefônico/lógico e complementares.

A obra B será composta de:

- 62 vagas de garagens;
- 25 lojas comerciais com área privativa de aproximadamente 25,83 m<sup>2</sup>;
- 48 kitnet's com área privativa de aproximadamente 23,52 m<sup>2</sup>.

Os *layouts* do térreo e do pavimento tipo estão apresentados nas figuras 10.2.1 e 10.2.2 no Anexo B.

### 5.3 OBRA C

A obra está sendo executado na Avenida Itororó esquina com a rua Monte Pascoal, na cidade de Maringá/PR.



**Figura 4.3.1 – Obra C**

Esta obra possui área de terreno de 420,00m<sup>2</sup> e a área construída será de 475,87 m<sup>2</sup>.

O empreendimento será constituído de um edifício comercial para fins de uma clínica, sendo edificado em concreto armado aparente, lajes com vigotas protendidas pré-moldadas e nervurada com protensão, com fechamento em alvenaria cerâmica de acordo com os projetos arquitetônico, estrutural, hidro-sanitário e prevenção contra incêndio, elétrico/telefônico/lógico e complementares.

A obra será composta de:

- 01 subsolo (destinado à área de exames);
- Pavimento térreo (destinado à recepção, sala de laudos e área administrativa);
- 1º Pavimento (contendo um salão comercial).

Os *layouts* do subsolo, térreo e do 1º pavimento são apresentados nas figuras 10.3.1, 10.3.2 e 10.3.3 no Anexo C.

#### 4.4 OBRA D

A obra D refere-se a uma residência unifamiliar que está sendo executada na rua Pioneiro José Pardial, na cidade de Maringá/PR.



**Figura 4.4.1 – Residência Unifamiliar – Obra D**

A residência unifamiliar possui área de terreno de 360,10m<sup>2</sup> e a área construída será de 112,52 m<sup>2</sup> para cada casa.

O empreendimento será constituído de uma residência unifamiliar, sendo edificado com estrutura metálica, fechamento externos de placa cimentícia e blocos de concreto, fechamento interno de gesso acartonado e vidro, de acordo com os projetos arquitetônico, estrutural, hidro-sanitário e prevenção contra incêndio, elétrico/telefônico/lógico e complementares.

A residência é composta de:

- Lavanderia / Depósito;
- Cozinha, sala de jantar e sala de estar integrados;
- Área para churrasco e garagem para dois carros;
- Dois quartos;
- Um banheiro social;
- Uma suíte,

O layout está presente na figura 10.4.1 no Anexo D.

## 5. METODOLOGIA

---

A pesquisa concentra-se em quatro obras, das quais três utilizam o mesmo sistema construtivo convencional e uma o sistema construtivo racionalizado.

O estudo é dividido em: compatibilização de projetos, medidas minimizadoras, caracterização dos RCD's no canteiro-de-obras e quantificação da geração de RCD's. Todas essas etapas da pesquisa são realizadas por meio de *check-list*.

A primeira etapa, a compatibilização de projeto, ocorre na concepção do projeto, na qual se verificam itens construtivos a fim de se evitar futuro erros. Nos quatros empreendimentos estudados a compatibilização de projeto foi apenas verificada para o preenchimento dos *check-list*, pois a empresa já se encontrava com os projetos desenvolvidos para a execução da obra.

As medidas minimizadoras baseiam-se em um conjunto de medidas capazes de minimizar os descartes, perdas e desperdícios.

A etapa de caracterização dos RCD's no canteiro-de-obras, busca obter informações das fontes geradoras, alinhadas com a etapa construtiva.

A quantificação da geração de RCD's serve para determinar a quantidade de resíduos gerados em cada obra.

### 5.1 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A concepção de um novo empreendimento relaciona-se com a questão do custo da edificação e com a sua arquitetura. Todavia, muitos acreditam que para minimização do custo prioriza-se a queda na qualidade no material ou a utilização de mão-de-obra informal. Por meio dessas atitudes, ocorre a disseminação de erros que irão refletir no custo global do empreendimento.

O padrão econômico de uma obra é uma variável que determina suas características arquitetônicas e construtivas. Assim, a arquitetura indica a diversidade e a qualidade dos insumos presentes na construção e também no rejeito formado, enquanto que os métodos construtivos indicam os volumes descartados.



A identificação da origem e natureza das perdas torna-se a melhor maneira de correção desses erros, pois as perdas dentro do canteiro-de-obras são expressivas e podem apresentar-se em diversas fases da construção.

Desse modo, uma análise detalhada e estudos preliminares dos projetos evitam custos desnecessários.

No início dos estudos, deve-se estabelecer os motivos que levam à criação do empreendimento. Estabelecidas as razões, começam os estudos de viabilidade, pesquisa de mercado, localização, topografia, clima, estudo de tráfego, energia e outros.

As características geológicas e morfológicas regionais ditam a disponibilidade de produtos no mercado de materiais e condicionam adaptações nas técnicas construtivas.

Por meio dessas pesquisas, é realizado um estudo preliminar do projeto arquitetônico, no qual deve ser considerado a incidência solar e as rotas de ventos, de maneira a direcionar os ambientes para otimizar o conforto térmico. Isso implica diretamente em uma queda no uso de condicionadores de ar e outros equipamentos, tornando o empreendimento mais atrativo.

O destino de uso do empreendimento, seja residencial, comercial ou industrial, também é um fator determinante no rejeito, pois varia-se os insumos e os aspectos construtivos.

Os hábitos e costumes de uma comunidade trazem consigo raízes arquitetônicas e construtivas histórias que vão refletir no descarte.

Outra característica relevante é a geometria do empreendimento, justificada com a relação entre o custo e o número de andares, a qual pode ser indicada através da técnica de projeção, sendo possível se ter melhores índices de aproveitamento e assim redução de custos.

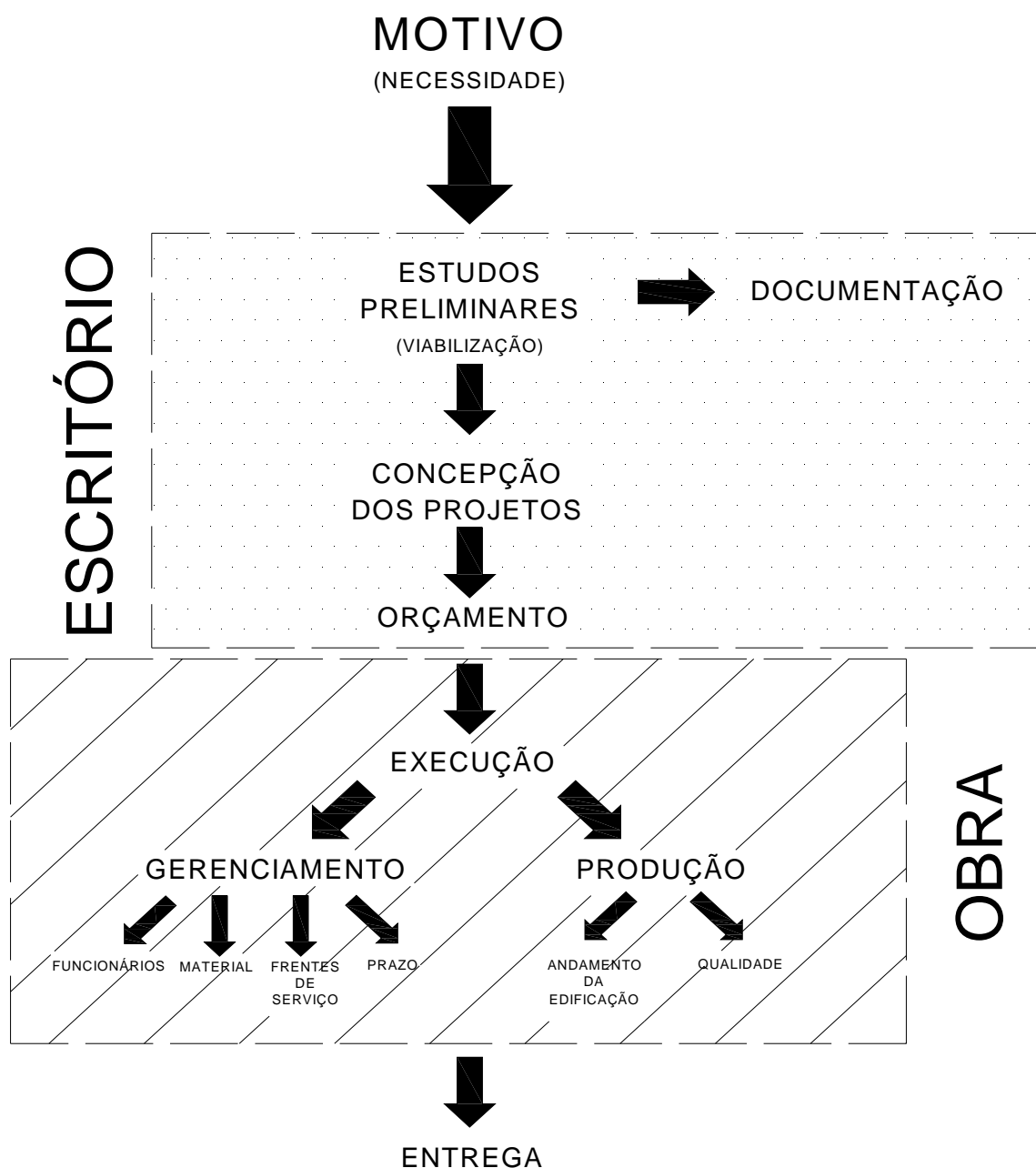
Segundo Mascaró (2004), os planos horizontais representam aproximadamente 25% do custo total do edifício, os verticais 45%, as instalações 25% e o canteiro-de-obras 5%. Nota-se que a porcentagem para planos verticais é expressiva, na qual a viabilidade de uma edificação com predominância vertical necessita de um estudo e controle rigorosos.

Novamente, surge a necessidade de desenvolver um programa de gerenciamento de resíduos, o qual enfoque primariamente a redução na produção dos resíduos através da promoção de treinamentos para os funcionários e *check-list* para conferência de serviços.

Ainda, observa-se a possibilidade de produzir de um banco de dados para averiguação posterior de falhas.

A elaboração de um novo empreendimento, em muitos casos, esbarra na necessidade de eliminar etapas para o breve lançamento, podendo causar problemas futuros no custo da edificação e provavelmente no valor do bem.

Assim, pode-se observar na figura 5.1, a rotina de criação padrão para um empreendimento na construção civil.



**Figura 5.1. Fluxograma para criação de novo empreendimento imobiliário com eliminação de etapas.**

Fonte: VIOLIN (2007)

A rotina de criação de um novo empreendimento imobiliário deveria abranger a seqüência que é apresentada na figura 5.2.

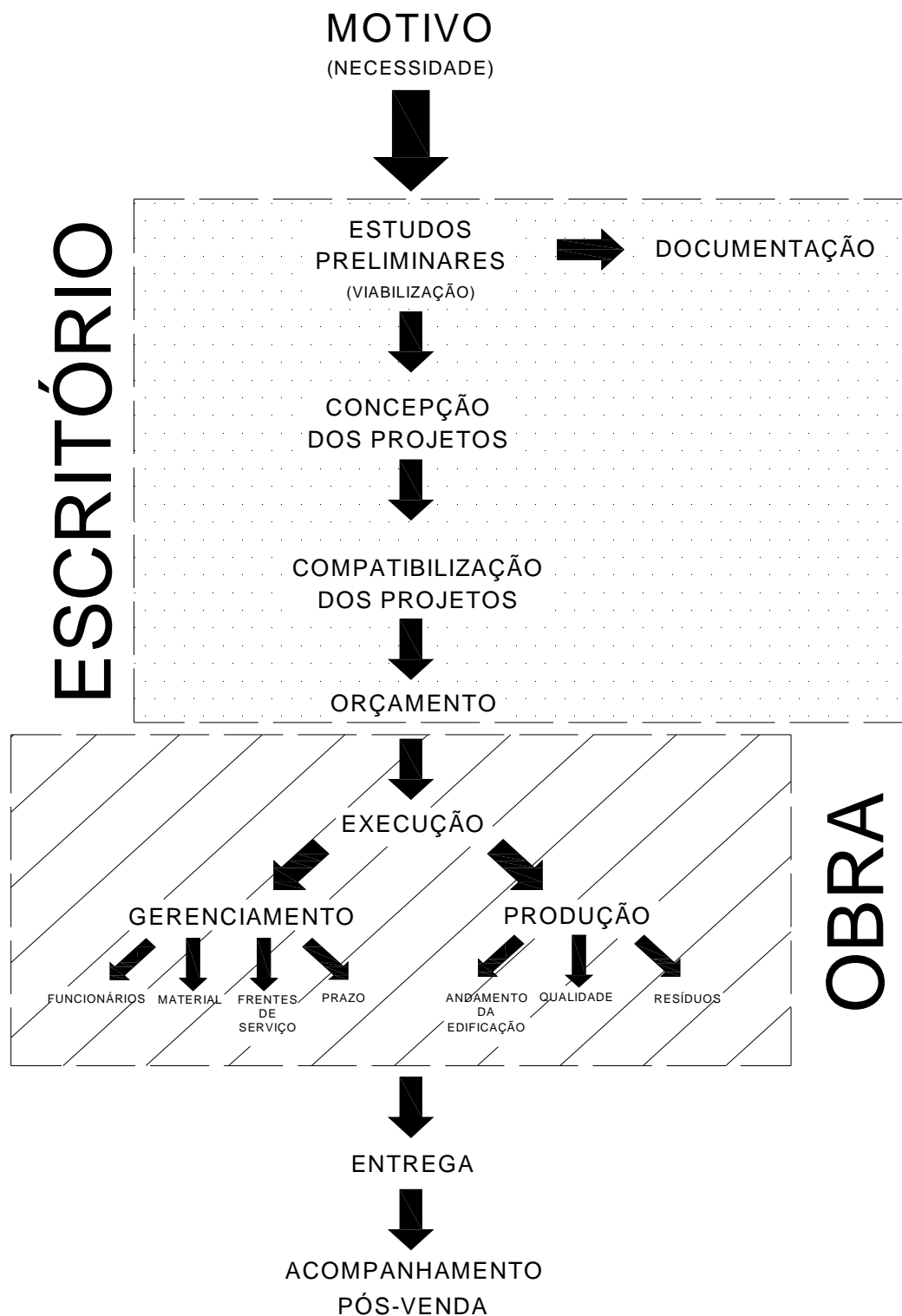


Figura 5.2. Fluxograma para criação de novo empreendimento imobiliário.

Fonte: VIOLIN (2007)

As diferenças entre as duas figuras anteriores são observadas na fase do escritório, na compatibilização dos projetos, na parte de obra, nos resíduos e acompanhamento pós-venda.

No intuito de reduzir o tempo, eliminam-se inadequadas etapas, o que acelera o processo de escritório, agilizando-o e culminando na execução mais rapidamente.

Em uma primeira análise verifica-se que a obra apresenta um desenvolvimento rápido e correspondente ao cronograma. A partir desse desenvolvimento, iniciam-se os problemas de compatibilização de projetos, na qual não foram verificadas alturas de vigas, prumadas de água, níveis e, por conseqüência, para resolver esses problemas há necessidade de refazer o serviço, produzindo o aumento de custo de material e mão-de-obra e resíduos de construção.

O estudo de viabilidade do empreendimento está vinculado a estudos que devem ser realizados para concepção dos projetos e sua compatibilização.

Dentre estes estudos destacam-se os apresentados no *check-list* desenvolvidos para esta pesquisa, para conferir e reunir as informações, como é apresentado na Tabela 5.1. Este procedimento resulta na reunião de informações e os meios que serão utilizados como solução do desenvolvimento do projeto, criando assim um memorial de informações para sua compatibilização.

**Tabela 5.1 – Concepção dos projetos – Metodologia**

ITEM	ETAPA	REALIZADO	PROCEDIMENTO ADOTADO
1	<i>Estudo regional de fornecedores e mão-de-obra</i>		
	Verificação de fornecedores	Sim	Não
	Disponibilidade de material	Sim	Não
	Prazo de entrega	Sim	Não
	Disponibilidade de mão-de-obra	Sim	Não
2	<i>Estudo do projeto arquitetônico</i>		
	Forma do empreendimento	Sim	Não
	Altura do empreendimento	Sim	Não
	Coefficiente de aproveitamento de área	Sim	Não
	Coefficiente de área permeável	Sim	Não
	Elaboração da fachada	Sim	Não
	Posicionamento dos ambientes internos	Sim	Não
	Criação de <i>shafts</i>	Sim	Não
	Detalhes arquitetônicos	Sim	Não

*segue na próxima página*

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO
3	<i>Estudo do projeto de fundações</i>				
	Sondagens e reconhecimento dos horizontes de subsolo		Sim		Não
	Sistema de contenção		Sim		Não
	Tipo de fundação		Sim		Não
	Procedimento de execução		Sim		Não
4	<i>Estudo do projeto estrutural</i>				
	Método construtivo		Sim		Não
	Tipo de estrutura		Sim		Não
	Tipo de laje		Sim		Não
	Módulo de elasticidade do concreto		Sim		Não
	Resistência do concreto		Sim		Não
	Cargas utilizadas para o dimensionamento		Sim		Não
	Vazio nas lajes		Sim		Não
	Vão entre pilares		Sim		Não
5	<i>Estudo do Projeto Hidro-Sanitário, Prevenção contra Incêndio, Telefônico, Elétrico e Lógica</i>				
	Material que será utilizado		Sim		Não
	Prumadas		Sim		Não
	Sistema de coleta e reuso de água		Sim		Não
	Sistema de refrigeração		Sim		Não
	Sistema de aquecimento		Sim		Não
6	<i>Estudo de revestimento</i>				
	Escolha do sistema de revestimento		Sim		Não
	Estudo da argamassa para o revestimento externo		Sim		Não
	Paginação do revestimento externo		Sim		Não
	Paginação do revestimento interno		Sim		Não
7	<i>Outros estudos que podem ser feitos para complementação dos demais projetos</i>				
	Estudo de vedação		Sim		Não
	Escolha do sistema de vedação		Sim		Não
	Escolha do tipo e tamanho do bloco de vedação		Sim		Não
	Paginação da alvenaria		Sim		Não

Na fase denominada escritório, a compatibilização de projetos é uma etapa importante, a qual não se resume apenas à conferência de informações dos projetistas contratados para averiguação. Busca-se apresentar soluções para a minimização de incoerências e, em consequência, a redução de erros de execução e necessidade de um “*as buil*” em todos os projetos.

A execução da compatibilização de projetos pode envolver o uso de *software* com base CAD, cujas pranchas, em meio eletrônico, são sobrepostas, favorecendo a verificação dos elementos estruturais, as prumadas e as fôrmas da edificação.

Em virtude do enorme número de informações e dados contidos nas pranchas de projetos, foi elaborado para esta pesquisa um *check-list* que aborda alguns itens, como apresentado na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2 – Compatibilização dos Projetos – Metodologia**

ITEM	ETAPA	REALIZADO		PROC. ADOTADO	POSSIBILIDADE DE REDUÇÃO
		SIM	NÃO		
1	Conferências das prumadas de <b>água-fria</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais				
2	Conferências das prumadas de <b>água-quente</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais				
3	Conferências das prumadas de <b>esgoto</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais				
4	Conferências das prumadas de <b>águas pluviais</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais				
5	Conferências das prumadas da <b>tubulação para passagem elétrica</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais				
6	Conferências do tamanho do elemento estrutural em locais de passagem, portas e janelas.				
7	Conferências das dimensões dos projetos estruturais e arquitetônicos com o código de obras do município				
8	Modulação da alvenaria				
9	Modulação do piso - paginação do assentamento dos pisos				
10	Modulação do azulejo - paginação do assentamento dos azulejos				

## 5.2 MEDIDAS MINIMIZADORAS

As medidas minimizadoras são ações com a finalidade de reduzir a geração de resíduos de construção e demolição. A obtenção das informações foi realizada através de *check-list* durante visitas nas obras pesquisadas. O *check-list* possui informações utilizadas da metodologia de Silveira (1993), porém sofreu adaptações para que as informações qualitativas pudessem ser transformadas em informação quali-quantitativas, e por meio destas informações, pôde-se observar nos gráficos de porcentagem de controle de material, que ocorrem diferenças consideráveis entre as obras pesquisadas. Este fato é justificado pela fase em que as obras se encontravam no momento da pesquisa. A análise unitária de cada obra permitiu que se observasse o material que possui maior aplicação de ações de controle em sua qualidade, armazenamento e outros itens.

Para cada atividade básica da construção sugere-se um conjunto de medidas capazes de maximizar o aproveitamento dos materiais e, em contra-partida, minimizar os descartes, aperfeiçoando o emprego dos materiais de construção (SILVEIRA, 1993), tais como:

a) Fabricação dos materiais:

- utilização racional dos recursos empregados na fabricação dos materiais, contornando o desperdício na fonte;
- estabelecimento de controle de qualidade para os principais produtos, garantindo padrões técnicos adequados e compatibilizando-os com suas funções no todo da construção;
- evolução contínua dos métodos de fabricação, capazes de gerar maior qualidade e produtividade;
- emprego de mão-de-obra especializada, aliada à implantação de programas de atualização e modernização dos conhecimentos;
- controle da matéria-prima utilizada na confecção dos materiais, implantando programas de proteção ambiental às jazidas e planejando os seus usos para empregos mais nobres; e
- substituição e manutenção adequada e freqüente nos equipamentos de exploração e fabricação dos materiais.

#### b) Acondicionamento

- aumentar a resistência das embalagens, capacitando-as à absorção dos choques mecânicos e à resistência aos agentes químicos e ambientais, como a umidade e a abrasão;
- promover a substituição de embalagens confeccionadas com materiais que não garantam segurança às ações físicos-mecânicas e aos esforços de manipulação;
- controle de qualidade nas indústrias de embalagens, bem como programas de modernização do setor – especialização de mão-de-obra, equipamentos e tecnologias de processamento; e

#### c) Armazenamento

- depósitos internos à obra;
- depósitos em locais sujeitos a condições ambientais adequadas;
- pequenas amplitudes de variações térmicas e umidades;
- depósitos cobertos, afastando os agentes climáticos – chuva, sol e ventos;
- depósitos em áreas com drenagem segura, evitando o contato do material com a água;
- depósitos com a base separada da superfície de sustentação e não escorados em paredes, eliminando o acúmulo de resíduos e umidade, e o empoçamento de águas;
- depósitos com a superfície de sustentação plana, contornando as ações das forças de escorregamento;
- depósitos estruturados corretamente, capazes de absorverem os esforços de sustentação;
- depósitos localizados fora dos eixos de movimentação da obra e próximos das áreas de preparo e lançamentos; e
- depósitos protegidos da ação de roedores e incêndios.



#### d) Transporte

- adaptação dos equipamentos responsáveis pela transferência de materiais, trocando-os e qualificando-os para os diversos manuseios – guindastes, elevadores, roldanas e pranchas de escorregamento;
- melhoria da mão-de-obra empregada, aumentando a destreza na manipulação;
- adaptação dos veículos às características intrínsecas dos insumos, obtendo calçamento e sustentação compatíveis aos solavancos do transporte e às resistências mecânicas dos produtos; e
- diminuição das distâncias a serem percorridas, tanto dentro da obra – racional disposição dos canteiros, como fora dela – maiores proximidades dos fornecedores.

#### e) Preparo

- compatibilização entre as dimensões das peças projetadas com as dimensões padronizadas dos materiais disponíveis no mercado, otimizando os cortes;
- desenvolvimento de planos de cortes e “softwares” de otimização do processo de moldagem;
- cálculo estrutural racional do projeto, não se admitindo o superdimensionamento como fator de segurança, ou seja, trabalhando próximo ao limite de absorção dos esforços pelos materiais empregados;
- especialização e constante atualização da mão-de-obra empregada;
- priorização da utilização de materiais pré-fabricados, instalando programas de substituição de produtos, suficientes para a diminuição no manuseio dos elementos constitutivos;
- mudança nos métodos construtivos de preparação, aumentando a qualidade dos produtos gerados e diminuindo o aporte de insumos; e
- utilização de equipamentos tecnologicamente avançados e mais adaptados aos métodos de preparo.

#### f) Lançamento

- implantação exata das dimensões projetadas, desenvolvendo-se programas de monitoramento e otimização capazes de evitarem erros de fechamento e de superfícies não planas, contornando os desvios;
- controle de qualidade do produto a ser lançado, monitorando suas características físicas, químicas e mecânicas para contornar futuros desmontes e permitir uma trabalhabilidade otimizada;
- desenvolvimento de equipamentos e ferramentas adaptadas tecnologicamente aos métodos de lançamentos mais modernos;
- aperfeiçoamento e substituição dos métodos de lançamentos, utilizando sistemas mais eficazes;
- especialização e atualização da mão-de-obra disponível;
- lançamento dos produtos nos tempos adequados, de forma a evitar perdas nas qualidades construtivas e na trabalhabilidade;
- recolhimento do material tombado e sua reutilização em tempo hábil;
- uso de pranchas coletoras nas bases de lançamento;
- tomar precauções quanto à maturação do material lançado;
- vedação correta das fôrmas;
- sustentação apropriada das peças construídas;
- evitar atrasos no calendário de execução, tomando medidas de proteção dos materiais (anticorrosivos e recobrimento) que, por ventura, já tenham sido lançados quando da desaceleração ou interrupção do ritmo de construção; e
- conservação, limpeza, armazenamento e utilização funcional correta dos equipamentos e ferramentas utilizadas.

Buscando englobar todos estes itens, tem-se a Tabela 5.3 que associa os materiais de construção às medidas de minimização, na forma de um *check-list*.

Tabela 5.3 – Os Materiais e as Medidas Minimizadoras

Fonte: Adaptado de SILVEIRA (1993)

ITEM	AÇÃO MINIMIZADORA	MATERIAL EMPREGADO											% de Ação Minimizadora				
		1. TELHAS	2. VIDRO / ESQUADRIA	3. AREIA / BRITA	4. CIMENTO / CAL	5. PISOS / PEDRAS / AZULEJOS	6. CONCRETO / ARGAMASSAS	7. MADEIRAS	8. AÇO	9. TIJOLOS	10. MAT. ELÉTRICO	11. MAT. HIDRÁULICO / SANITÁRIO		12. GESSO / MAT. METÁLICO			
1	Controle de qualidade do produto	<b>Somatória dos valores unitários da linha</b>															
2	Mão-de-bra especializada	<b>região</b>															
3	Equipamentos modernos	<b>A</b>															
4	Controle de matéria-prima	<b>Somatória dos valores unitários da coluna</b>															
5	Resistências das embalagens																
6	Localização dos depósitos																
7	Infra-estrutura dos depósitos																
8	Dimensões das pilhas																
9	Adaptação de veículos																
10	Plano de cortes																
11	Cálculo do projeto																
12	Substituição dos materiais																
13	Substituição dos métodos construtivos																
14	Dimensões instaladas e projetadas																
15	Dimensões dos materiais e projetos																
<b>% de controle de MATERIAL</b>																	

Para se obter o conhecimento sobre o procedimento adotado como ação minimizadora de resíduos em função do tipo de material empregado, a fim de determinar qual o tipo de material possui maior controle e em qual ação obtêm-se melhores resultados, atribui-se o valor unitário (1) para cada item assinalado (região A na Tabela 5.3). Com os valores unitários atribuídos na Tabela 5.3, torna-se possível determinar a porcentagem de Controle de Material (% de Controle de Material) e a porcentagem de Ação Minimizadora (% de Ação Minimizadora).

A determinação da % (porcentagem) de Controle de Material realiza-se através da equação composta pela somatória da coluna dividido pela quantidade de itens da ação minimizadora da coluna, multiplicando o resultado da divisão por 100. Assim obtêm-se a porcentagem de Controle de Material, conforme equação (1).

$$\% \text{ de Controle de MATERIAL (\%)} = \frac{\sum \text{Valores unitários da COLUNA}}{\text{Quantidade de Itens da COLUNA}} * 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Como exemplo ilustrativo, tem-se no Apêndice 9.2.1 – Os materiais e as medidas minimizadoras – Obra A, o caso das telhas:

$$\% \text{ de controle de MATERIAL (\%)} = \frac{2}{15} * 100 = 13,3\%$$

De maneira semelhante para se obter a porcentagem de ação minimizadora (% de Ação Minimizadora), usa-se a equação composta pela somatória da linha dividido pela quantidade de itens de material empregado da linha, multiplicando o resultado da divisão por 100. Assim, obtêm-se a porcentagem de ação minimizadora, conforme equação (2).

$$\% \text{ de Ação MINIMIZADORA (\%)} = \frac{\sum \text{Valores unitários da LINHA}}{\text{Quantidade de Itens da LINHA}} * 100 \quad \text{Equação (2)}$$

Como exemplo ilustrativo, tem-se no Apêndice 9.2.1 – Os materiais e as medidas minimizadoras – Obra A, o caso das telhas:

$$\% \text{ de controle de MINIMIZADORA (\%)} = \frac{11}{12} * 100 = 91,7\%$$

### 5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RCD'S NO CANTEIRO-DE-OBRA

A caracterização dos resíduos de construção e demolição nos canteiro-de-obras busca identificar o tipo de resíduos de construção e demolição relacionado à etapa construtiva por meio de um *check-list* adaptado de Silveira (1993). Transformou-se o texto em uma tabela e acrescentou-se uma coluna para determinar se ocorre a geração do resíduo no insumo da etapa construtiva. Através da atribuição de valor para cada insumo que gera resíduo dentro de sua etapa construtiva dividido pela quantidade de item que geram resíduos, foi possível determinar a porcentagem da geração de resíduos em cada etapa construtiva.

Foram estudadas e analisadas 21 etapas construtivas de ocorrência nas principais obras de engenharia. Em cada uma destas etapas, têm-se diversas atividades e seus respectivos insumos, o que possibilita analisar, para cada obra estudada, se haverá ou não geração de resíduos.

**Tabela 5.4 – Caracterização de resíduos de construção e demolição**  
**Fonte: Adaptado de SILVEIRA (1993)**

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO	
1	Demolição de cobertura	Telhas cerâmicas	SIM	NÃO
2		Telhas de fibrocimento	SIM	NÃO
3		Perfis metálicos	SIM	NÃO
4	Demolição da estrutura de telhados	Madeiras	SIM	NÃO
5		Peças metálicas	SIM	NÃO
6	Demolição de forro	Gesso	SIM	NÃO
7		Tábua	SIM	NÃO
8		PVC	SIM	NÃO
9	Demolição de vigas	Barras de ferro	SIM	NÃO
10		Concreto	SIM	NÃO
11	Demolição de pisos	Tábua corrida	SIM	NÃO
12		Argamassa	SIM	NÃO
13		Ladrilhos	SIM	NÃO
14		Tacos	SIM	NÃO
15		Carpetes	SIM	NÃO
16		Material Vinílico	SIM	NÃO
17		Cerâmicos	SIM	NÃO
18		Pedras	SIM	NÃO
19		Pisos poliméricos (antiderrapantes)	SIM	NÃO

*segue na próxima página*

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
20	Demolição de Revestimentos	Azulejos	SIM	NÃO	
21		Lambris	SIM	NÃO	
22		Argamassa	SIM	NÃO	
23		Madeira	SIM	NÃO	
24		Cortiça	SIM	NÃO	
25		Demolição de alvenaria	Blocos cerâmicos	SIM	NÃO
26			Tijolos maciços ou furados	SIM	NÃO
27			Blocos de concreto	SIM	NÃO
28			Blocos de concreto celular	SIM	NÃO
29			Concreto ciclópico	SIM	NÃO
30	Pedras		SIM	NÃO	
31	Argamassas		SIM	NÃO	
32	Demolição de concreto	Concreto simples	SIM	NÃO	
33		Concreto armado	SIM	NÃO	
34	Demolição de pavimentação	Material asfáltico	SIM	NÃO	
35		Paralelepípedos	SIM	NÃO	
36		Pré-moldados de concreto	SIM	NÃO	
37	Demolição de sarjetas e meio-fios	Concreto simples	SIM	NÃO	
38	Retirada de portas e janelas	Portas	SIM	NÃO	
39		Janelas	SIM	NÃO	
40		Batentes	SIM	NÃO	
41		Peças de encaixe	SIM	NÃO	
42	Retirada de esq. metálicas	Esquadrias	SIM	NÃO	
43	Remoção de pinturas	Cal	SIM	NÃO	
44		Têmpera	SIM	NÃO	
45		Óleo	SIM	NÃO	
46		Esmalte	SIM	NÃO	

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
47	2. Limpeza do terreno	Corte de capoeira fina	SIM	NÃO	
48		Raspagem e limpeza do terreno	Solo	SIM	NÃO
49			Rocha	SIM	NÃO
50			Vegetais	SIM	NÃO

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
51	3. Instalações provisórias	Madeira	SIM	NÃO	
52		Construção de abrigo provisório	Argamassa	SIM	NÃO
53			Telhas	SIM	NÃO
54			Pregos	SIM	NÃO
55			Construção de tapumes e bandeja salva-vidas	Tábuas	SIM
56		Pranchões de madeira		SIM	NÃO
57		Abertura e revestimento de poços		Material rochoso	SIM
58			Solo	SIM	NÃO
59			Blocos	SIM	NÃO
60			Argamassa	SIM	NÃO

segue na próxima página

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			
61	4. Movimento de Solo e Rocha	Escavações em solo e rocha	Solo	SIM	NÃO	
62		Resíduos rochosos		SIM	NÃO	
63		Execução de muros de arrimo, gabiões e taludes	Rocha		SIM	NÃO
64			Argamassa		SIM	NÃO
65			Solo		SIM	NÃO
66			Rocha		SIM	NÃO

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
67	5. Carga, Descarga e Transporte	Carga, descarga e transporte de materiais	Materiais a granel	SIM	NÃO
68			Blocos	SIM	NÃO
69			Telhas	SIM	NÃO
70			Ladrilhos	SIM	NÃO
71			Azulejos	SIM	NÃO
72			Cimentos	SIM	NÃO

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
73	6. Drenagem do Terreno	Escavação de valas	Solos	SIM	NÃO
74			Resíduos rochosos	SIM	NÃO
75		Escoramento, lastro, drenagem e assentamento	Pranchas de madeira	SIM	NÃO
76			Areia	SIM	NÃO
77			Brita	SIM	NÃO
78			Concreto	SIM	NÃO
79			Juntas de tubos cerâmicos e de concreto	SIM	NÃO

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
80	7. Infra-estrutura	Escavação de valas	Solos	SIM	NÃO
81			Rocha	SIM	NÃO
82		Escoramento, lastro, drenagem e assentamento	Pranchas de madeira	SIM	NÃO
83			Areia	SIM	NÃO
84			Brita	SIM	NÃO
85			Concreto	SIM	NÃO
86			Juntas de tubos cerâmicos e de concreto	SIM	NÃO
87			Concretagem de tubulões	Concreto	SIM
88		Preparo de armaduras	Sobras de aços	SIM	NÃO
89		Preparo de concreto estrutural	Areia	SIM	NÃO
90			Brita	SIM	NÃO
91			Cimento	SIM	NÃO
92		Lançamento e aplicação do concreto estrutural	Concreto	SIM	NÃO

segue na próxima página

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
93	8. Superestrutura	Tábuas	SIM	NÃO	
94		Confecção de fôrmas	Chapas de madeira	SIM	NÃO
95			Chapas metálicas	SIM	NÃO
96			Confecção de armaduras	Sobras de aço	SIM
97		Arames		SIM	NÃO
98		Preparo do concreto estrutural	Areia	SIM	NÃO
99			Brita	SIM	NÃO
100			Cimento	SIM	NÃO
101		Lançamento e aplicação do concreto	Concreto	SIM	NÃO
102		Regularização e acabamento da superfície de concreto	Concreto	SIM	NÃO
103	Construção de alvenaria estrutural	Concreto			

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
104	9. Vedação	Cal	SIM	NÃO	
105		Confecção de alvenarias	Areia	SIM	NÃO
106			Tijolos cerâmicos furados e laminados	SIM	NÃO
107			Blocos de concreto	SIM	NÃO
108			Blocos de vidro	SIM	NÃO
109			Blocos sílico-calcários	SIM	NÃO
110			Instalação de placas divisórias pré-fabricadas e divisórias leves	Painéis pré-fabricados	SIM
112		Placas de granilite ou mármore e vidro fixo		SIM	NÃO
113		Gesso acartonado		SIM	NÃO
114		Execução de paredes com elementos vazados		Elementos vazados de concreto	SIM

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
115	10. Esquadrias de Madeiras	Colocação de portas e janelas	Aparas de madeiras	SIM	NÃO
116			Peças de fixação	SIM	NÃO
117		Chumbagem e acabamento	Argamassa	SIM	NÃO
118			Poliuretano expandido	SIM	NÃO

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
119	11. Esquadrias Metálicas	Colocação e acabamento de portas e janelas	Aparas	SIM	NÃO
120			Batentes de ferro	SIM	NÃO
121			Alumínio	SIM	NÃO
122			Argamassas	SIM	NÃO
123			Peças de fixação	SIM	NÃO

segue na próxima página



ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
124	12. Cobertura	Confeção da estrutura de madeira	Lascas de madeira	SIM	NÃO
125		Pregos		SIM	NÃO
126		Confeção de estruturas metálicas	Aparas metálicas de alumínio e aço	SIM	NÃO
127		Peças de fixação		SIM	NÃO
128		Cobertura com telhas, fechamentos laterais, emboçamento e colocação de cumeeira, cobertura em uma água, colocação de rufo e contra-rufo e tampão	Restos de telhas cerâmicas	SIM	NÃO
129			Restos de telhas de fibrocimento	SIM	NÃO
130			Aparas de chapas de aço	SIM	NÃO
131			Telhas de PVC	SIM	NÃO
132			Telhas de Madeira	SIM	NÃO
133		Domos de fibra de vidro e acrílico	SIM	NÃO	

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
134	13. Instalações Hidráulicas	Abertura de rasgos em alvenaria e concreto para a passagem de tubulações	Pedaços de concreto	SIM	NÃO
135		Alvenaria		SIM	NÃO
136		Assentamento de tubos e conexões	Aparas de tubulações (PVC, tubos cerâmicos, de concreto simples ou armado, de cobre, de ferro fundido, aço galvanizado e fibrocimento).	SIM	NÃO
137		Material de rejuntamento		SIM	NÃO
138		Colocação de peças hidráulico-sanitárias	Peças defeituosas	SIM	NÃO
139			Material de vedação	SIM	NÃO
140			Argamassas de arremates	SIM	NÃO

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
141	14. Instalações Elétricas	Instalação de transformador e caixas de entrada	Argamassa de arremates	SIM	NÃO
142		Assentamento de eletrodutos	Aparas de eletrodutos (ferro e PVC)	SIM	NÃO
143			Material de conexão	SIM	NÃO
144		Colocação de peças elétricas	Peças defeituosas	SIM	NÃO
145			Material de junção	SIM	NÃO
146			Argamassa de arremates	SIM	NÃO

segue na próxima página

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO	
147	15. Forros	Aparas de arremates	SIM	NÃO
148		Moldagem de: tábuas, placas de gesso, PVC, chapas de fibras de madeiras, fibrocimento, forros metálicos, fibras orgânicas, placas de cortiça e painéis de fibra de vidro.	SIM	NÃO
149		Aparas de fios	SIM	NÃO
150		Luminárias	Material para instalação de luminárias	SIM

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
151	16. Impermeabilização e Isolação térmicas	Emulsões asfálticas	SIM	NÃO	
152		Impermeabilização	PVC extrusado	SIM	NÃO
153			Elastômeros sintéticos	SIM	NÃO
154		Isolamento térmico	Argila expandida	SIM	NÃO
155			Pedra britada solta	SIM	NÃO
156			Lajotas pré-moldadas de concreto	SIM	NÃO
157			Poliestireno	SIM	NÃO
158			Tijolos cerâmicos furados	SIM	NÃO
159			Mantas de fibra de vidro	SIM	NÃO
160			Placas de concreto celular	SIM	NÃO
161		Cortiça	SIM	NÃO	

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO		
162	17. Pisos internos	Execução de lastro de concreto	Concreto	SIM	NÃO
163		Assentamento de pisos cerâmicos e porcelanatos	Pedaços de cerâmicas	SIM	NÃO
164			Pedaços de porcelanatos	SIM	NÃO
165			Argamassa	SIM	NÃO
166		Revestimento de pisos com tábua corrida	Pedaços de vigas	SIM	NÃO
167			Pedaços de caibros	SIM	NÃO
168			Material de fixação	SIM	NÃO
169		Colocação de tacos e parquetes de madeira	Restos de tacos e parquetes	SIM	NÃO
170			Material de fixação	SIM	NÃO
171		Assentamento de mosaico vidrosos, ladrilho de vidro, pastilhas de porcelana, cacos, granilites, placas de mármore, arenitos, granitos, placas de borracha, forração têxtil e chapas vinílicas	Material de fixação	SIM	NÃO
172			Lascas das peças empregadas	SIM	NÃO

segue na próxima página

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA		INSUMO	GERAÇÃO	
173	18. Revestimentos de forros e paredes	Execução de chapisco, emboços e rebocos	Argamassa	SIM	NÃO
174			Areia	SIM	NÃO
175		Assentamento de azulejos	Argamassa ou colas	SIM	NÃO
176			Azulejos	SIM	NÃO
177		Colocação de cantoneiras de alumínio em cantos externos de azulejos	Lascas de alumínio	SIM	NÃO
178		Assentamento de mosaico vidroso	Lascas de vidro	SIM	NÃO
179			Argamassas	SIM	NÃO
180		Assentamento de pastilhas de porcelana	Pastilhas	SIM	NÃO
181		Revestimento interno com forração vinílica e papel de parede	Tiras vinílicas e de papel de parede	SIM	NÃO
182		Lambris de chapas de fibra de madeira e de fibrocimento	Cortes de fibras de madeira e fibrocimento	SIM	NÃO
183		Assentamento de placas de mármore, cerâmica, arenito e pedra	Lascas de mármore, cerâmica, arenito e pedra	SIM	NÃO
184		Execução de pisos cimentados	Cimentos	SIM	NÃO
185		Execução de soleiras, rodapés, degraus e peitoris	Lascas de cerâmica	SIM	NÃO
186			Granilite	SIM	NÃO
187			Arenito	SIM	NÃO
188			Granitos	SIM	NÃO
189			Borrachas	SIM	NÃO
190			Chapas vinílicas	SIM	NÃO
191			Forração têxtil	SIM	NÃO

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA		INSUMO	GERAÇÃO	
192	19. Vidros	Colocação de vidros	Lascas de vidros	SIM	NÃO
193			Massas de fixação	SIM	NÃO
194			Gaxetas	SIM	NÃO
195			Lascas das peças empregadas	SIM	NÃO

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA		INSUMO	GERAÇÃO	
196	20. Pintura	Pinturas em geral	Sobras de material de pintura	SIM	NÃO

segue na próxima página

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO	
197	Construção de muros e alambrados	Blocos de concreto	SIM	NÃO
198		Placas de concreto pré-fabricados	SIM	NÃO
199		Tela de arame ou galvanizada	SIM	NÃO
200	Pavimentação externa	Concreto	SIM	NÃO
201		Britas	SIM	NÃO
202		Placas de arenito	SIM	NÃO
203		Areia	SIM	NÃO
204		Ladrilhos hidráulicos	SIM	NÃO
205		Paralelepípedos	SIM	NÃO
206	Execução de paisagismo e jardinagem	Cortes de vegetais	SIM	NÃO
207		Limpeza de terrenos	SIM	NÃO

A determinação da porcentagem de geração, de forma qualitativa de resíduos de construção e demolição na etapa construtiva de uma obra permite verificar as etapas construtivas mais impactantes na geração RCD's, juntamente com o item de maior controle no processo produtivo. Desta forma, é atribuído o valor unitário (1) para cada item assinalado na coluna de GERAÇÃO para a opção SIM.

A porcentagem da ETAPA construtiva determina-se a partir da somatória dos valores unitários atribuídos na coluna da opção SIM na ETAPA, dividido pela quantidade de itens assinalados na coluna ITEM (considerar todos os itens de todas as etapas construtivas). O resultado da divisão é multiplicado pelo valor 100 para determinar a porcentagem de resíduos de construção e demolição gerados na ETAPA, conforme equação (3).

$$\% \text{ de RCD conf. Etapa Construtiva} (\%) = \frac{\sum \text{Valores unitários da COLUNA com a opção SIM assinalada na ETAPA}}{\sum \text{De TODOS os valores unitários da COLUNA com a opção SIM assinalada}} * 100 \quad \text{Equação (3)}$$

Como exemplo ilustrativo, tem-se no Apêndice 9.3.1 – Os materiais e as medidas minimizadoras – Obra A, o caso da etapa construtiva Limpeza do Terreno:

$$\% \text{ de RCD conf. Etapa Construtiva} (\%) = \frac{2}{55} * 100 = 3,64 \%$$

#### 5.4 QUANTIFICAÇÃO DA GERAÇÃO DE RCD'S

Os resíduos de construção e demolição possuem características físicas e químicas diversas, fator que traz dificuldades para determinar uma metodologia especializada a cada caso.

Além disso, os resíduos de construção e demolição apresentam grande variedade, devido ao enorme número de insumos utilizados para gerar o material para aplicação e/ou mesmo para utilização final. A enorme variação dificulta a quantificação individualizada do tipo de resíduos.

Assim, Silveira (1993) propõe:

- escolha de um parâmetro básico, capaz de espelhar a intensidade de geração; e
- levantamento de dados, junto aos setores de geração, para estabelecer uma relação padrão entre o parâmetro básico adotado e o volume de geração de resíduos.

A verificação da quantificação dos RCD's gerados das obras em estudo foi feito por meio da quantificação das caçambas de entulho gerado e dos caminhões que recolheram o entulho, no período do início do empreendimento até o momento da coleta das informações.

As quantidades de RCD's obtidos nos empreendimentos pesquisados em valores (metro cúbico) equivale ao total de entulho retirado no período, desta forma com os valores em porcentagem de cada etapa construtiva da caracterização de RCD's no canteiro-de-obra multiplicado pelo volume total obtido nesta etapa metodológica é possível transformar em quantidade (metro cúbico) o volume de cada etapa construtiva. Assim, pode-se determinar o local mais indicado e melhor agressivo ao meio ambiente.

O volume de cada caçamba é de  $5 \text{ m}^3$  (Figura 5.4.1) e os caminhões carregam um volume de aproximadamente  $10 \text{ m}^3$ .



**Figura 5.4.1 – Caçamba para retirada de entulho das obras**

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

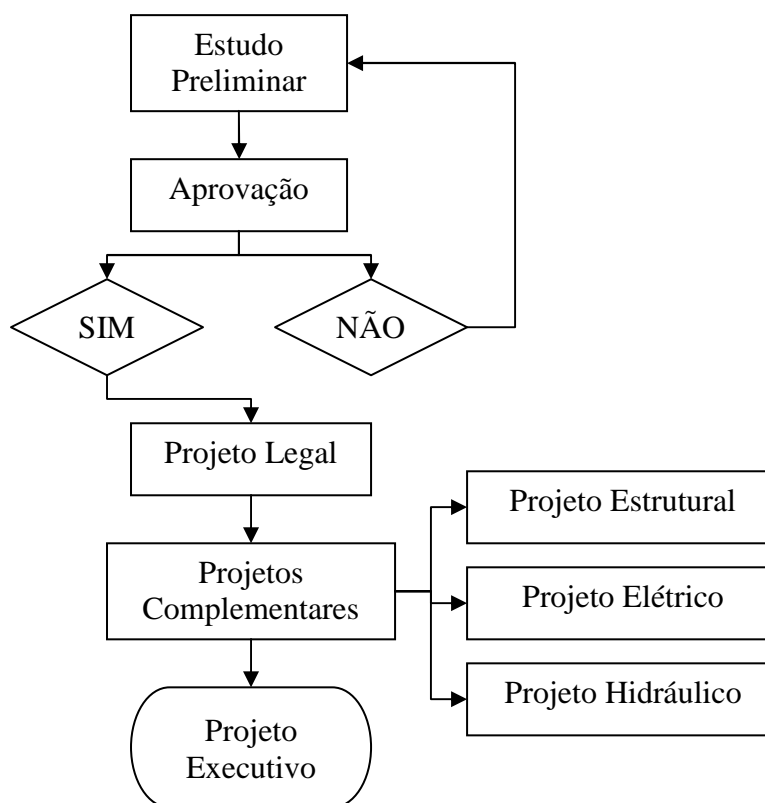
---

Os resultados apresentados na sequência seguem a metodologia descrita no capítulo anterior. Para cada uma das quatro obras analisadas, foram feitas as quatro análises de forma individualizada, que são: compatibilização de projetos, medidas minimizadoras, caracterização de RCD's e quantificação da geração de RCD's.

Assim, passa-se a descrever e discutir os resultados obtidos para cada etapa metodológica.

### 6.1 RESULTADOS DA CONCEPÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A empresa que executa as obras pesquisadas desenvolve também os estudos e projetos arquitetônico e complementares com a estrutura de elaboração de projetos apresentada na figura 6.1.1 a seguir:



**Figura 6.1.1 – Fluxograma para elaboração de projetos.**

Aplicou-se o questionário de concepção de projetos nos quatro empreendimentos em estudo e os resultados encontram-se no Apêndice A (Itens 9.1.1 a 9.1.4), separados e identificados por empreendimentos (A, B, C e D). No momento da coleta das informações os empreendimentos encontravam-se já com os projetos desenvolvidos, assim as informações coletas foram sobre os procedimentos executados de concepção e compatibilização da empresa.

Observou-se que na empresa empreendedora realiza o processo de compatibilização do projeto arquitetônico com os projetos complementares antes da elaboração do projeto executivo, a qual passa por uma etapa de filtragem dos erros e diferenças de projetos.

Notou-se que as edificações que possuem lojas comerciais e kitnet's, obras A e B, possuem um grau de detalhamento e controle maiores que as outras obras, pois se tratam de obras de maior porte e com maior tempo de planejamento.

A Obra C possui especificações da secretaria da saúde em relação ao revestimento das paredes devido à finalidade da clínica, e do projetista elétrico devido aos equipamentos utilizados.

A Obra D possui sistema construtivo diferenciado dos padrões usuais, pois o seu sistema estrutural é metálico com fechamento externo em placa cimentícia e vidro, e fechamento interno com gesso acartonado. Esta residência possui caráter experimental para a empresa, pois está sendo executada com a finalidade de calibração de mão-de-obra, tempo, custos e procedimentos de execução.

Na análise da compatibilização dos projetos, verificou-se que na elaboração do projeto arquitetônico, os elementos estruturais são projetados com as dimensões pré-determinadas para evitar requadrados no reboco, utilização de vergas e contra-vergas, devido o tamanho do elemento estrutural, dimensionamento dos painéis para vigas e pilares.

Os resultados dos *check-lists* das análises das quatro obras encontram-se no Apêndice A, itens 9.1.5 a 9.1.8.

A Obra A, conforme informações no apêndice 9.1.5, apresenta locais definidos para prumadas elétricas e hidráulicas, utilizadas para facilitarem a passagem das tubulações e minimizarem distâncias de distribuição de fios e cabos para os kitnet's. (Figura 6.1.2)



A Obra D foi projetada em módulos para que durante a sua execução, desde a estrutura metálica, instalação de placas cimentícias, gesso acartonado e vidro, não ocorresse cortes nos perfis, a fim de evitar sobras de pontas e geração de resíduos.



09/05/2008 - Ronan Violin

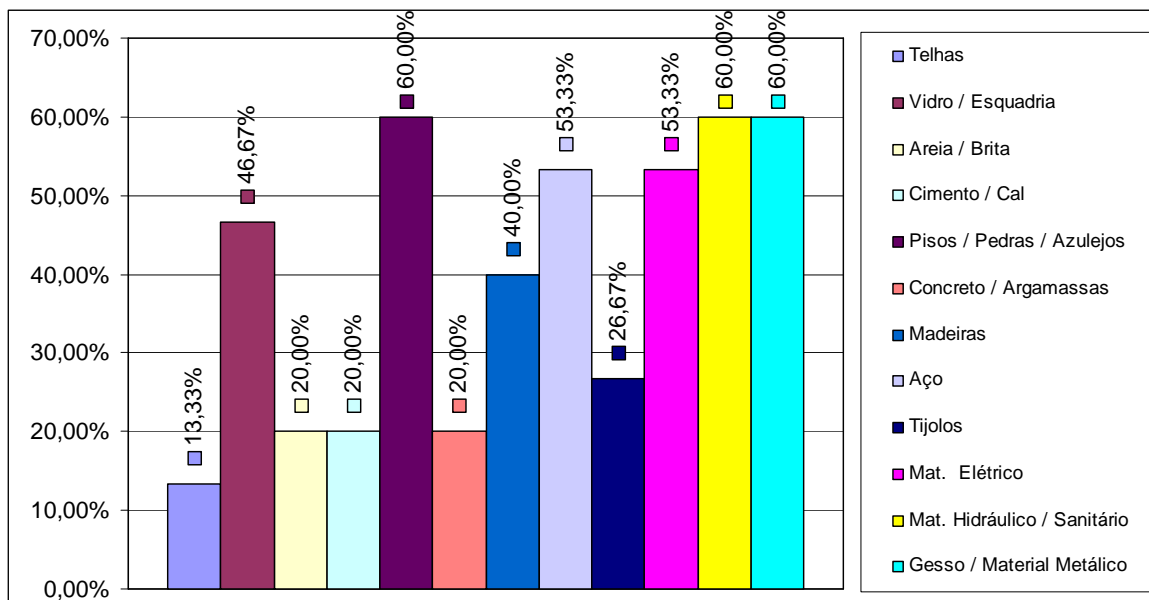
**Figura 6.1.2 – Prumadas elétricas – Obra A**

## **6.2 RESULTADOS DAS MEDIDAS MINIMIZADORAS**

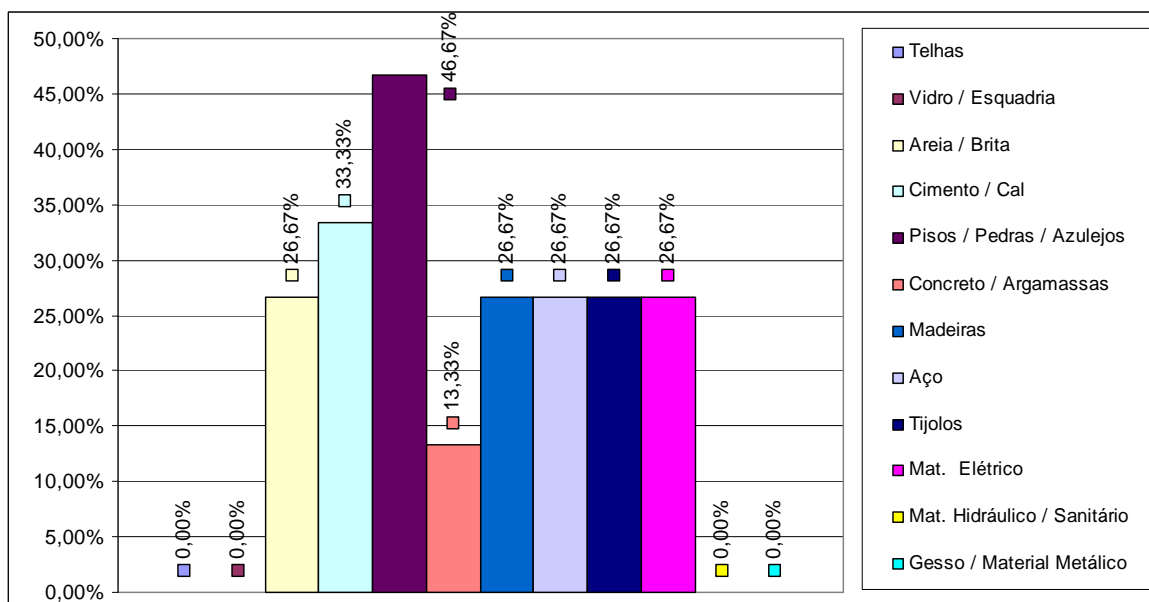
A caracterização dos resíduos de construção e demolição e as prováveis medidas utilizadas para reduzir sua geração relacionam-se com a fase em que a construção se encontra, e por meio desta, no Apêndice B, apresenta-se o *check-list* obtido durante as visitas aos quatro empreendimentos pesquisados, itens 9.2.1 a 9.2.4.

Os gráficos 6.2.1, 6.2.2, 6.2.3 e 6.2.4 apresentam a composição dos materiais mais controlados para minimizar a geração de resíduos e perdas. Nota-se que nos gráficos 6.2.2, 6.2.3 e 6.2.4 tem-se materiais com 0,00 % (zero por cento) de Controle de Material, justificado pelo fato que durante a coleta das informações para pesquisa estes materiais não estavam sendo utilizados na obra.

**Gráfico 6.2.1 – Ação minimizadora - Porcentagem de Controle de Material – Obra A**



**Gráfico 6.2.2 – Ação minimizadora - Porcentagem de Controle de Material – Obra B**



Embora as obras A e B apresentem o mesmo tipo de empreendimento comercial e residencial, nota-se uma diferença considerável entre estas, cuja possível causa da diferença seja as fases em que se encontravam. A obra A estava começando a fase de

acabamento interno (Figura 6.2.1) e revestimento externo, enquanto a obra B estava na fase da superestrutura e alvenaria.

A obra A apresentava maior controle, em materiais como: gesso, material hidráulico, pisos e azulejos, devido ao valor do produto e o armazenamento. O controle dos materiais ocorria em locais adequados para o recebimento e isolados para não haver manuseio sem a necessidade do uso. A obra B seguiu a mesma tendência ao notar-se que 46,67% representa o item piso, destacando-se ao ser comparado com os outros itens.



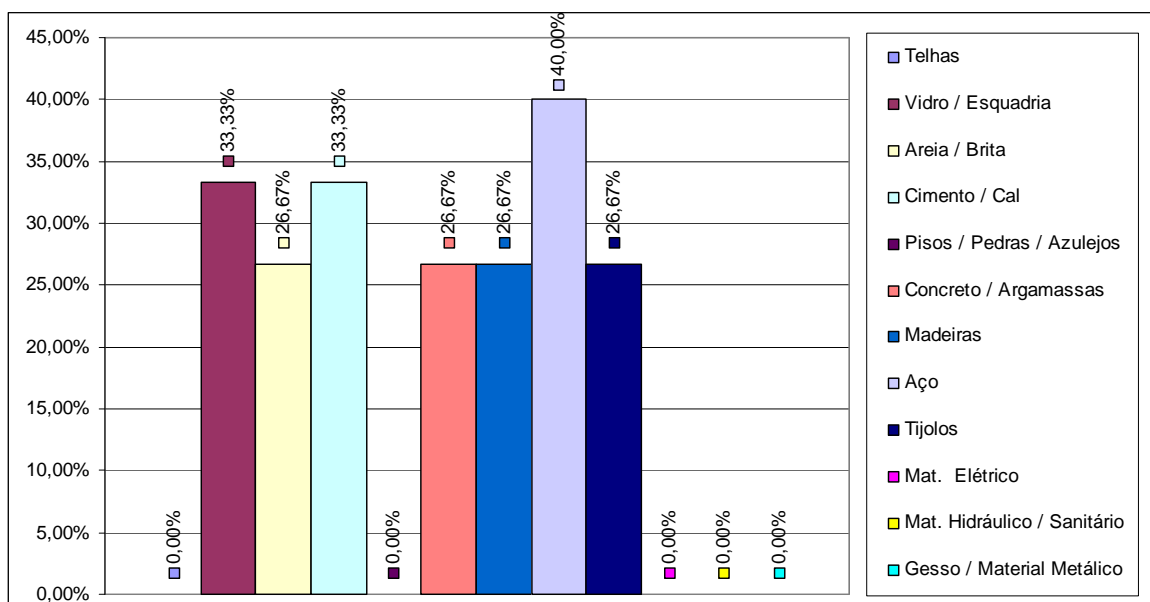
09/05/2008 - Ronan Violin

**Figura 6.2.1 – Instalação de gesso acartonado e pintura – Obra A**

A obra A apresentou dificuldade de descarga de materiais como areia e pedra, pois o local destinado no canteiro-de-obra para processamento da argamassa a ser utilizada encontrava-se dentro do corpo da edificação. Desta maneira, a areia e pedra eram descarregadas primeiramente próximo ao portão da obra, para serem carregados manualmente por funcionários com carriola, aumentando o desperdício de material. O tipo de contrato para a execução deste empreendimento implica na antecipação da compra dos materiais e, automaticamente, a redução do espaço para circular na edificação. Outro fato importante é a reutilização de painéis de outros empreendimentos, devido ao procedimento da empresa de utilizar o mesmo padrão nas dimensões dos elementos estruturais.

Na obra C (Gráfico 6.2.3) verificou-se um maior zelo com materiais que apresentam maior valor agregado. Esta obra encontrava-se na fase de execução da superestrutura e fechamento de alvenaria (Figura 6.2.2).

**Gráfico 6.2.3 – Ação minimizadora - Porcentagem de Controle de Material – Obra C**

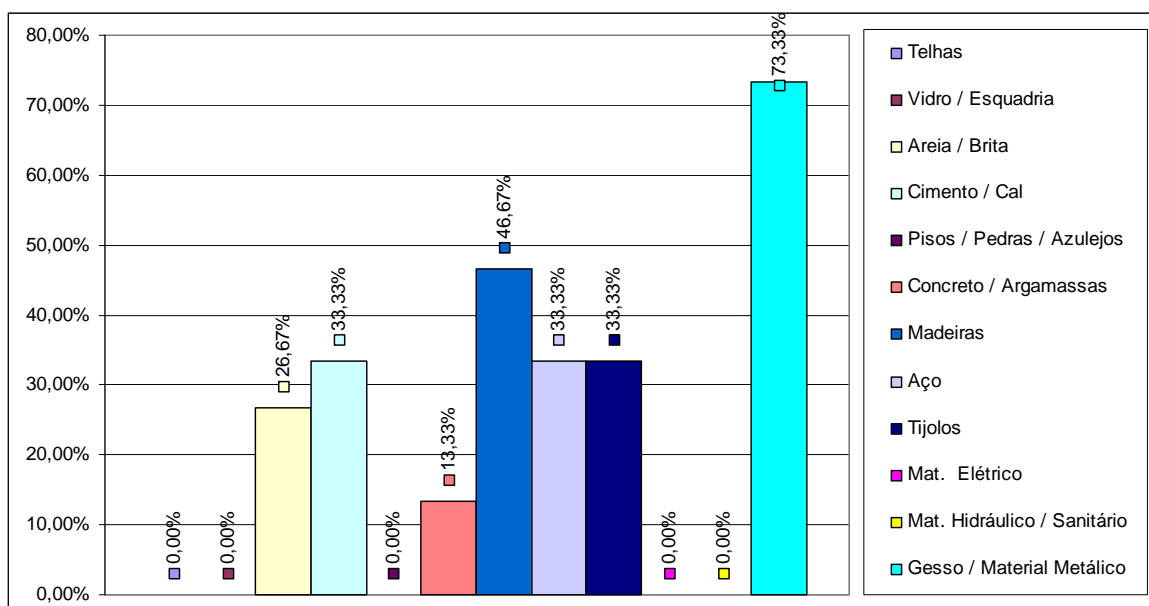


016/07/2008 - Ronan Violin

**Figura 6.2.2 – Superestrutura e alvenaria – Obra C.**

O gráfico de Ação Minimizadora da obra D (Gráfico 6.2.4), em comparação com os demais gráficos do item, apresentou uma alternância de valores, devido ao procedimento de execução da construção não utilizar os métodos e procedimentos tradicionais. O item gesso e material metálico foi o de maior representação nesta fase, pois consta da estrutura da casa, estrutura de cobertura e fechamentos externo e interno, aliado ao controle de projeto durante a sua concepção.

**Gráfico 6.2.4 – Ação minimizadora - Porcentagem de Controle de Material – Obra D**



Os gráficos 6.2.5, 6.2.6, 6.2.7 e 6.2.8 apresentam as ações para minimizarem a geração de resíduos e perdas (Ver Apêndice B, itens 9.2.1 a 9.2.4). Em sua legenda encontram-se as ações minimizadoras listadas. Nota-se que os gráficos 6.2.5, 6.2.6, 6.2.7 e 6.2.8 apresentam ações minimizadoras com 0,00 % (zero por cento) justificado pelo motivo destas ações não serem utilizadas nas obras pesquisadas.

Gráfico 6.2.5 - Ação Minimizador - Porcentagem de Ação Minimizador - Obra A

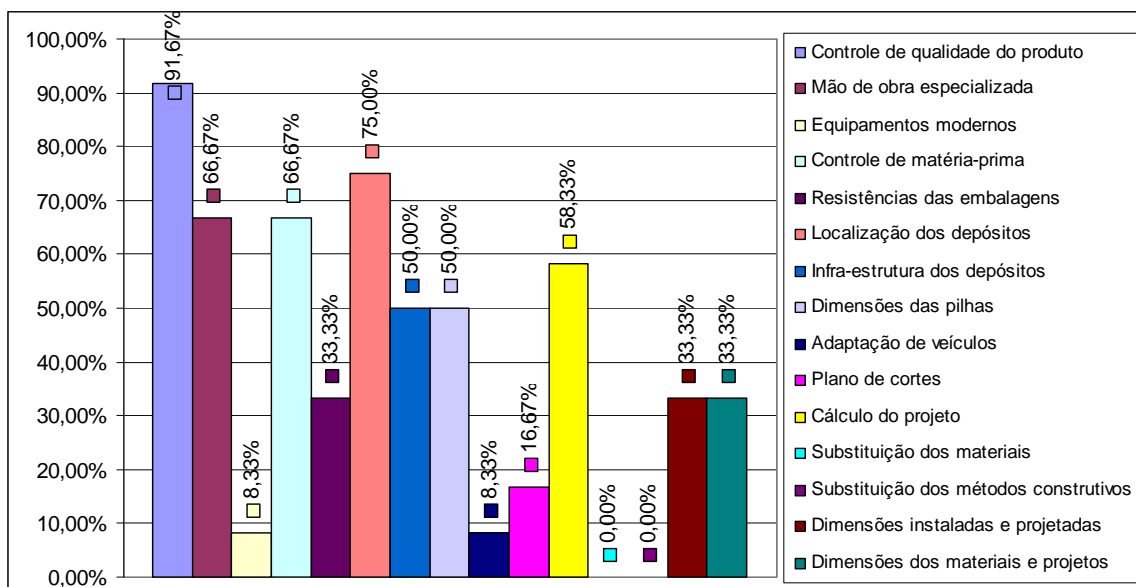
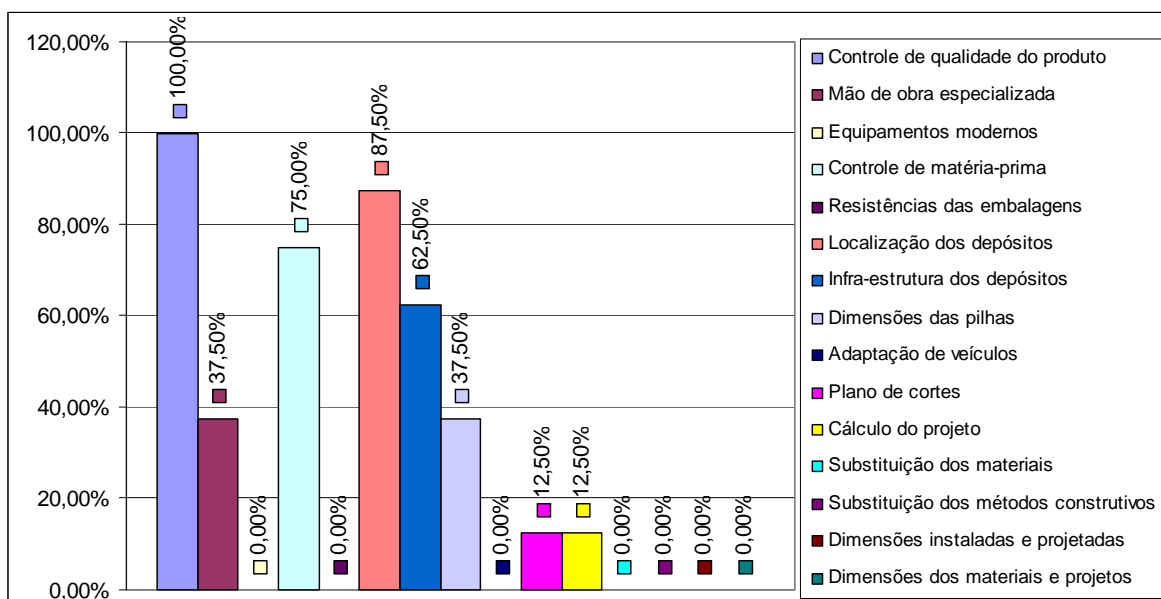
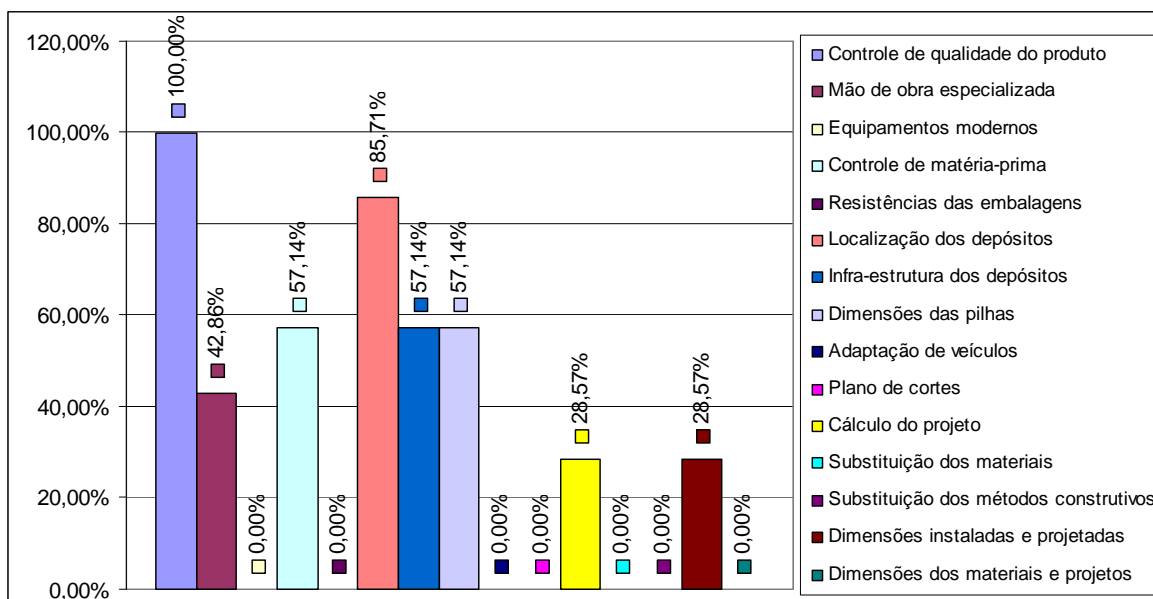


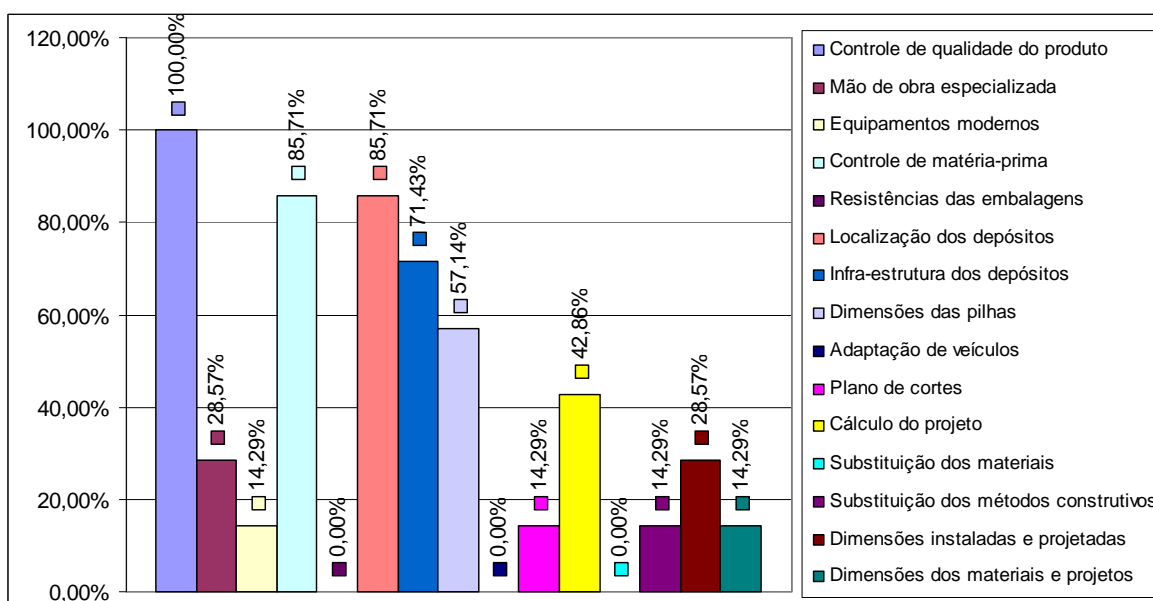
Gráfico 6.2.6 - Ação Minimizador - Porcentagem de Ação Minimizador - Obra B



**Gráfico 6.2.7 - Ação Minimizador - Porcentagem de Ação Minizadora - Obra C**



**Gráfico 6.2.8 - Ação Minimizador - Porcentagem de Ação Minizadora - Obra D**



Os gráficos 6.2.5, 6.2.6, 6.2.7 e 6.2.8 permitem uma comparação entre todas as categorias expostas na legenda, devida não sofrerem interferência da fase de execução da obra e estarem relacionados com a aquisição, armazenamento e transporte de materiais.

Em uma análise comparativa dos quatro gráficos, o controle da qualidade do produto é o item que prevalece, seguido do controle de matéria-prima, localização dos depósitos e infra-estrutura dos depósitos.

A qualidade do produto é determinada em escritório, no memorial descritivo da obra, no qual se especificam a marca, modelo e característica do produto.

### 6.3 RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO DOS RCD'S NOS CANTEIRO-DE-OBRAS

Os resultados obtidos por meio dos *check-list* para esta etapa construtiva encontram-se no Apêndice C, itens 9.3.1 a 9.3.4.

Por meio comparativo das obras que possuem etapas construtivas comuns, observa-se que a composição dos resíduos de construção e demolição é parecida, variando conforme a necessidade do empreendimento em execução.

Na etapa “limpeza do terreno”, em todos os casos o resíduo geral é devido à retirada da vegetação existente e nivelamento do terreno, como se verifica na Figura 6.3.1 a seguir.

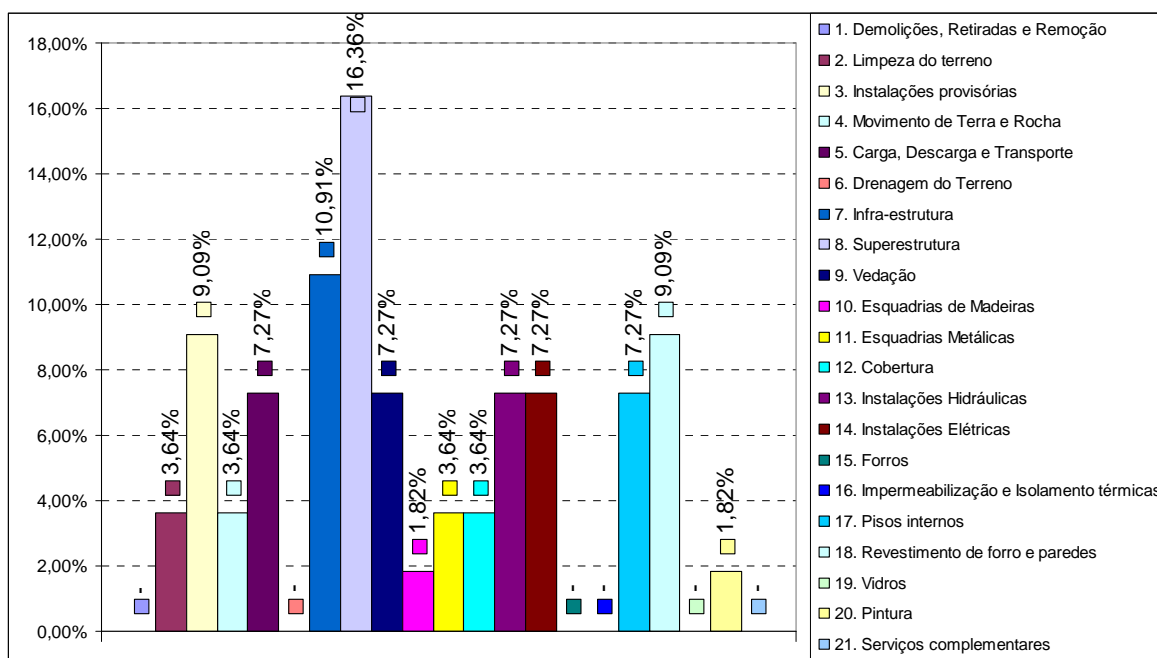


Figura 6.3.1 - Limpeza do terreno – Obra D

A obra A, por estar iniciando a fase de acabamento, contemplou várias etapas construtivas e a variedade de resíduos gerados foi grande. Nota-se que as etapas construtivas de infra-estrutura, superestrutura, revestimentos de paredes e instalações provisórias (Gráfico 6.3.1) apresentam vários itens que geram resíduos. Através dessa reunião de informações é possível aumentar e buscar soluções para um controle rigoroso nessas etapas, a fim de economizar e diminuir custos na coleta, transporte e desperdício.



**Gráfico 6.3.1 - Porcentagem de RCD's gerados nas etapas construtivas - Obra A**



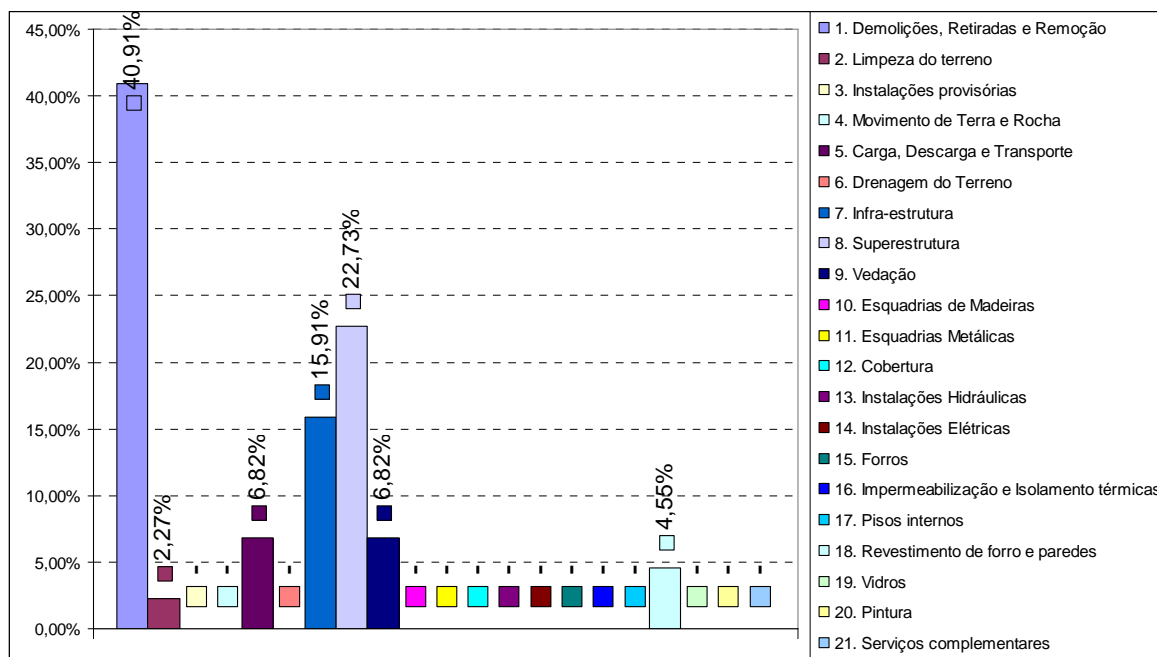
Na obra B, o grande gerador de resíduos é a demolição das edificações existentes no local (Figura 6.3.1). O outro item que se deve observar é a superestrutura (Gráfico 6.3.2), que apresenta um percentual alto no início da obra. Esse fato deve-se à necessidade da confecção de todo o sistema de fôrmas e cimbramentos destinado às lajes, vigas e pilares.



03/05/2008 - Ronan Violin

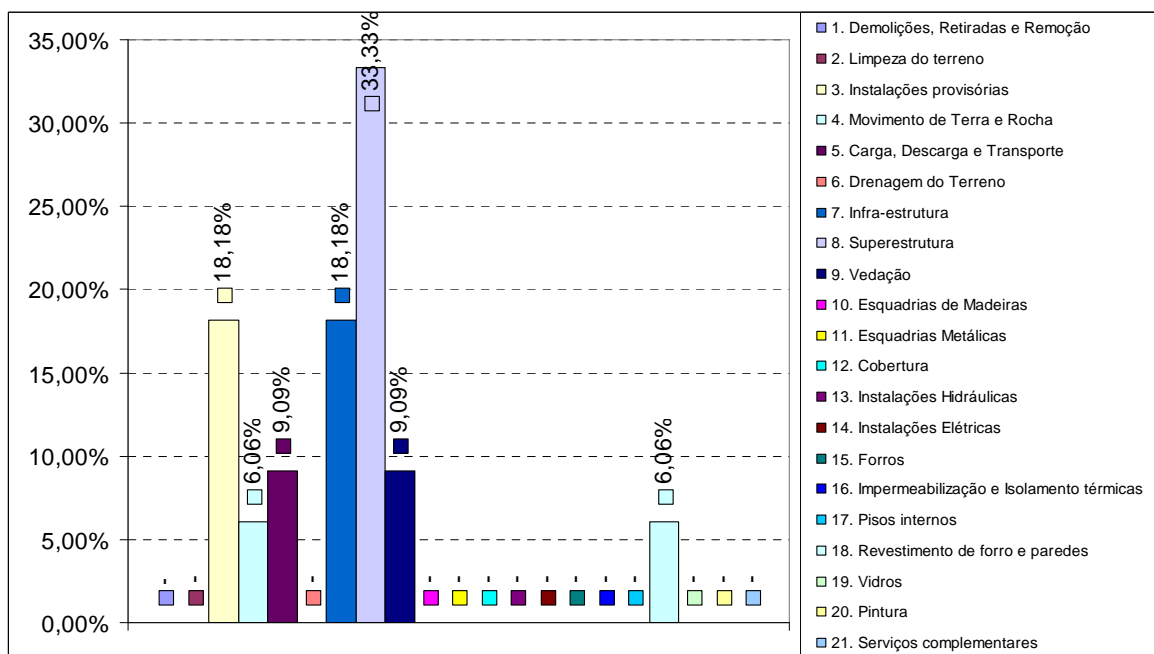
**Figura 6.3.1 - Demolição - Obra B**

**Gráfico 6.3.2. – Porcentagem de RCD's gerados nas etapas construtivas - Obra B**



Na obra C, em observação ao gráfico 6.3.3, a etapa superestrutura chama a atenção devido aos diversos níveis de altura que o projeto contempla e à relação perda de material com a confecção de painéis e a dificuldade de lançamento do concreto dentro das fôrmas.

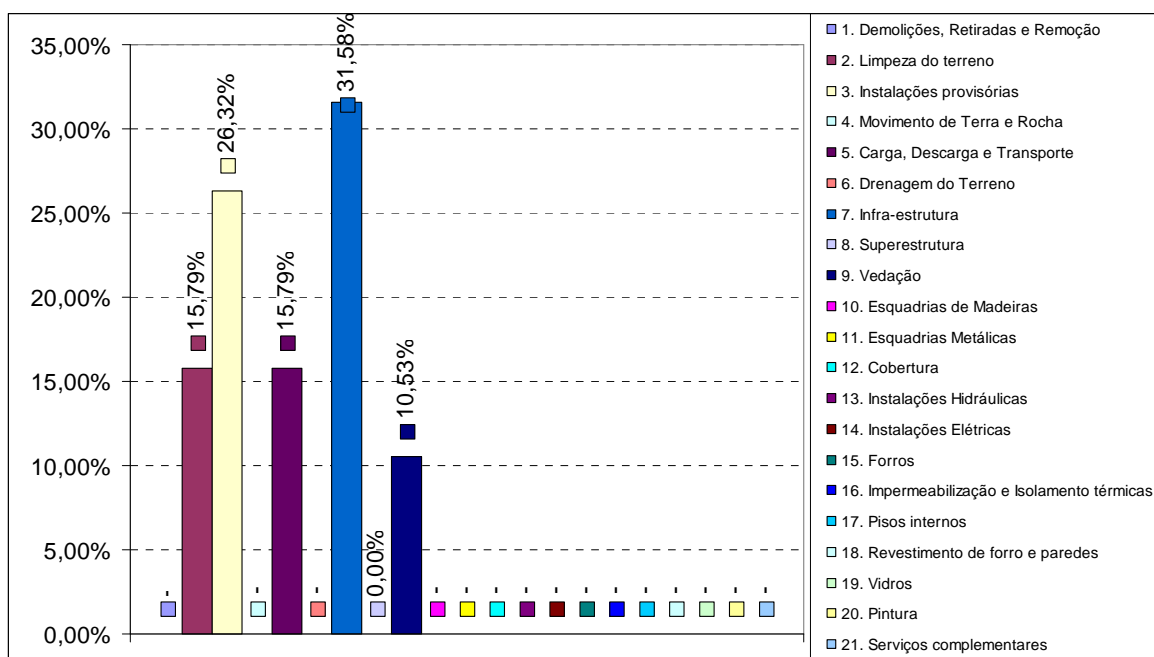
**Gráfico 6.3.3. - Porcentagem de RCD's gerados nas etapas construtivas - Obra C**



Na obra D, a etapa que apresentou maior destaque na geração de resíduos de construção e demolição foi a execução da infra-estrutura (execução da fundação e fixação

de pilares metálicos), devido as aparas metálicas geradas pelo corte dos perfis metálicos, conforme Gráfico 6.3.4.

**Gráfico 6.3.4 - Porcentagem de RCD's gerados nas etapas construtivas - Obra D**



## 6.4 RESULTADO DA QUANTIFICAÇÃO DA GERAÇÃO DE RCD'S

A obtenção dos dados contidos na tabela 6.4.1 deu-se através do controle de pedidos da empresa prestadora de serviços de recolhimento de entulho.

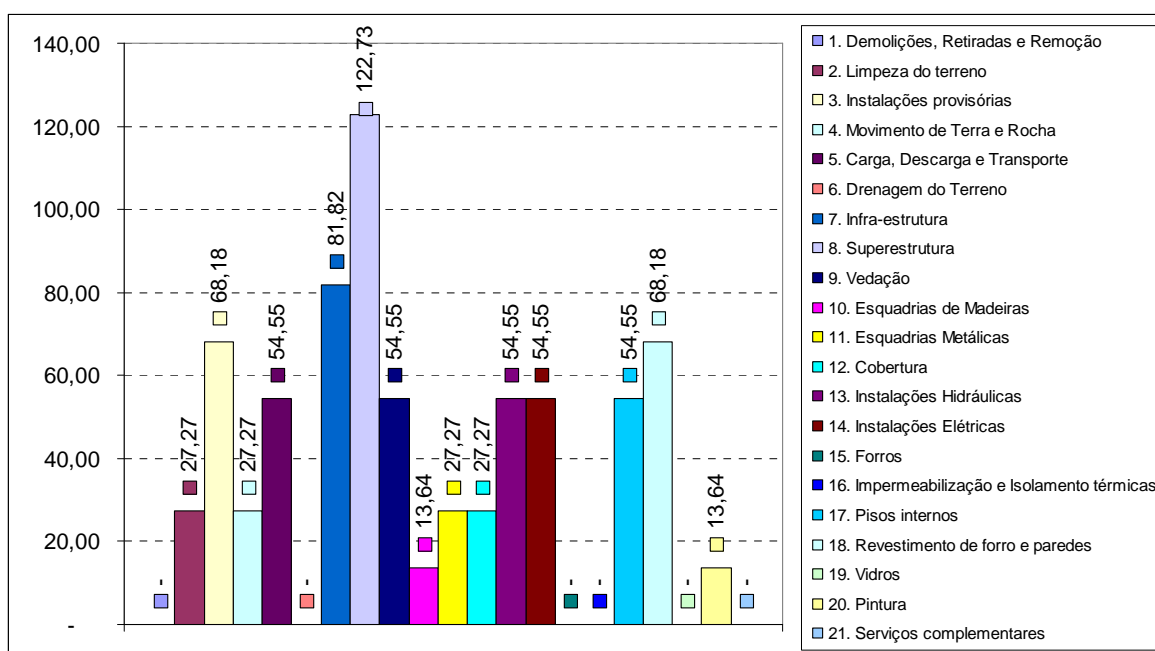
**Tabela 6.4.1 – Quantificação de Resíduos de Construção e Demolição**

OBRA	QUANTIDADE		VOLUME		VOLUME TOTAL DE RCD's (m <sup>3</sup> )
	CAÇAMBAS (unidades)	CAMINHÕES (viagens)	CAÇAMBAS (m <sup>3</sup> )	CAMINHÕES (m <sup>3</sup> )	
A	50,00	50,00	250,00	500,00	750,00
B	11,00	118,00	55,00	1180,00	1.235,00
C	6,00	16,00	30,00	160,00	190,00
D	0,00	4,00	0,00	40,00	40,00

Através das informações obtidas no item 6.3 de caracterização dos RCD's nos canteiros-de-obras, foi determinada a porcentagem de geração do RCD's em cada etapa construtiva das 21 etapas pesquisadas. Deste modo, tornou-se possível conhecer o volume ( $m^3$ ) de RCD's gerados em cada etapa construtiva, por meio da multiplicação da porcentagem de cada etapa construtiva pelo o volume total de RCD's conhecido no item 6.4 para cada obra pesquisada. Assim, obtêm-se o gráfico 6.4.1 para Obra A, gráfico 6.4.2 para Obra B, gráfico 6.4.3 para Obra C e o gráfico 6.4.4 para Obra D.

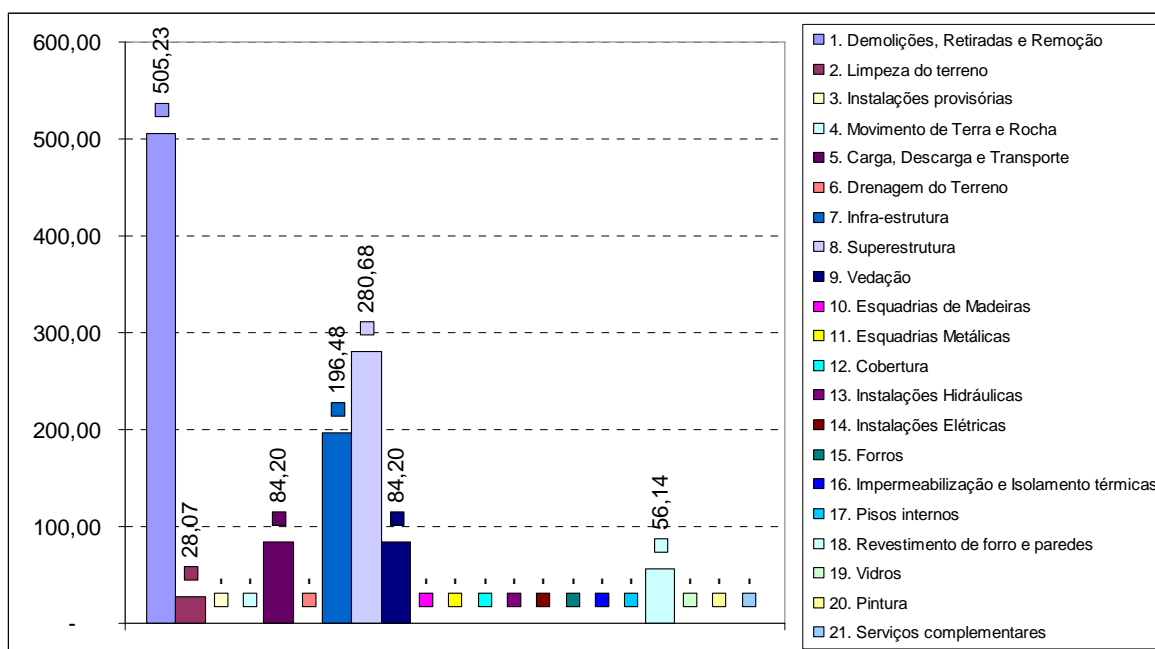
Na obra A, conforme gráfico 6.4.1, o volume de resíduos gerados na superestrutura é de aproximadamente  $122,73 m^3$ . Por meio deste gráfico, é possível determinar o tamanho do local necessário para o depósito destes resíduos.

**Gráfico 6.4.1 – Volume de RCD's gerados nas etapas construtivas ( $m^3$ ) - Obra A**



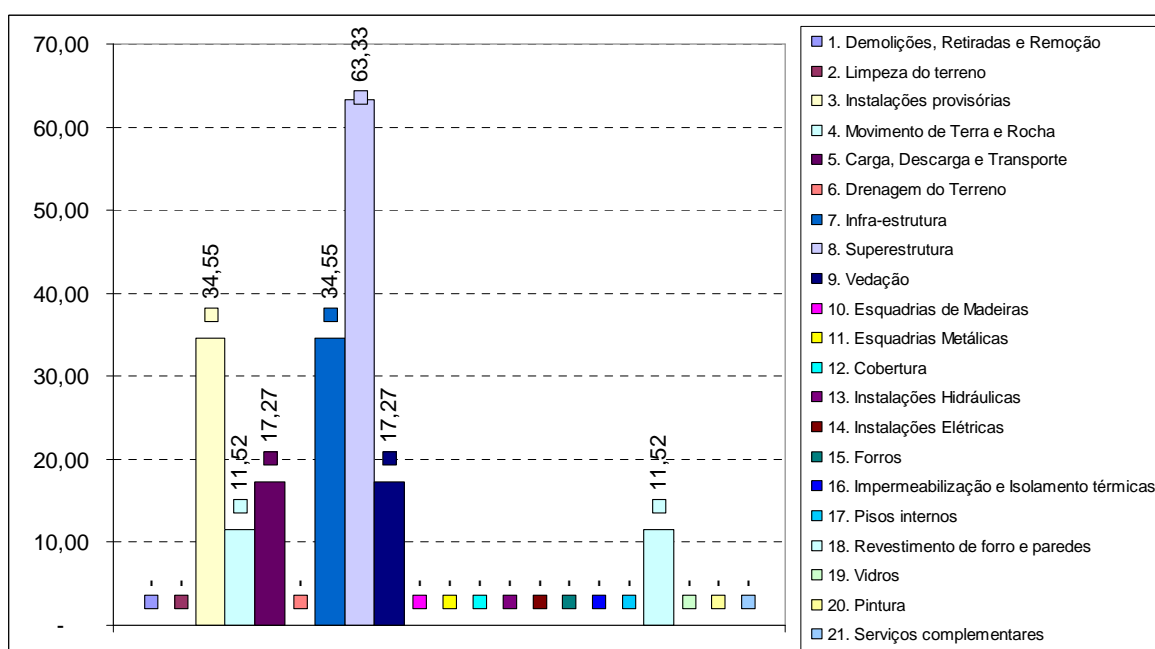
Na obra B, conforme gráfico 6.4.2, a etapa causadora de maior geração de RCD's foram as demolições, que geraram um montante de  $505,23 m^3$  de resíduos de construção e demolição. Quantidade considerável de concreto e alvenaria que poderiam passar por processos de transformação em matéria-prima, para novos produtos.

**Gráfico 6.4.2 – Volume de RCD's gerados nas etapas construtivas (m<sup>3</sup>) - Obra B**



Na obra C, conforme o gráfico 6.4.3, a superestrutura apresentou um volume de 63,33 m<sup>3</sup> de resíduos de construção e demolição. A necessidade da confecção de fôrmas para cada tipo de elemento estrutural influencia no volume de resíduos. A obra C apresentava aspectos arquitetônicos que não possibilitarem a utilização do mesmo jogo de fôrmas mais de uma vez.

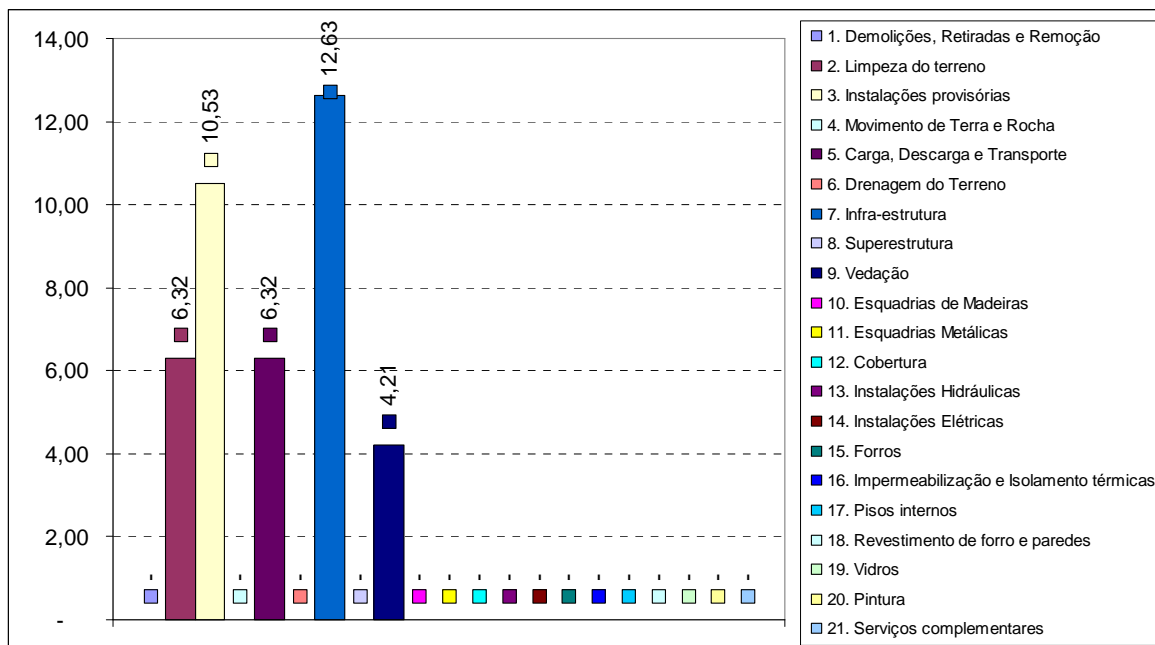
**Gráfico 6.4.3 – Volume de RCD's gerados nas etapas construtivas (m<sup>3</sup>) - Obra C**



Na obra D, conforme gráfico 6.4.4, o volume total gerado de resíduos foi pequeno comparado às outras obras, devido a obra pesquisada estar em fase construtiva inicial.

Destacam-se, conforme gráfico 6.4.4, os resíduos de instalações provisórias do terreno e infra-estrutura, com volumes de 10,53m<sup>3</sup> e 12,63m<sup>3</sup>, respectivamente.

**Gráfico 6.4.4 – Volume de RCD's gerados nas etapas construtivas (m<sup>3</sup>) - Obra D**



## 7. CONCLUSÃO

---

A minimização de resíduos de construção e demolição envolve diversos segmentos da construção civil e etapas construtivas. A abordagem deste tema enfatiza a necessidade de um controle maior da geração deste tipo de resíduos, através de um melhor controle, desde a concepção do projeto até a execução da obra.

Na concepção do projeto, o auxílio de *check-list* permite o controle de possíveis equívocos que venham a acontecer durante a execução da obra através da compatibilização dos projetos arquitetônico e complementares. As obras pesquisadas apresentaram compatibilização durante o processo de elaboração do projeto executivo e, em alguns casos, um maior controle de desenhos e detalhamentos. Obras que apresentavam maior complexidade apresentaram maior grau de detalhamento.

A quantificação da geração de resíduos de construção e demolição busca verificar a etapa construtiva mais significativa na questão volume de resíduo gerado. Os valores das quantidades de resíduos gerados em cada obra pesquisada foram conhecidos através do controle de caçambas e caminhões que retiravam o entulho. Através da multiplicação da porcentagem obtida na caracterização dos RCD's no canteiro-de-obras em cada etapa construtiva, foi possível determinar o volume de RCD's em cada etapa e assim poder justificar, para um futuro depósito deste material, o tamanho e tipo de sistema de controle, a fim de minimizar os impactos ambientais.

De acordo com a caracterização dos RCD's nos canteiros-de-obras e conhecidas as porcentagem de cada etapa construtiva na quantificação, transformou-se essas porcentagem em volumes, permanecendo os itens já citados como maiores gerações de RCD's.

A metodologia empregada nesta pesquisa permitiu apontar medidas que possibilitem a redução na geração de RCD's, na aquisição de materiais, no controle de qualidade, na etapa construtiva e determinar volumes gerados dos resíduos.

As medidas minimizadoras na obra A apresentaram nos itens pisos (60,0%), pedras (60,0%), azulejos (60,0%), materiais elétricos (60,0%) e materiais hidráulicos (60,0%) e a obra B apresentaram nos itens pisos (46,67%), pedras (46,67%) e azulejos (46,67%), um maior controle para evitar perdas, isso devido ao valor agregado destes materiais.

Na obra C, as medidas minimizadoras, o item aço apresentou 40,0% de controle de material, cuidado diferenciado devido à fase em que a obra se encontrava (superestrutura). Na obra D, como o sistema construtivo adotado se diferenciava das demais obras, o controle de material destacou-se nos materiais metálico (73,33%) e gesso (73,33%), pois a sua estrutura e seu fechamento, são em grande maioria, realizados com estes materiais.

Os gráficos de porcentagem de ação minimizadora permitiram a comparação entre todas as obras pesquisadas, pois independem da fase da obra. A ação minimizadora relaciona-se com as ações que os materiais listados no *check-list* sofrem para sua utilização. Em uma análise global de todas as obras, o item controle de qualidade do produto destaca-se em cem por cento de procedimentos utilizados para reduzir a sua perda. Outros itens do controle de qualidade devem ser analisados individualmente, como: substituição de materiais e substituição dos métodos construtivos, pois em alguns casos, os materiais a serem utilizados na execução do empreendimento possuem especificações técnicas de manuseio, armazenamento e memorial descrito. Na substituição dos métodos construtivos, devem ser analisadas as questões das definições do projeto e o contrato com proprietário.

A obra A, dentre todas as outras obras pesquisadas, apresentou com maior quantidade de frentes de serviços e por isso apresentou maior quantidade de ações minimizadoras empregadas ao mesmo tempo.

Na caracterização dos resíduos de construção e demolição nos canteiros-de-obras, a obra A, na etapa superestrutura, apresentou uma porcentagem elevada (16,36%) comparada a outros itens pesquisados na própria obra. Em visita *in loco* notou-se este alto índice devido à utilização de fôrmas de outras obras e que estavam sem condições de uso. Observando todas as frentes de serviços que estavam sendo executadas na obra A, percebeu-se um equilíbrio de valores. Com este tipo de informação é possível aumentar e buscar soluções para um controle rigoroso na etapa que apresenta maior geração de RCD's.

Na obra B, a caracterização dos RCD's teve como principal fator a demolição das edificações existentes, totalizado 40,91%, quase o dobro do segundo item, superestrutura, com 22,73%. A obra C apresentou maior índice de geração com a superestrutura (33,33%), devido ao fato que o projeto não apresentava repetições de fôrmas, o que acarretou a perda de madeira e chapas compensadas. Na obra D o que chamou atenção foi a infra-estrutura, com 31,58%. Apesar de estar na etapa de execução de fundações, a geração de resíduos estava relacionada com o preparo e lançamento do concreto.



Notou-se que a obra B, para um comparativo geral, foi a que apresentou maior possibilidade de ocorrência de impactos ambientais e outros tipos de impactos, justificado pelo volume de resíduos gerados durante as demolições.

A proposta utilizada nesta pesquisa para o diagnóstico de RCD's gerados em obras de engenharia permitiu avaliar quais etapas das obras geram mais resíduos. Isso servirá para se organizar melhor o canteiro-de-obras nesta etapa. Também o processo construtivo utilizado poderá ser revisto ou aprimorado, destacando-se pontos que necessitem de um melhor controle de tecnologia construtiva utilizada.

Em outro ponto que merece destaque é que esta proposta poderá ser utilizada em um grande número de empreendimentos, fornecendo um banco de dados completo para evitar perdas e desperdícios em obras futuras.

Cabe destacar que todo o procedimento utilizado nesta pesquisa pode ser informatizado, ou seja, pode ser desenvolvido um programa computacional que gere automaticamente os resultados, em tempo real, para que resultados de controle de perdas e desperdícios possam ser adotados rapidamente.

Como se percebe, é uma proposta de sistematização para o diagnóstico de geração de RCD's em obras de engenharia que vem ao encontro da busca de melhoria de qualidade em empreendimentos civis, reduzindo e identificando as perdas e desperdícios nas etapas construtivas, ao mesmo tempo em que, indiretamente, contribui para a preservação ambiental em centros urbanos.

Para futuros estudos sobre o assunto e continuação desta pesquisa, destacam-se alguns pontos que podem ser abordados:

- A melhoria dos insumos, na questão de adicionar materiais e tecnologias;
- A possibilidade de que, através de quantificação dos materiais utilizados na execução da obra, seja possível estimar a volume de resíduos de construção e demolição;
- Determinar, a partir do conhecimento do volume de resíduos de construção e demolição gerados em cada etapa construtiva, locais adequados e com capacidade suficiente para este material; e
- Incrementar, com novos itens, cada etapa utilizada nos empreendimentos para a análise e diagnóstico dos RCD's gerados.

## 8. REFERÊNCIAS

---

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação*. Rio de Janeiro, 2004.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15.112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 2004.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15.113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 2004.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15.114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 2004.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15.115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos*. Rio de Janeiro, 2004.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15.116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2004.
7. AGOPYAN, Vahan; SOUZA, Ubiraci E. L, [et al). *Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiro-de-obras*. Capítulo 10. Inovação, Gestão e Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. Coletânea Habitare. Vol 2.
8. ANGELIS NETO, Generoso de. *As Deficiências nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais causados por resíduos sólidos urbanos: o caso de Maringá/PR*. Tese (doutorado) - Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 1999.
9. ÂNGULO, Sérgio Cirelli. *Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados*. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

10. BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n 307, de 05 de julho de 2002. *Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº. 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.
11. BELINE, Ederaldo Luiz. *Impactos ambientais causados pela deposição de resíduos de construção e demolição no município de Maringá/PR*. Maringá/PR, 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá/PR. Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação.
12. CARNEIRO, A. P. *et al* – *Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção*. Salvador, BA, 2001, 312 p, EDUFBA.
13. DIAS, João Fernando. *Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo*. / J.F. Dias. -- ed.rev. - São Paulo, 2004. p.251 Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.
14. JOHN, Vanderley M. *Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. São Paulo, 2000 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.
15. JOHN, Vanderley M. *Novas tecnologias para a construção habitacional*. In: Simpósio Engenharia de Produção, 2., 1995, Bauru. Anais. Bauru, 1995
16. MASCARÓ, Juan Luis. *O custo das Decisões Arquitetônicas*. Porto Alegre, 2004 180p. 3º Edição.
17. MONTEIRO, José Henrique Penido, [et al.]; *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
18. PALIARI, José Carlos. *Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiro-de-obras de edifícios*. São Paulo : EPUSP, 1999. 20 p. - (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil)

19. PINTO, Tarcísio de Paula. *Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. São Paulo, 1999. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.
20. PINTO, Tarcísio de Paula, [et. al.]; *Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: A experiência do Sinduscon-SP*. São Paulo: Obra Limpa. 2005.
21. PMM. *Caracterização dos resíduos sólidos residenciais e comerciais da cidade de Maringá/PR*. Relatório Técnico de Projeto de Prestação de Serviço. 2007.
22. SAPATA, Sonia Moreira Molina. *Diagnóstico e proposta para gerenciamento da construção civil no município de Maringá/PR-PR*. Florianópolis – SC, 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.
23. SILVEIRA, Geraldo Tadeu Rezende. *Metodologia de caracterização dos resíduos sólidos, como base para uma gestão ambiental. Estudo de caso: Entulhos da construção civil em Campinas – São Paulo*. Campinas – SP, 1993. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil de Campinas – Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Hidráulica e Saneamento.
24. SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; et al. *Os valores das perdas de materiais nos canteiros-de-obras do Brasil*. Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Soluções para o Terceiro Milênio. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Depto de Engenharia de Construção Civil. PCC-USP, São Paulo, SP. 1998.
25. VIOLIN, Ronan Y. T.; et al. *Compatibilização de projetos – Metodologia para redução de resíduos de construção e demolição*. II Congresso Internacional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano – MADEHUMAN II. Anais. Foz do Iguaçu. PR, 2007.
26. ZORDAN, Sérgio Eduardo. *Utilização do Entulho como Agregado, na confecção do concreto*. Campinas - SP, 1997. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas.

## 9. APÊNDICES

### 9.1 APÊNDICE A – CONCEPÇÃO DE PROJETOS E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

#### 9.1.1 – CONCEPÇÃO DE PROJETOS – OBRA A

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO
<i>1</i>	<i>Estudo regional de fornecedores e mão-de-obra</i>				
	Verificação de fornecedores	Sim		Não	A empresa possui carteira de fornecedores credenciados.
	Disponibilidade de material	Sim		Não	
	Prazo de entrega	Sim		Não	
	Disponibilidade de mão-de-obra	Sim		Não	Mão-de-obra própria
<i>2</i>	<i>Estudo do projeto arquitetônico</i>				
	Forma do empreendimento	Sim		Não	Tamanho dos aptos e simetria.
	Altura do empreendimento	Sim		Não	Cota máxima.
	Coefficiente de aproveitamento de área	Sim		Não	Coefficiente máximo.
	Coefficiente de área permeável	Sim		Não	Área permitida.
	Elaboração da fachada	Sim		Não	Linhas retas e simetria.
	Posicionamento dos ambientes internos	Sim		Não	
	Criação de <i>shafts</i>	Sim		Não	Prumadas elétricas, hidráulicas.
	Detalhes arquitetônicos	Sim		Não	Detalhamento das paredes internas.
<i>3</i>	<i>Estudo do projeto de fundações</i>				
	Sondagens e reconhecimento dos horizontes	Sim		Não	
	Sistema de contenção	Sim		Não	Viabilidade de sistemas e custos
	Tipo de fundação	Sim		Não	Estacas escavadas
	Procedimento de execução	Sim		Não	Máquinas hidráulicas
<i>4</i>	<i>Estudo do projeto estrutural</i>				
	Método construtivo	Sim		Não	Concreto armado e fechamento em alvenaria.
	Tipo de estrutura	Sim		Não	Concreto armado protendido.
	Tipo de laje	Sim		Não	Pré-modalda devido aos custos e peso da estrutura.
	Módulo de elasticidade do concreto	Sim		Não	Especificado pelo calculista.
	Resistência do concreto	Sim		Não	Especificado pelo calculista.

*segue na próxima página*

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO	
4	<i>Estudo do projeto estrutural</i>					
	Cargas utilizadas para o dimensionamento		Sim		Não	Conforme uso e sistema adotado.
	Vazio nas lajes		Sim		Não	
	Vão entre pilares		Sim		Não	Modulações devido vagas de garagem.
5	<i>Estudo do Projeto Hidro-Sanitário, Prevenção contra Incêndio, Telefônico, Elétrico e Lógica</i>					
	Material que será utilizado		Sim		Não	
	Prumadas		Sim		Não	Localizados p/ criação de shafts.
	Sistema de coleta e reuso de água		Sim		Não	Para vãos sanitários e torneiras de limpeza.
	Sistema de refrigeração		Sim		Não	Abriço para condicionadores de ar.
	Sistema de aquecimento		Sim		Não	
6	<i>Estudo de revestimento</i>					
	Escolha do sistema de revestimento		Sim		Não	Conforme resistência e durabilidade.
	Estudo da argamassa para o revestimento externo		Sim		Não	
	Paginação do revestimento externo		Sim		Não	
	Paginação do revestimento interno		Sim		Não	
7	<i>Outros estudos que podem ser feitos para complementação dos demais projetos</i>					
	Estudo de vedação		Sim		Não	Tamanho do bloco cerâmico.
	Escolha do sistema de vedação		Sim		Não	
	Escolha do tipo e tamanho do bloco de vedação		Sim		Não	Melhor aproveitamento.
	Paginação da alvenaria		Sim		Não	

## 9.1.2 – CONCEPÇÃO DE PROJETOS – OBRA B

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO	
1	<i>Estudo regional de fornecedores e mão-de-obra</i>					
	Verificação de fornecedores		Sim		Não	A empresa possui carteira de fornecedores credenciados.
	Disponibilidade de material		Sim		Não	
	Prazo de entrega		Sim		Não	
	Disponibilidade de mão-de-obra		Sim		Não	Mão-de-obra própria
2	<i>Estudo do projeto arquitetônico</i>					
	Forma do empreendimento		Sim		Não	
	Altura do empreendimento		Sim		Não	
	Coefficiente de aproveitamento de área		Sim		Não	
	Coefficiente de área permeável		Sim		Não	
	Elaboração da fachada		Sim		Não	
	Posicionamento dos ambientes internos		Sim		Não	
	Criação de <i>shafts</i>		Sim		Não	Devido ao formato da edificação.
	Detalhes arquitetônicos		Sim		Não	Detalhamentos construtivos.
3	<i>Estudo do projeto de fundações</i>					
	Sondagens e reconhecimento dos horizontes do solo		Sim		Não	Área de demolição com edificação maior que a ser executada.
	Sistema de contenção		Sim		Não	Obra térrea.
	Tipo de fundação		Sim		Não	Estacas escavadas.
	Procedimento de execução		Sim		Não	Máquinas hidráulicas.
4	<i>Estudo do projeto estrutural</i>					
	Método construtivo		Sim		Não	Concreto armado e fechamento em alvenaria.
	Tipo de estrutura		Sim		Não	Concreto armado protendido.
	Tipo de laje		Sim		Não	Pré-modalda devido aos custos e peso da estrutura.
	Módulo de elasticidade do concreto		Sim		Não	Especificado pelo calculista.
	Resistência do concreto		Sim		Não	Especificado pelo calculista.
	Cargas utilizadas para o dimensionamento		Sim		Não	Conforme uso e sistema adotado.
	Vazio nas lajes		Sim		Não	
	Vão entre pilares		Sim		Não	Modulações, devido a área comercial.

segue na próxima página

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO
5	<i>Estudo do Projeto Hidro-Sanitário, Prevenção contra Incêndio, Telefônico, Elétrico e Lógica</i>				
	Material que será utilizado		Sim		Não
	Prumadas		Sim		Não
	Sistema de coleta e reuso de água		Sim		Não
	Sistema de refrigeração		Sim		Não
	Sistema de aquecimento		Sim		Não
6	<i>Estudo de revestimento</i>				
	Escolha do sistema de revestimento		Sim		Não
	Estudo da argamassa para o revestimento externo		Sim		Não
	Paginação do revestimento externo		Sim		Não
	Paginação do revestimento interno		Sim		Não
7	<i>Outros estudos que podem ser feitos para complementação dos demais projetos</i>				
	Estudo de vedação		Sim		Não
	Escolha do sistema de vedação		Sim		Não
	Escolha do tipo e tamanho do bloco de vedação		Sim		Não
	Paginação da alvenaria		Sim		Não



## 9.1.3 – CONCEPÇÃO DE PROJETOS – OBRA C

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO	
1	<i>Estudo regional de fornecedores e mão-de-obra</i>					
	Verificação de fornecedores		Sim		Não	A empresa possui carteira de fornecedores credenciados.
	Disponibilidade de material		Sim		Não	
	Prazo de entrega		Sim		Não	
	Disponibilidade de mão-de-obra		Sim		Não	Mão-de-obra própria
2	<i>Estudo do projeto arquitetônico</i>					
	Forma do empreendimento		Sim		Não	Melhor ventilação, iluminação.
	Altura do empreendimento		Sim		Não	Altura máxima.
	Coefficiente de aproveitamento de área		Sim		Não	Aproveitamento máximo.
	Coefficiente de área permeável		Sim		Não	Exigido.
	Elaboração da fachada		Sim		Não	
	Posicionamento dos ambientes internos		Sim		Não	Conforme necessidades.
	Criação de <i>shafts</i>		Sim		Não	
	Detalhes arquitetônicos		Sim		Não	Detalhamentos construtivos.
3	<i>Estudo do projeto de fundações</i>					
	Sondagens e reconhecimento dos horizontes do solo		Sim		Não	Área de demolição com edificação maior que a ser executada.
	Sistema de contenção		Sim		Não	Murro de arrimo.
	Tipo de fundação		Sim		Não	Estacas escavadas.
	Procedimento de execução		Sim		Não	Máquinas hidráulicas.
4	<i>Estudo do projeto estrutural</i>					
	Método construtivo		Sim		Não	Concreto armado e fechamento em alvenaria.
	Tipo de estrutura		Sim		Não	Concreto armado protendido.
	Tipo de laje		Sim		Não	Pré-modalda devido aos custos e peso da estrutura.
	Módulo de elasticidade do concreto		Sim		Não	Especificado pelo calculista.
	Resistência do concreto		Sim		Não	Especificado pelo calculista.
	Cargas utilizadas para o dimensionamento		Sim		Não	Conforme uso e sistema adotado.
	Vazio nas lajes		Sim		Não	
	Vão entre pilares		Sim		Não	

segue na próxima página

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO
5	<i>Estudo do Projeto Hidro-Sanitário, Prevenção contra Incêndio, Telefônico, Elétrico e Lógica</i>				
	Material que será utilizado		Sim		Não
	Prumadas		Sim		Não
	Sistema de coleta e reuso de água		Sim		Não
	Sistema de refrigeração		Sim		Não
	Sistema de aquecimento		Sim		Não
6	<i>Estudo de revestimento</i>				
	Escolha do sistema de revestimento		Sim		Não
	Estudo da argamassa para o revestimento externo		Sim		Não
	Paginação do revestimento externo		Sim		Não
	Paginação do revestimento interno		Sim		Não
7	<i>Outros estudos que podem ser feitos para complementação dos demais projetos</i>				
	Estudo de vedação		Sim		Não
	Escolha do sistema de vedação		Sim		Não
	Escolha do tipo e tamanho do bloco de vedação		Sim		Não
	Paginação da alvenaria		Sim		Não

## 9.1.4 – CONCEPÇÃO DE PROJETOS – OBRA D

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO
1	<i>Estudo regional de fornecedores e mão-de-obra</i>				
	Verificação de fornecedores	Sim		Não	A empresa possui carteira de fornecedores credenciados.
	Disponibilidade de material	Sim		Não	
	Prazo de entrega	Sim		Não	
	Disponibilidade de mão-de-obra	Sim		Não	Mão-de-obra própria
2	<i>Estudo do projeto arquitetônico</i>				
	Forma do empreendimento	Sim		Não	Melhor ventilação, iluminação.
	Altura do empreendimento	Sim		Não	Altura máxima.
	Coefficiente de aproveitamento de área	Sim		Não	Aproveitamento máximo.
	Coefficiente de área permeável	Sim		Não	Exigido.
	Elaboração da fachada	Sim		Não	
	Posicionamento dos ambientes internos	Sim		Não	Conforme necessidades.
	Criação de <i>shafts</i>	Sim		Não	
	Detalhes arquitetônicos	Sim		Não	Detalhamentos construtivos.
3	<i>Estudo do projeto de fundações</i>				
	Sondagens e reconhecimento dos horizontes do solo	Sim		Não	Área de demolição com edificação maior que a ser executada.
	Sistema de contenção	Sim		Não	Murro de arrimo.
	Tipo de fundação	Sim		Não	Estacas escavadas manualmente.
	Procedimento de execução	Sim		Não	
4	<i>Estudo do projeto estrutural</i>				
	Método construtivo	Sim		Não	Estrutura metálica e fechamento em placas.
	Tipo de estrutura	Sim		Não	Estrutura metálica.
	Tipo de laje	Sim		Não	
	Módulo de elasticidade do concreto	Sim		Não	Especificado pelo calculista.
	Resistência do concreto	Sim		Não	Especificado pelo calculista.
	Cargas utilizadas para o dimensionamento	Sim		Não	Conforme uso e sistema adotado.
	Vazio nas lajes	Sim		Não	
	Vão entre pilares	Sim		Não	Modulação para aproveitamento de material.

*segue na próxima página*

ITEM	ETAPA	REALIZADO			PROCEDIMENTO ADOTADO
5	<i>Estudo do Projeto Hidro-Sanitário, Prevenção contra Incêndio, Telefônico, Elétrico e Lógica</i>				
	Material que será utilizado		Sim	■	Não
	Prumadas	■	Sim		Não
	Sistema de coleta e reuso de água		Sim	■	Não
	Sistema de refrigeração	■	Sim		Não
	Sistema de aquecimento		Sim	■	Não
6	<i>Estudo de revestimento</i>				
	Escolha do sistema de revestimento	■	Sim		Não
	Estudo da argamassa para o revestimento externo		Sim	■	Não
	Paginação do revestimento externo		Sim	■	Não
	Paginação do revestimento interno		Sim	■	Não
7	<i>Outros estudos que podem ser feitos para complementação dos demais projetos</i>				
	Estudo de vedação	■	Sim		Não
	Escolha do sistema de vedação	■	Sim		Não
	Escolha do tipo e tamanho do bloco de vedação		Sim	■	Não
	Paginação da alvenaria		Sim	■	Não

## 9.1.5 – COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS – OBRA A

ITEM	ETAPA	REALIZADO		PROC. ADOTADO	POSSIBILIDADE DE REDUÇÃO
		SIM	NÃO		
1	Conferências das prumadas de <b>água-fria</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
2	Conferências das prumadas de <b>água-quente</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Não utiliza este sistema hidráulico	
3	Conferências das prumadas de <b>esgoto</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
4	Conferências das prumadas de <b>águas pluviais</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
5	Conferências das prumadas da <b>tubulação para passagem elétrica</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
6	Conferências do tamanho do elemento estrutural em locais de passagem, portas e janelas.			Conferência com quadro de esquadrias e projeto estrutural	
7	Conferências das dimensões dos projetos estruturais e arquitetônicos com o código de obras do município			Conferência com projeto arquitetônico e estrutural por meio de sobreposição.	
8	Modulação da alvenaria			Projeto não desenvolvido	
9	Modulação do piso - paginação do assentamento dos pisos			Detalhamento de assentamento e marcação do início do assentamento	Cortes nas placas cerâmicas desnecessários; melhor aproveitamento de assentamento; aumento na produtividade/homem.
10	Modulação do azulejo - paginação do assentamento dos azulejos			Detalhamento de assentamento e marcação do início do assentamento	Cortes nas placas cerâmicas desnecessários; melhor aproveitamento de assentamento; aumento na produtividade/homem.

## 9.1.6 – COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS – OBRA B

ITEM	ETAPA	REALIZADO		PROC. ADOTADO	POSSIBILIDADE DE REDUÇÃO
		SIM	NÃO		
1	Conferências das prumadas de <b>água-fria</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
2	Conferências das prumadas de <b>água-quente</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Não utiliza este sistema hidráulico	
3	Conferências das prumadas de <b>esgoto</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
4	Conferências das prumadas de <b>águas pluviais</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
5	Conferências das prumadas da <b>tubulação para passagem elétrica</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
6	Conferências do tamanho do elemento estrutural em locais de passagem, portas e janelas.			Conferência com quadro de esquadrias e projeto estrutural	
7	Conferências das dimensões dos projetos estruturais e arquitetônicos com o código de obras do município			Conferência com projeto arquitetônico e estrutural por meio de sobreposição.	
8	Modulação da alvenaria			Projeto não desenvolvido	
9	Modulação do piso - paginação do assentamento dos pisos			Detalhamento de assentamento e marcação do início do assentamento	Cortes nas placas cerâmicas desnecessários; melhor aproveitamento de assentamento; aumento na produtividade/homem.
10	Modulação do azulejo - paginação do assentamento dos azulejos			Detalhamento de assentamento e marcação do início do assentamento	Cortes nas placas cerâmicas desnecessários; melhor aproveitamento de assentamento; aumento na produtividade/homem.

## 9.1.7 – COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS – OBRA C

ITEM	ETAPA	REALIZADO		PROC. ADOTADO	POSSIBILIDADE DE REDUÇÃO
		SIM	NÃO		
1	Conferências das prumadas de <b>água-fria</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
2	Conferências das prumadas de <b>água-quente</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Não utiliza este sistema hidráulico	
3	Conferências das prumadas de <b>esgoto</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
4	Conferências das prumadas de <b>águas pluviais</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
5	Conferências das prumadas da <b>tubulação para passagem elétrica</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias; fechamento de alvenaria; aumento da espessura de emboço e reboco.
6	Conferências do tamanho do elemento estrutural em locais de passagem, portas e janelas.			Conferência com quadro de esquadrias e projeto estrutural	
7	Conferências das dimensões dos projetos estruturais e arquitetônicos com o código de obras do município			Conferência com projeto arquitetônico e estrutural por meio de sobreposição.	
8	Modulação da alvenaria			Projeto não desenvolvido	
9	Modulação do piso - paginação do assentamento dos pisos			Detalhamento de assentamento e marcação do início do assentamento	Cortes nas placas cerâmicas desnecessários; melhor aproveitamento de assentamento; aumento na produtividade/homem.
10	Modulação do azulejo - paginação do assentamento dos azulejos			Detalhamento de assentamento e marcação do início do assentamento	Cortes nas placas cerâmicas desnecessários; melhor aproveitamento de assentamento; aumento na produtividade/homem.

## 9.1.8 – COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS – OBRA D

ITEM	ETAPA	REALIZADO		PROC. ADOTADO	POSSIBILIDADE DE REDUÇÃO
		SIM	NÃO		
1	Conferências das prumadas de <b>água-fria</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias.
2	Conferências das prumadas de <b>água-quente</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Não utiliza este sistema hidráulico	
3	Conferências das prumadas de <b>esgoto</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias.
4	Conferências das prumadas de <b>águas pluviais</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias.
5	Conferências das prumadas da <b>tubulação para passagem elétrica</b> para deixar as passagens nos elementos estruturais			Sobreposição de prancha para conferências de passagem e conferências da nomenclatura das prumadas	Quebras desnecessárias.
6	Conferências do tamanho do elemento estrutural em locais de passagem, portas e janelas.			Conferência com quadro de esquadrias e projeto estrutural	
7	Conferências das dimensões dos projetos estruturais e arquitetônicos com o código de obras do município			Conferência com projeto arquitetônico e estrutural por meio de sobreposição.	
8	Modulação da alvenaria			Projeto não desenvolvido	
9	Modulação do piso - paginação do assentamento dos pisos			Detalhamento de assentamento e marcação do início do assentamento	Cortes nas placas cerâmicas desnecessários; melhor aproveitamento de assentamento; aumento na produtividade/homem.
10	Modulação do azulejo - paginação do assentamento dos azulejos			Detalhamento de assentamento e marcação do início do assentamento	Cortes nas placas cerâmicas desnecessários; melhor aproveitamento de assentamento; aumento na produtividade/homem.



## 9.2 APÊNDICE B – AÇÕES MINIZADORAS

### 9.2.1 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS – OBRA A

ITEM	AÇÃO MINIMIZADORA	MATERIAL EMPREGADO												% de Ação Minimizadora
		1. TELHAS	2. VIDRO / ESQUADRIA	3. AREIA / BRITA	4. CIMENTO / CAL	5. PISOS / PEDRAS / AZULEJOS	6. CONCRETO / ARGAMASSAS	7. MADEIRAS	8. AÇO	9. TIJOLELOS	10. MAT. ELÉTRICO	11. MAT. HIDRÁULICO / SANITÁRIO	12. GESSO / MAT. METÁLICO	
1	Controle de qualidade do produto		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	91,7%
2	Mão-de-bra especializada		1			1	1	1	1		1	1	1	66,7%
3	Equipamentos modernos					1								8,33%
4	Controle de matéria-prima			1	1		1	1	1		1	1	1	66,7%
5	Resistências das embalagens					1					1	1	1	33,3%
6	Localização dos depósitos			1	1	1		1	1	1	1	1	1	75,0%
7	Infra-estrutura dos depósitos					1		1		1	1	1	1	50,0%
8	Dimensões das pilhas	1	1			1		1		1	1			50,0%
9	Adaptação de veículos		1											8,33%
10	Plano de cortes					1			1					16,7%
11	Cálculo do projeto	1	1			1			1		1	1	1	58,3%
12	Substituição dos materiais													0,00%
13	Substituição dos métodos construtivos													0,00%
14	Dimensões instaladas e projetadas		1						1			1	1	33,3%
15	Dimensões dos materiais e projetos		1						1			1	1	33,3%
<b>% de controle de MATERIAL</b>		<b>13,3%</b>	<b>46,7%</b>	<b>20,0%</b>	<b>20,0%</b>	<b>60,0%</b>	<b>20,0%</b>	<b>40,0%</b>	<b>53,3%</b>	<b>26,7%</b>	<b>53,3%</b>	<b>60,0%</b>	<b>60,0%</b>	

### 9.2.2 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS – OBRA B

ITEM	MATERIAL EMPREGADO AÇÃO MINIMIZADORA	MATERIAL EMPREGADO												% de Ação Minimizadora
		1. TELHAS	2. VIDRO / ESQUADRIA	3. AREIA / BRITA	4. CIMENTO / CAL	5. PISOS / PEDRAS / AZULEJOS	6. CONCRETO / ARGAMASSAS	7. MADEIRAS	8. AÇO	9. TIJOLOS	10. MAT. ELÉTRICO	11. MAT. HIDRÁULICO / SANITÁRIO	12. GESSO / MAT. METÁLICO	
1	Controle de qualidade do produto			1	1	1	1	1	1	1	1			100,0%
2	Mão-de-obra especializada							1	1		1			37,5%
3	Equipamentos modernos													0,0%
4	Controle de matéria-prima			1	1	1	1	1	1					75,0%
5	Resistências das embalagens													0,0%
6	Localização dos depósitos			1	1	1		1	1	1	1			87,5%
7	Infra-estrutura dos depósitos			1	1	1				1	1			62,5%
8	Dimensões das pilhas				1	1				1				37,5%
9	Adaptação de veículos					1								0,0%
10	Plano de cortes					1								12,5%
11	Cálculo do projeto					1								12,5%
12	Substituição dos materiais													0,0%
13	Substituição dos métodos construtivos													0,0%
14	Dimensões instaladas e projetadas													0,0%
15	Dimensões dos materiais e projetos													0,0%
<b>% de controle de MATERIAL</b>		<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>26,7%</b>	<b>33,3%</b>	<b>46,7%</b>	<b>13,3%</b>	<b>26,7%</b>	<b>26,7%</b>	<b>26,7%</b>	<b>26,7%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	

A obra B está na fase que não contempla os materiais: telhas, vidro e esquadrias, material hidráulico, gesso e material metálico.

### 9.2.3 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS – OBRA C

ITEM	MATERIAL EMPREGADO AÇÃO MINIMIZADORA	1. TELHAS	2. VIDRO / ESQUADRIA	3. AREIA / BRITA	4. CIMENTO / CAL	5. PISOS / PEDRAS / AZULEJOS	6. CONCRETO / ARGAMASSAS	7. MADEIRAS	8. AÇO	9. TIJOLOS	10. MAT. ELÉTRICO	11. MAT. HIDRÁULICO / SANITÁRIO	12. GESSO / MAT. METÁLICO	% de Ação Minimizadora
1	Controle de qualidade do produto		1	1	1		1	1	1	1				100,0%
2	Mão-de-obra especializada		1					1	1					42,9%
3	Equipamentos modernos													0,00%
4	Controle de matéria-prima		1	1	1		1							57,1%
5	Resistências das embalagens													0,00%
6	Localização dos depósitos		1	1	1			1	1	1				85,7%
7	Infra-estrutura dos depósitos			1	1				1	1				57,1%
8	Dimensões das pilhas		1		1			1		1				57,1%
9	Adaptação de veículos													0,00%
10	Plano de cortes													0,00%
11	Cálculo do projeto						1		1					28,6%
12	Substituição dos materiais													0,00%
13	Substituição dos métodos construtivos													0,00%
14	Dimensões instaladas e projetadas						1		1					28,6%
15	Dimensões dos materiais e projetos													0,00%
<b>% de controle de MATERIAL</b>		<b>0,0%</b>	<b>33,3%</b>	<b>26,7%</b>	<b>33,3%</b>	<b>0,0%</b>	<b>26,7%</b>	<b>26,7%</b>	<b>40,0%</b>	<b>26,7%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	

A obra C está na fase que não contempla os materiais: telhas, material elétrico, material hidráulico, gesso e material metálico.

### 9.2.4 – OS MATERIAIS E AS MEDIDAS MINIMIZADORAS – OBRA D

ITEM	AÇÃO MINIMIZADORA	MATERIAL EMPREGADO												% de Ação Minimizadora
		1. TELHAS	2. VIDRO / ESQUADRIA	3. AREIA / BRITA	4. CIMENTO / CAL	5. PISOS / PEDRAS / AZULEJOS	6. CONCRETO / ARGAMASSAS	7. MADEIRAS	8. AÇO	9. TILLOLOS	10. MAT. ELÉTRICO	11. MAT. HIDRÁULICO / SANITÁRIO	12. GESSO / MAT. METÁLICO	
1	Controle de qualidade do produto			1	1		1	1	1	1			1	100,0%
2	Mão-de-obra especializada							1					1	28,6%
3	Equipamentos modernos												1	14,3%
4	Controle de matéria-prima			1	1		1		1	1			1	85,7%
5	Resistências das embalagens													0,0%
6	Localização dos depósitos			1	1			1	1	1			1	85,7%
7	Infra-estrutura dos depósitos			1	1			1		1			1	71,4%
8	Dimensões das pilhas				1			1		1			1	57,1%
9	Adaptação de veículos													0,0%
10	Plano de cortes							1						14,3%
11	Cálculo do projeto							1	1				1	42,8%
12	Substituição dos materiais													0,0%
13	Substituição dos métodos construtivos												1	14,3%
14	Dimensões instaladas e projetadas								1				1	28,6%
15	Dimensões dos materiais e projetos												1	14,3%
<b>% de controle de MATERIAL</b>		<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>26,7%</b>	<b>33,3%</b>	<b>0,0%</b>	<b>13,3%</b>	<b>46,7%</b>	<b>33,3%</b>	<b>33,3%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>73,3%</b>	

A obra D está na fase que não contempla os materiais: telhas, vidro, esquadrias, pisos, pedras e azulejos, material elétrico e material hidráulico.

### 9.3 APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

#### 9.3.1 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – OBRA A

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO				% de RCD's conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
				SIM		NÃO		
1	Limpeza do terreno	Corte de capoeira fina		SIM	1	NÃO	3,64%	
2		Terra	1	SIM		NÃO		
3		Raspagem e limpeza do terreno	Pedra		SIM	1		NÃO
4			Vegetais	1	SIM			NÃO
5	Instalações provisórias	Madeira	1	SIM		NÃO	9,09%	
6		Construção de abrigo provisório	Argamassa		SIM	1		NÃO
7			Telhas	1	SIM			NÃO
8			Pregos	1	SIM			NÃO
9			Construção de tapumes e bandeja salva vidas	Tábuas	1	SIM		
10		Pranchões de madeira		1	SIM			NÃO
11		Abertura e revestimento de poços	Material rochoso		SIM	1		NÃO
12			Solo		SIM	1		NÃO
13			Blocos		SIM	1		NÃO
14			Argamassa		SIM	1		NÃO
15	Movimento de Terra e Rocha	Escavações em solo e rocha	Solo	1	SIM		3,64%	
16			Resíduos rochosos		SIM	1		NÃO
17		Execução de muros de arrimo, gabiões e taludes	Pedra		SIM	1		NÃO
18			Argamassa		SIM	1		NÃO
19			Solo	1	SIM			NÃO
20			Rocha		SIM	1		NÃO
21	Carga, Descarga e Transporte	Carga, descarga e transporte de materiais	Materiais a granel	1	SIM		7,27%	
22			Blocos	1	SIM			NÃO
23			Telhas		SIM	1		NÃO
24			Ladrilhos		SIM	1		NÃO
25			Azulejos	1	SIM			NÃO
26			Cimentos	1	SIM			NÃO

segue próxima página...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD'S conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
27	Escavação de valas	Solos		SIM	1	NÃO	10,91%
28		Rocha		SIM	1	NÃO	
29	Escoramento, lastro, drenagem e assentamento	Pranchas de madeira		SIM	1	NÃO	
30		Areia		SIM	1	NÃO	
31		Brita		SIM	1	NÃO	
32		Concreto		SIM	1	NÃO	
33		Juntas de tubos cerâmicos e de concreto		SIM	1	NÃO	
34		Concretagem de tubulões	Concreto	1	SIM		
35	Preparo de armaduras	Sobras de aços	1	SIM		NÃO	
36	Preparo de concreto estrutural	Areia	1	SIM		NÃO	
37		Brita	1	SIM		NÃO	
38		Cimento	1	SIM		NÃO	
39	Lançamento e aplicação do concreto estrutural	Concreto	1	SIM		NÃO	
40	Confecção de fôrmas	Tábuas	1	SIM		NÃO	16,36%
41		Chapas de madeira	1	SIM		NÃO	
42		Chapas metálicas		SIM	1	NÃO	
43	Confecção de armaduras	Sobras de aço	1	SIM		NÃO	
44		Arames	1	SIM		NÃO	
45	Preparo do concreto estrutural	Areia	1	SIM		NÃO	
46		Brita	1	SIM		NÃO	
47		Cimento	1	SIM		NÃO	
48	Lançamento e aplicação do concreto	Concreto	1	SIM		NÃO	
49	Regularização e acabamento da superfície de concreto	Concreto	1	SIM		NÃO	
50	Construção de alvenaria estrutural	Concreto		SIM	1	NÃO	

segue próxima pagina...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO				% de RCD'S conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
51	Vedação	Cal	1	SIM		NÃO	7,27%	
52		Areia	1	SIM		NÃO		
53		Tijolos cerâmicos furados e laminados	1	SIM		NÃO		
54		Blocos de concreto		SIM	1	NÃO		
55		Blocos de vidro		SIM	1	NÃO		
56		Blocos sílico-calcários		SIM	1	NÃO		
57		Instalação de placas divisórias pré-fabricadas e divisórias leves	Painéis pré-fabricados		SIM	1		NÃO
58			Placas de granilite ou mármore e vidro fixo		SIM	1		NÃO
59			Gesso acartonado	1	SIM			NÃO
60		Execução de paredes com elementos vazados	Elementos vazados de concreto		SIM	1		NÃO
61	Esquadrias de Madeiras	Colocação de portas e janelas		SIM	1	NÃO	1,82%	
62		Peças de fixação	1	SIM		NÃO		
63		Chumbagem e acabamento	Argamassa		SIM	1		NÃO
64			Poliuretano expandido		SIM	1		NÃO
65	Esquadrias Metálicas	Aparas		SIM	1	NÃO	3,64%	
66		Colocação e acabamento de portas e janelas	Batentes de ferro		SIM	1		NÃO
67			Alumínio	1	SIM			NÃO
68			Argamassas		SIM	1		NÃO
69			Peças de fixação	1	SIM			NÃO
70	Confeção da estrutura de madeira		Lascas de madeira		SIM	1	NÃO	3,64%
71		Pregos		SIM	1	NÃO		
72	Confeção de estruturas metálicas	Aparas metálicas de alumínio e aço	1	SIM		NÃO		
73		Peças de fixação	1	SIM		NÃO		
74	Cobertura	Restos de telhas cerâmicas		SIM	1	NÃO		
75		Restos de telhas de fibrocimento		SIM	1	NÃO		
76		Aparas de chapas de aço		SIM	1	NÃO		
77		Telhas PVC		SIM	1	NÃO		
78		Telhas Madeira		SIM	1	NÃO		
79		Domos de fibra de vidro e acrílico		SIM	1	NÃO		

segue próxima pagina...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO				% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
80	Instalações Hidráulicas	Pedaços de concreto		SIM	1	NÃO	7,27%	
81		Alvenaria	1	SIM		NÃO		
82		Assentamento de tubos e conexões	Aparas de tubulações (PVC, tubos cerâmicos, de concreto simples ou armado, de cobre, de ferro fundido, aço galvanizado e fibrocimento).		SIM	1		NÃO
83			Material de rejuntamento	1	SIM			NÃO
84		Colocação de peças hidráulico-sanitárias	Peças defeituosas		SIM	1		NÃO
85			Material de vedação	1	SIM			NÃO
86			Argamassas de arremates	1	SIM			NÃO
87	Instalações Elétricas	Instalação de transformador e caixas de entrada	Argamassa de arremates	1	SIM		7,27%	
88		Assentamento de eletrodutos	Aparas de eletrodutos (ferro e PVC)		SIM	1		NÃO
89			Material de conexão	1	SIM			NÃO
90		Colocação de peças elétricas	Peças defeituosas		SIM	1		NÃO
91			Material de junção	1	SIM			NÃO
92			Argamassa de arremates	1	SIM			NÃO

segue próxima pagina...



ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO				% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
93	Pisos internos	Execução de lastro de concreto	1	SIM		NÃO	7,27%	
94		Assentamento de pisos cerâmicos e porcelanatos	Pedaços de cerâmicas	1	SIM			NÃO
95			Pedaços de porcelantos	1	SIM			NÃO
96			Argamassa	1	SIM			NÃO
97		Revestimento de pisos com tábua corrida	Pedaços de vigas		SIM	1		NÃO
98			Pedaços de caibros		SIM	1		NÃO
99			Material de fixação		SIM	1		NÃO
100		Colocação de tacos e parquetes de madeira	Restos de tacos e parquetes		SIM	1		NÃO
101			Material de fixação		SIM	1		NÃO
102		Assentamento de moisaco vidrosos, ladrilho de vidro, pastilhas de porcelana, cacos, granilites, placas de mármore, arenitos, granitos, placas de borracha, forração têxtil e chapas vinílicas	Material de fixação		SIM	1		NÃO
103			Lascas das peças empregadas		SIM	1		NÃO

segue próxima pagina...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO				% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA		
104	Revestimento de forro e paredes	Execução de chapisco, emboços e rebocos	Argamassa	1	SIM		NÃO	9,09%	
105			Areia	1	SIM		NÃO		
106		Assentamento de azulejos	Argamassa ou colas	1	SIM		NÃO		
107			Azulejos	1	SIM		NÃO		
108		Colocação de cantoneiras de alumínio em cantos externos de azulejos	Lascas de alumínio		SIM	1			NÃO
109		Assentamento de mosaico vidroso	Lascas de vidro		SIM	1			NÃO
110			Argamassas		SIM	1			NÃO
111		Assentamento de pastilhas de porcelana	Pastilhas	1	SIM				NÃO
112		Revestimento interno com forração vinílica e papel de parede	Tiras vinílicas e de papel de parede		SIM	1			NÃO
113		Lambris de chapas de fibra de madeira e de fibrocimento	Cortes de fibras de madeira e fibrocimento		SIM	1			NÃO
114		Assentamento de placas de mármore, cerâmica, arenito e pedra	Lascas de mármore, cerâmica, arenito e pedra		SIM	1			NÃO
115		Execução de pisos cimentados	Cimentos		SIM	1			NÃO
116		Execução de soleiras, rodapés, degraus e peitoris	Lascas de cerâmica		SIM	1			NÃO
117			Granilite		SIM	1			NÃO
118			Arenito		SIM	1			NÃO
119			Granitos		SIM	1			NÃO
120			Borrachas		SIM	1			NÃO
121			Chapas vinílicas		SIM	1			NÃO
122			Forração têxtil		SIM	1			NÃO
123		Vidros	Colocação de vidros	Lascas de vidros		SIM	1		
124	Massas de fixação				SIM	1		NÃO	
125	Gaxetas				SIM	1		NÃO	
126	Lascas das peças empregadas				SIM	1		NÃO	
127	Pintura	Pinturas em geral	Sobras de material de pintura	1	SIM		NÃO	1,82%	

**Somatório da Coluna 55**

Os dados contidos neste apêndice 9.3.1 referente a Obra A foram retirados das etapas construtivas que estão sendo executadas e/ou por meio de fotos.

## 9.3.2 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – OBRA B

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
1	Demolição de cobertura	Telhas cerâmicas	1	SIM		NÃO	
2		Telhas de fibrocimento	1	SIM		NÃO	
3		Perfis metálicos		SIM	1	NÃO	
4	Demolição da estrutura de telhados	Madeiras	1	SIM		NÃO	
5		Peças metálicas		SIM	1	NÃO	
6	Demolição de forro	Gesso		SIM	1	NÃO	
7		Tábua		SIM	1	NÃO	
8		PVC		SIM	1	NÃO	
9	Demolição de vigas	Barras de ferro		SIM	1	NÃO	
10		Concreto		SIM	1	NÃO	
11	Demolições, Retiradas e Remoção	Tábua corrida		SIM	1	NÃO	
12		Argamassa	1	SIM		NÃO	
13		Ladrilhos	1	SIM		NÃO	
14		Tacos		SIM	1	NÃO	
15		Demolição de pisos	Carpetes		SIM	1	NÃO
16			Material Vinílico		SIM	1	NÃO
17			Cerâmicos	1	SIM		NÃO
18			Pedras		SIM	1	NÃO
19			Pisos poliméricos (antiderrapantes)		SIM	1	NÃO
20			Demolição de Revestimentos	Azulejos	1	SIM	
21	Lambris	1		SIM	1	NÃO	
22	Argamassa			SIM	1	NÃO	
23	Madeira			SIM	1	NÃO	
24	Cortiça			SIM	1	NÃO	
25	Demolição de alvenaria	Blocos cerâmicos	1	SIM		NÃO	
26		Tijolos maciços ou furados	1	SIM		NÃO	
27		Blocos de concreto		SIM	1	NÃO	
28		Blocos de concreto celular		SIM	1	NÃO	
29		Concreto ciclópico		SIM	1	NÃO	
30		Pedras		SIM	1	NÃO	
31	Argamassas	1	SIM		NÃO		
32	Demolição de concreto	Concreto simples	1	SIM		NÃO	
33		Concreto armado	1	SIM		NÃO	
34	Demolição de pavimentação	Material asfáltico		SIM	1	NÃO	
35		Paralelepípedos		SIM	1	NÃO	
36		Pré-moldados de concreto		SIM	1	NÃO	

40,91%

segue próxima pagina...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA			
37	Demolição de sarjetas e meio-fios	Concreto simples		SIM	1	NÃO			
38	Retirada de portas e janelas	Portas	1	SIM		NÃO	2,27%		
39		Janelas	1	SIM		NÃO			
40		Batentes	1	SIM		NÃO			
41		Peças de encaixe	1	SIM		NÃO			
42	Retirada de esquadrias metálicas	Esquadrias	1	SIM		NÃO			
43	Remoção de pinturas	Cal		SIM	1	NÃO			
44		Têmpera		SIM	1	NÃO			
45		Óleo		SIM	1	NÃO			
46		Esmalte		SIM	1	NÃO			
47	Limpeza do terreno	Corte de capoeira fina		SIM	1	NÃO		2,27%	
48		Raspagem e limpeza do terreno	Terra	1	SIM		NÃO		
49			Pedra		SIM	1	NÃO		
50			Vegetais		SIM	1	NÃO		
51	Carga, Descarga e Transporte	Materiais a granel	1	SIM		NÃO	6,82%		
52		Blocos	1	SIM		NÃO			
53		Telhas		SIM	1	NÃO			
54		Ladrilhos		SIM	1	NÃO			
55		Azulejos		SIM	1	NÃO			
56		Cimentos	1	SIM		NÃO			
57	Infra-estrutura	Escavação de valas	1	SIM		NÃO	15,91%		
58		Rocha		SIM	1	NÃO			
59		Escoramento, lastro, drenagem e assentamento	Pranchas de madeira		SIM	1		NÃO	
60			Areia		SIM	1		NÃO	
61			Brita		SIM	1		NÃO	
62			Concreto		SIM	1		NÃO	
63			Juntas de tubos cerâmicos e de concreto		SIM	1		NÃO	
64			Concretagem de tubulões	Concreto	1	SIM			NÃO
65			Preparo de armaduras	Sobras de aços	1	SIM			NÃO
66		Preparo de concreto estrutural	Areia	1	SIM			NÃO	
67			Brita	1	SIM			NÃO	
68			Cimento	1	SIM			NÃO	
69		Lançamento e aplicação do concreto estrutural	Concreto	1	SIM			NÃO	

segue próxima pagina...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA		
70	Superestrutura	Tábuas	1	SIM		NÃO	22,73%	
71		Chapas de madeira	1	SIM		NÃO		
72		Chapas metálicas		SIM	1	NÃO		
73		Confecção de armaduras	Sobras de aço	1	SIM			NÃO
74			Arames	1	SIM			NÃO
75		Preparo do concreto estrutural	Areia	1	SIM			NÃO
76			Brita	1	SIM			NÃO
77			Cimento	1	SIM			NÃO
78		Lançamento e aplicação do concreto	Concreto	1	SIM			NÃO
79		Regularização e acabamento da superfície de concreto	Concreto	1	SIM			NÃO
80	Construção de alvenaria estrutural	Concreto	1	SIM		NÃO		
81	Vedação	Cal	1	SIM		NÃO	6,82%	
82		Areia	1	SIM		NÃO		
83		Confecção de alvenarias	Tijolos cerâmicos furados e laminados	1	SIM			NÃO
84			Blocos de concreto		SIM	1		NÃO
85			Blocos de vidro		SIM	1		NÃO
86		Blocos sílico-calcários		SIM	1	NÃO		
87		Instalação de placas divisórias pré-fabricadas e divisórias leves	Painéis pré-fabricados		SIM	1		NÃO
88			Placas de granilite ou mármore e vidro fixo		SIM	1		NÃO
89			Gesso acartonado		SIM	1		NÃO
90		Execução de paredes com elementos vazados	Elementos vazados de concreto		SIM	1		NÃO
91	Revestimento de forro e paredes	Execução de chapisco, emboços e rebocos	Argamassa	1	SIM		NÃO	4,55%
92		Areia	1	SIM		NÃO		
93		Assentamento de azulejos	Argamassa ou colas		SIM	1	NÃO	
94			Azulejos		SIM	1	NÃO	
95		Colocação de cantoneiras de alumínio em cantos externos de azulejos	Lascas de alumínio		SIM	1	NÃO	
96		Assentamento de mosaico vidroso	Lascas de vidro		SIM	1	NÃO	
97			Argamassas		SIM	1	NÃO	

segue próxima pagina...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA
98	Assentamento de pastilhas de porcelana	Pastilhas	SIM	1	NÃO	
99	Revestimento interno com forração vinílica e papel de parede	Tiras vinílicas e de papel de parede	SIM	1	NÃO	
100	Lambris de chapas de fibra de madeira e de fibrocimento	Cortes de fibras de madeira e fibrocimento	SIM	1	NÃO	
101	Assentamento de placas de mármore, cerâmica, arenito e pedra	Lascas de mármore, cerâmica, arenito e pedra	SIM	1	NÃO	
102	Execução de pisos cimentados	Cimentos	SIM	1	NÃO	
103	Execução de soleiras, rodapés, degraus e peitoris	Lascas de cerâmica	SIM	1	NÃO	
104		Granilite	SIM	1	NÃO	
105		Arenito	SIM	1	NÃO	
106		Granitos	SIM	1	NÃO	
107		Borrachas	SIM	1	NÃO	
108		Chapas vinílicas	SIM	1	NÃO	
109		Forração têxtil	SIM	1	NÃO	

#### Somatório da Coluna 44

Os dados contidos neste apêndice 9.3.2 referente a Obra B foram retirados das etapas construtivas que estão sendo executadas e/ou por meio de fotos.

### 9.3.3 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – OBRA C

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
1	Instalações provisórias	Madeira	1	SIM	NÃO	18,18%	
2		Argamassa	1	SIM	NÃO		
3		Telhas	1	SIM	NÃO		
4		Pregos	1	SIM	NÃO		
5		Construção de tapumes e bandeja salva vidas	Tábuas	1	SIM		NÃO
6			Pranchões de madeira	1	SIM		NÃO
7		Abertura e revestimento de poços	Material rochoso		SIM		1 NÃO
8			Solo		SIM		1 NÃO
9			Blocos		SIM		1 NÃO
10			Argamassa		SIM		1 NÃO
11	Movimento de Terra e Rocha	Escavações em solo e rocha	1	SIM	NÃO	6,06%	
12		Resíduos rochosos		SIM	1 NÃO		
13		Execução de muros de arrimo, gabiões e taludes	Pedra		SIM		1 NÃO
14			Argamassa	1	SIM		NÃO
15			Solo		SIM		1 NÃO
16			Rocha		SIM		1 NÃO
17	Carga, Descarga e Transporte	Materiais a granel	1	SIM	NÃO	9,09%	
18		Blocos	1	SIM	NÃO		
19		Carga, descarga e transporte de materiais	Telhas		SIM		1 NÃO
20			Ladrilhos		SIM		1 NÃO
21			Azulejos		SIM		1 NÃO
22			Cimentos	1	SIM		NÃO

segue próxima página...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
23	Escavação de valas	Solos	1	SIM	NÃO	18,18%	
24		Rocha		SIM	1 NÃO		
25	Escoramento, lastro, drenagem e assentamento	Pranchas de madeira		SIM	1 NÃO		
26		Areia		SIM	1 NÃO		
27		Brita		SIM	1 NÃO		
28		Concreto		SIM	1 NÃO		
29		Juntas de tubos cerâmicos e de concreto		SIM	1 NÃO		
30		Concretagem de tubulões	Concreto		SIM		1 NÃO
31	Preparo de armaduras	Sobras de aços	1	SIM	NÃO		
32	Preparo de concreto estrutural	Areia	1	SIM	NÃO		
33		Brita	1	SIM	NÃO		
34		Cimento	1	SIM	NÃO		
35	Lançamento e aplicação do concreto estrutural	Concreto	1	SIM	NÃO		
36	Confecção de fôrmas	Tábuas	1	SIM	NÃO		33,33%
37		Chapas de madeira	1	SIM	NÃO		
38		Chapas metálicas	1	SIM	NÃO		
39	Confecção de armaduras	Sobras de aço	1	SIM	NÃO		
40		Arames	1	SIM	NÃO		
41	Preparo do concreto estrutural	Areia	1	SIM	NÃO		
42		Brita	1	SIM	NÃO		
43		Cimento	1	SIM	NÃO		
44	Lançamento e aplicação do concreto	Concreto	1	SIM	NÃO		
45	Regularização e acabamento da superfície de concreto	Concreto	1	SIM	NÃO		
46	Construção de alvenaria estrutural	Concreto	1	SIM	NÃO		

segue próxima pagina...



ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
47	Vedação	Cal	1	SIM	NÃO	9,09%	
48		Areia	1	SIM	NÃO		
49		Tijolos cerâmicos furados e laminados	1	SIM	NÃO		
50		Blocos de concreto		SIM	1 NÃO		
51		Blocos de vidro		SIM	1 NÃO		
52		Blocos sílico-calcários		SIM	1 NÃO		
53		Instalação de placas divisórias pré-fabricadas e divisórias leves	Painéis pré-fabricados		SIM		1 NÃO
54			Placas de granilite ou mármore e vidro fixo		SIM		1 NÃO
55			Gesso acartonado		SIM		1 NÃO
56		Execução de paredes com elementos vazados	Elementos vazados de concreto		SIM		1 NÃO

*segue próxima pagina...*

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA
57	Execução de chapisco, emboços e rebocos	Argamassa	1	SIM	NÃO	6,06%
58		Areia	1	SIM	NÃO	
59	Assentamento de azulejos	Argamassa ou colas		SIM	1 NÃO	
60		Azulejos		SIM	1 NÃO	
61	Colocação de cantoneiras de alumínio em cantos externos de azulejos	Lascas de alumínio		SIM	1 NÃO	
62	Assentamento de mosaico vidroso	Lascas de vidro		SIM	1 NÃO	
63		Argamassas		SIM	1 NÃO	
64	Assentamento de pastilhas de porcelana	Pastilhas		SIM	1 NÃO	
65	Revestimento interno com forração vinílica e papel de parede	Tiras vinílicas e de papel de parede		SIM	1 NÃO	
66	Lambris de chapas de fibra de madeira e de fibrocimento	Cortes de fibras de madeira e fibrocimento		SIM	1 NÃO	
67	Assentamento de placas de mármore, cerâmica, arenito e pedra	Lascas de mármore, cerâmica, arenito e pedra		SIM	1 NÃO	
68	Execução de pisos cimentados	Cimentos		SIM	1 NÃO	
69	Execução de soleiras, rodapés, degraus e peitoris	Lascas de cerâmica		SIM	1 NÃO	
70		Granilite		SIM	1 NÃO	
71		Arenito		SIM	1 NÃO	
72		Granitos		SIM	1 NÃO	
73		Borrachas		SIM	1 NÃO	
74		Chapas vinílicas		SIM	1 NÃO	
75		Forração têxtil		SIM	1 NÃO	

### Somatório da Coluna 33

Os dados contidos neste apêndice 9.3.3 referente a Obra C foram retirados das etapas construtivas que estão sendo executadas e/ou por meio de fotos.

## 9.3.4 – CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – OBRA D

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA		INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA		
1	Limpeza do terreno	Corte de capoeira fina	Resíduos vegetais	1	SIM	NÃO	15,79%		
2			Terra	1	SIM	NÃO			
3		Raspagem e limpeza do terreno	Pedra		SIM	1		NÃO	
4			Vegetais	1	SIM	NÃO			
5	Instalações provisórias	Construção de abrigo provisório	Madeira	1	SIM	NÃO	26,32%		
6			Argamassa	1	SIM	NÃO			
7			Telhas	1	SIM	NÃO			
8			Pregos	1	SIM	NÃO			
9		Construção de tapumes e bandeja salva vidas	Tábuas	1	SIM	NÃO			
10			Pranchões de madeira		SIM	1		NÃO	
11		Abertura e revestimento de poços	Material rochoso		SIM	1		NÃO	
12			Solo		SIM	1		NÃO	
13			Blocos		SIM	1		NÃO	
14			Argamassa		SIM	1		NÃO	
15	Carga, Descarga e Transporte	Carga, descarga e transporte de materiais	Materiais a granel	1	SIM	NÃO	15,79%		
16			Blocos	1	SIM	NÃO			
17			Telhas		SIM	1		NÃO	
18			Ladrilhos		SIM	1		NÃO	
19			Azulejos		SIM	1		NÃO	
20			Cimentos	1	SIM	NÃO			
21	Infra-estrutura	Escavação de valas	Solos	1	SIM	NÃO	31,58%		
22			Rocha		SIM	1		NÃO	
23		Escoramento, lastro, drenagem e assentamento	Pranchas de madeira		SIM	1		NÃO	
24			Areia		SIM	1		NÃO	
25			Brita		SIM	1		NÃO	
26			Concreto		SIM	1		NÃO	
27			Juntas de tubos cerâmicos e de concreto		SIM	1		NÃO	
28			Concretagem de tubulões	Concreto		SIM		1	NÃO
29			Preparo de armaduras	Sobras de aços	1	SIM		NÃO	
30			Preparo de concreto estrutural	Areia	1	SIM		NÃO	
31		Brita		1	SIM	NÃO			
32		Cimento		1	SIM	NÃO			
33		Lançamento e aplicação do concreto estrutural	Concreto	1	SIM	NÃO			

segue próxima pagina...

ITEM	ETAPA CONSTRUTIVA	INSUMO	GERAÇÃO			% de RCD conf. ETAPA CONSTRUTIVA	
34	Vedação	Cal	SIM	1	NÃO	10,53%	
35		Areia	SIM	1	NÃO		
36		Tijolos cerâmicos furados e laminados	SIM	1	NÃO		
37		Blocos de concreto	SIM	1	NÃO		
38		Blocos de vidro	SIM	1	NÃO		
39		Blocos sílico-calcários	SIM	1	NÃO		
40		Instalação de placas divisórias pré-fabricadas e divisórias leves	Painéis pré-fabricados	1	SIM		NÃO
41			Placas de granilite ou mármore e vidro fixo	SIM	1		NÃO
42			Gesso acartonado	1	SIM		NÃO
43		Execução de paredes com elementos vazados	Elementos vazados de concreto	SIM	1		NÃO

**Somatório da Coluna 19**

Os dados contidos neste apêndice 9.3.4 referente a Obra d foram retirados das etapas construtivas que estão sendo executadas e/ou por meio de fotos.

## 10. ANEXOS

### 10.1 ANEXO A – PLANTA BAIXA – OBRA A

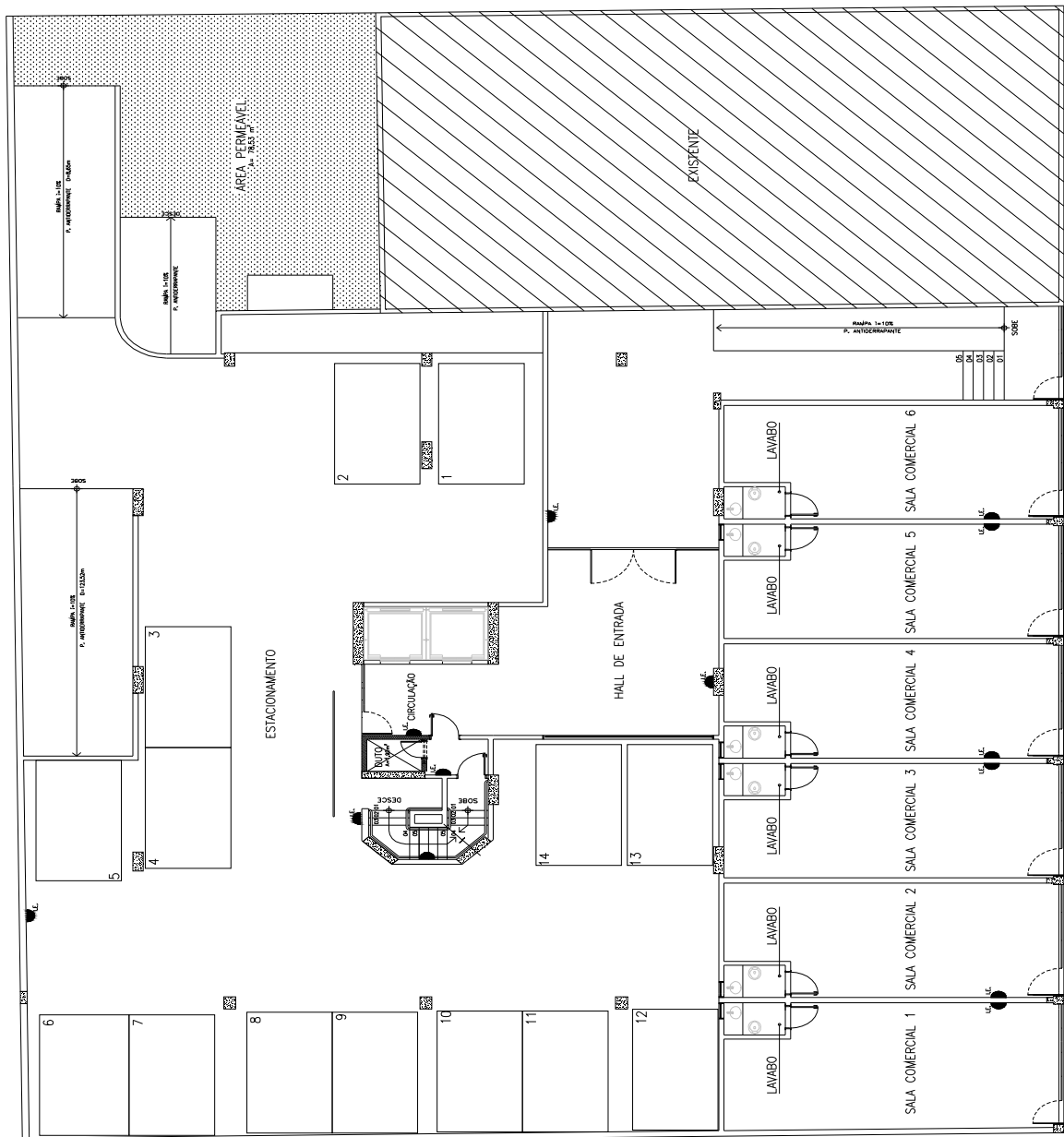


Figura 10.1.1 – Planta baixa do pavimento térreo – Obra A

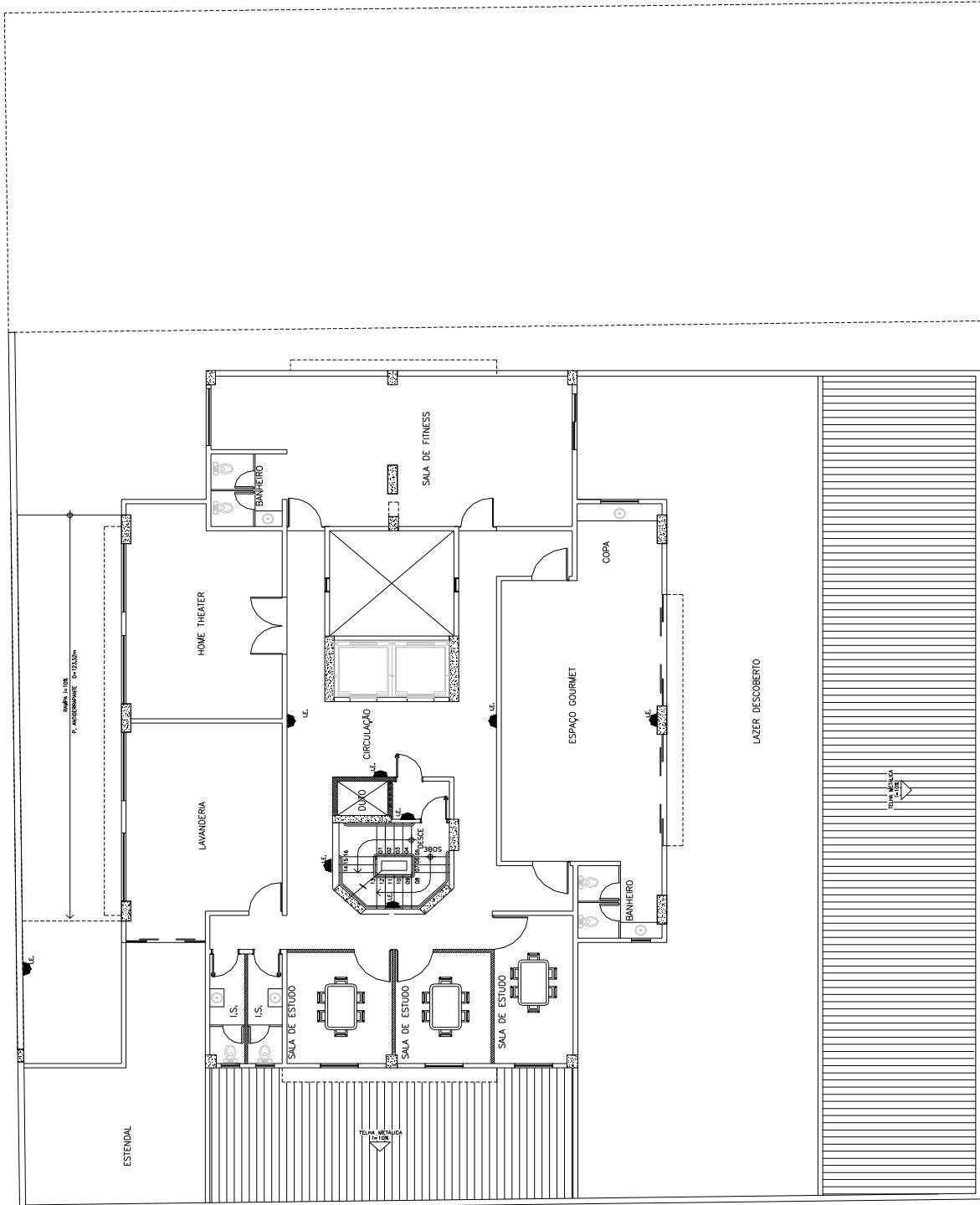
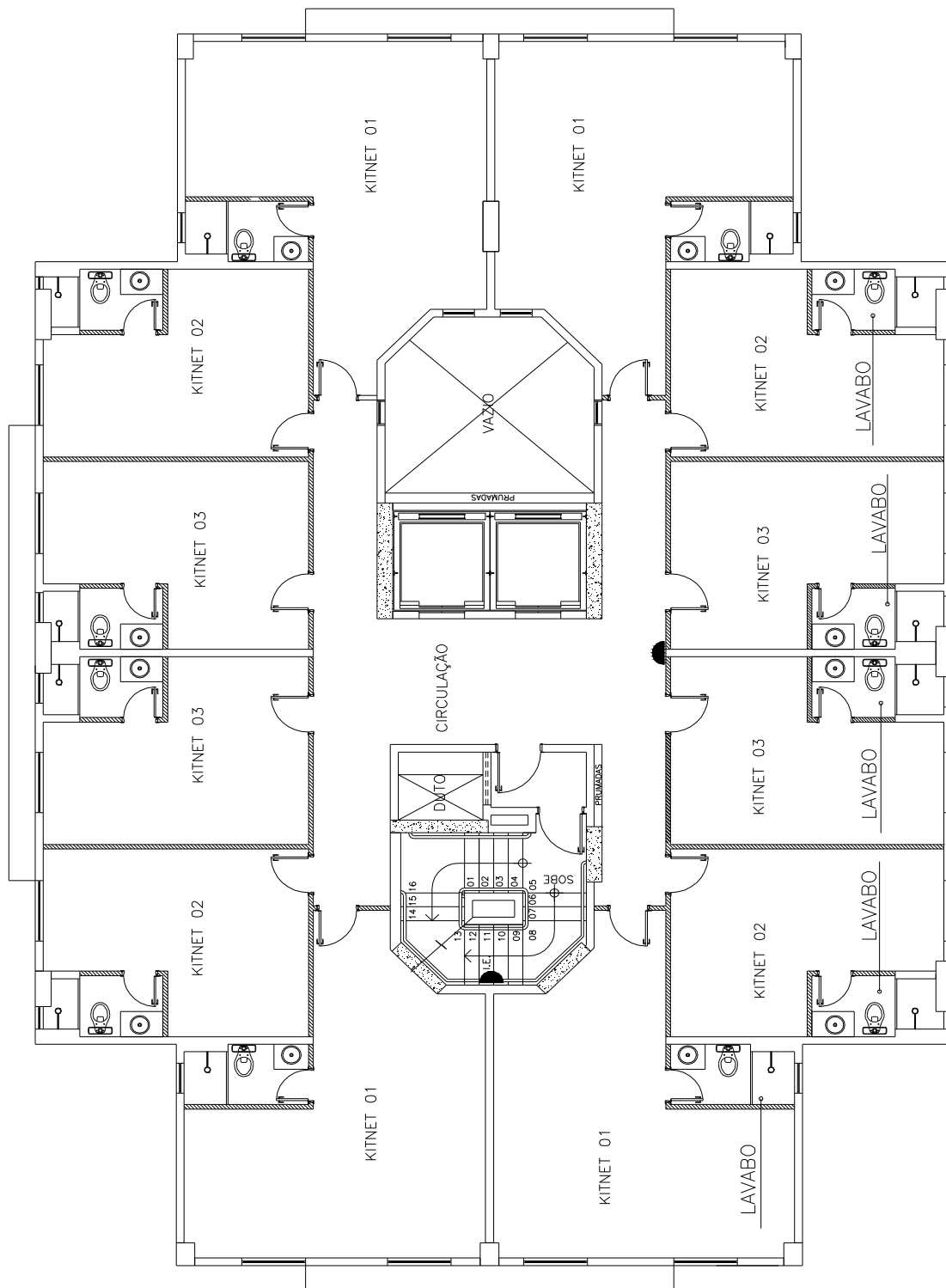


Figura 10.1.2 – Planta baixa do pavimento lazer – Obra A



**Figura 10.1.3 – Planta baixa do pavimento tipo – Obra A**

10.2 ANEXO B – PLANTA BAIXA – OBRA B

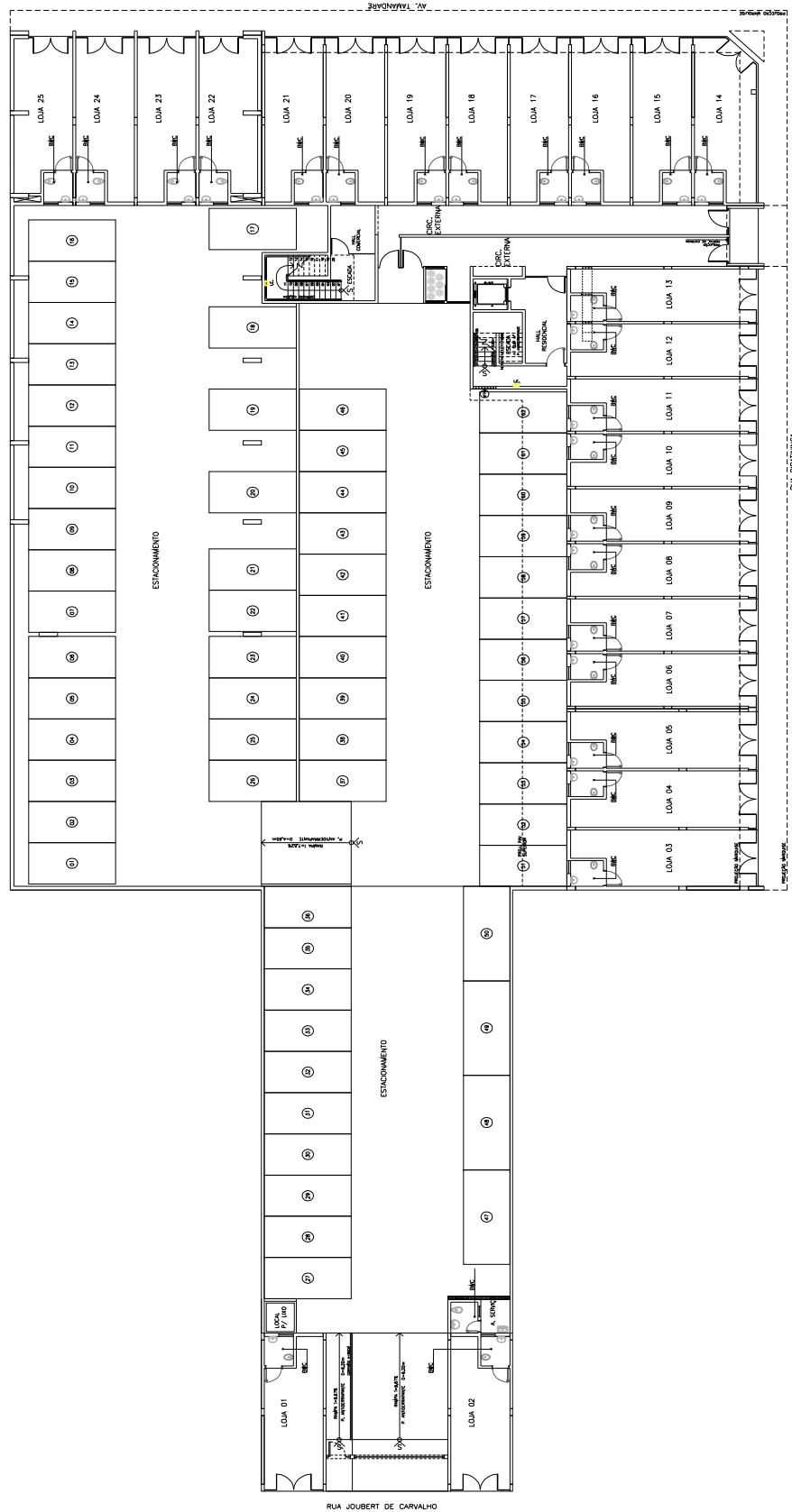


Figura 10.2.1 - Planta baixa do pavimento térreo – Obra B



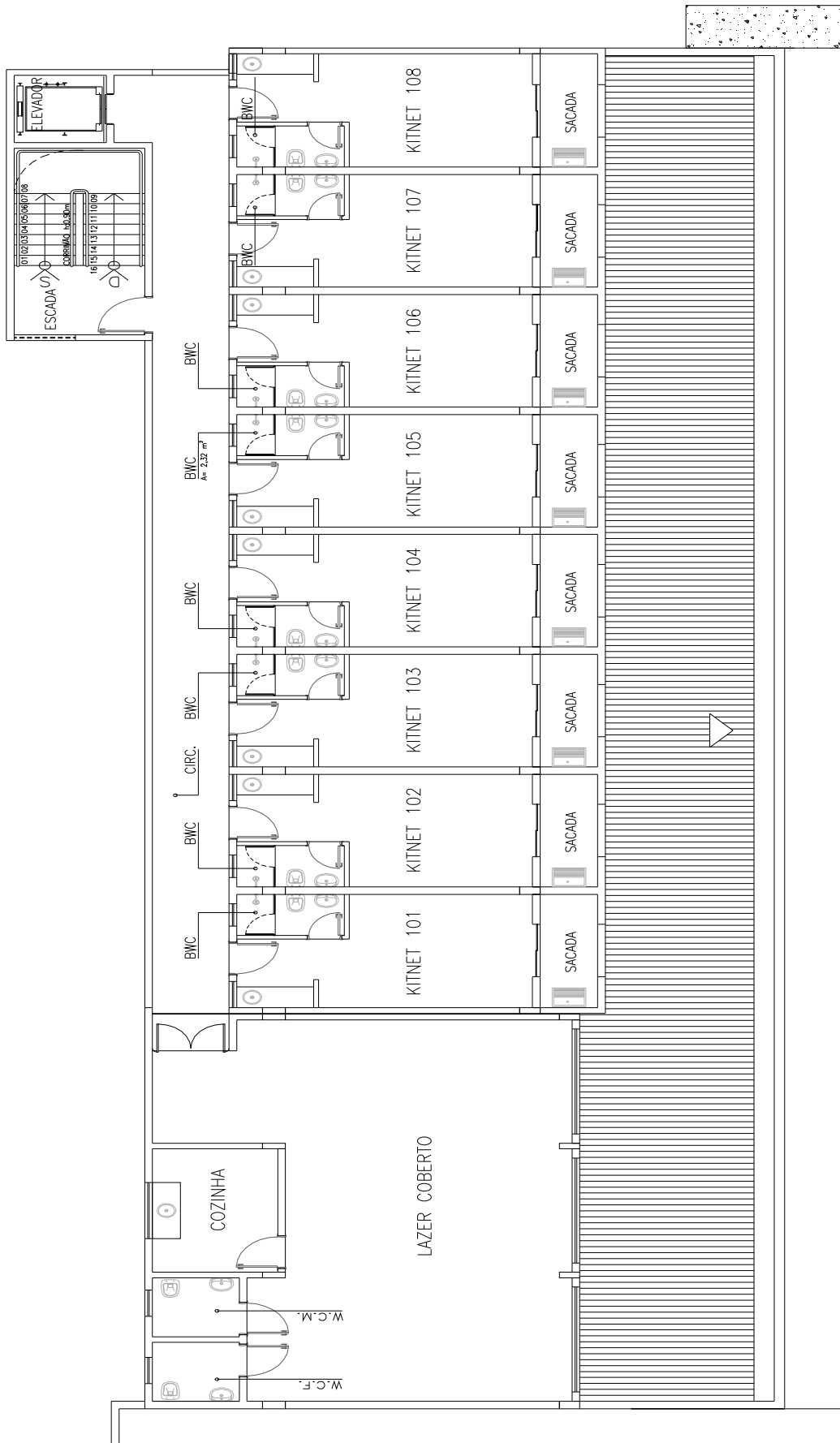


Figura 10.2.2 - Planta baixa do pavimento tipo – Obra B

### 10.3 ANEXO C – PLANTA BAIXA – OBRA C

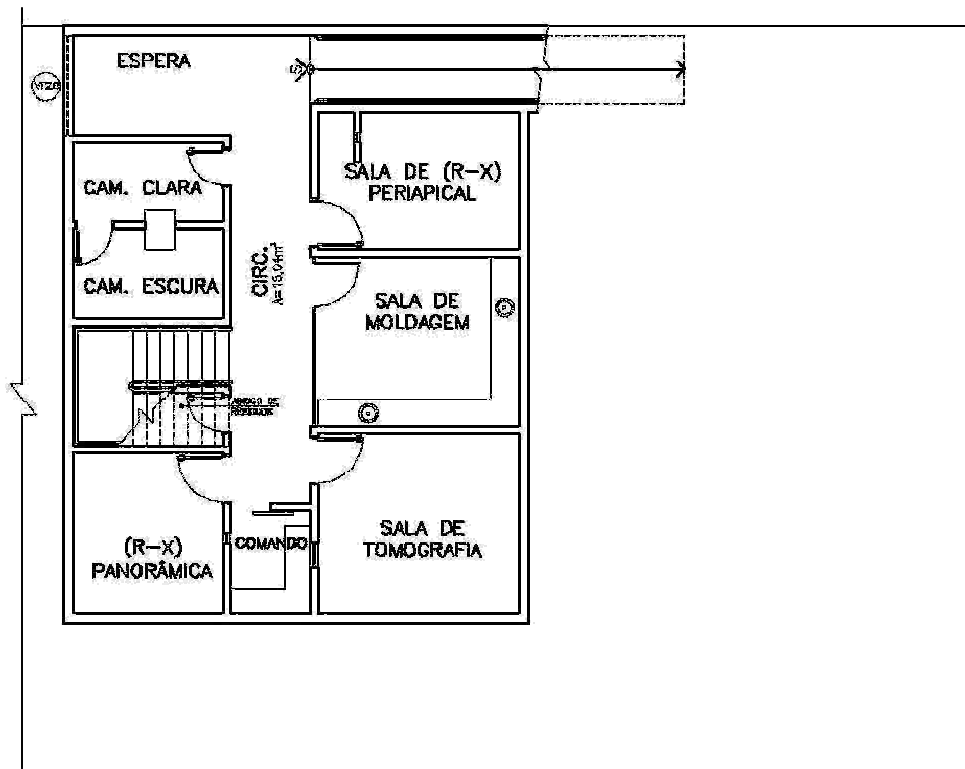


Figura 10.3.1 – Planta baixa do pavimento subsolo – Obra C

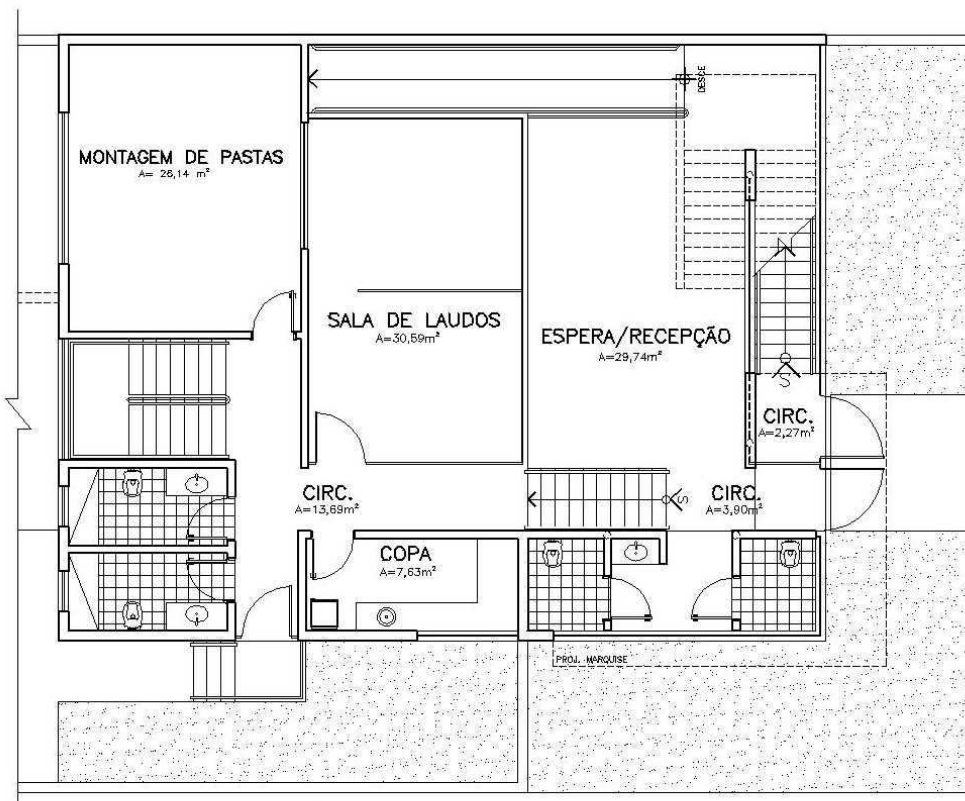


Figura 10.3.2 – Planta baixa do pavimento térreo – Obra C

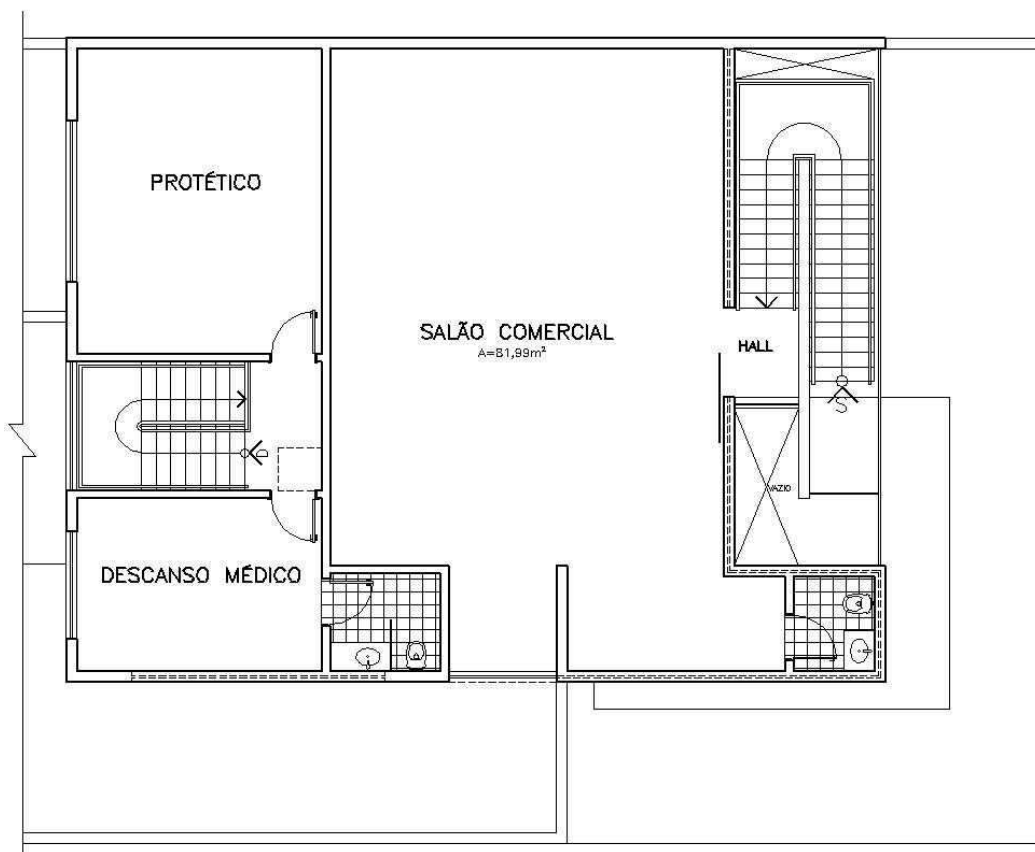


Figura 10.3.3 – Planta baixa do 1º Pavimento – Obra C

## 10.4 ANEXO D – PLANTA BAIXA – OBRA D

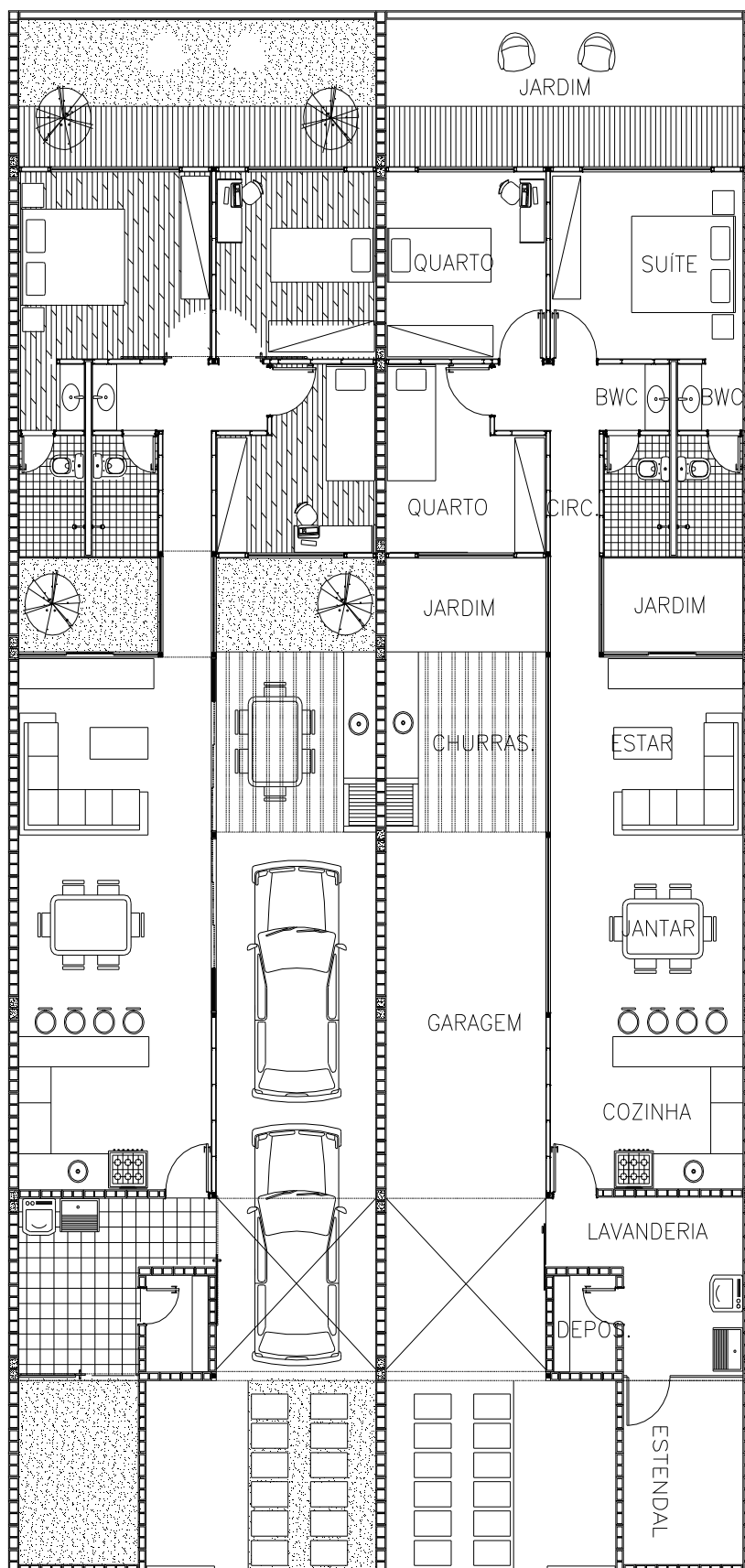


Figura 4.4.2 – Planta baixa – Obra D