

**THIAGO WULFGHAR DIAS**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA OBRA DA  
ESCOLA PROINFÂNCIA CRECHE DAMASCO NO MUNICÍPIO DE VARGINHA**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS/MG), como pré-requisito, para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Professor Leopoldo Uberto Ribeiro Junior.

**Varginha - MG  
2015**

**THIAGO WULFGHAR DIAS**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA OBRA DA ESCOLA PROINFÂNCIA CRECHE DAMASCO NO MUNICÍPIO DE VARGINHA**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS/MG), como pré-requisito, para obtenção do grau de bacharel, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

---

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior

---

Prof.<sup>a</sup> Ma. Ivana Prado Vasconcelos

---

Prof. Dr. Nilton dos Santos Portugal

OBS:

## RESUMO

Estudar a viabilidade de implantação de um Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil na obra da Escola Proinfância Creche Damasco, localizada na cidade de Varginha - MG. Para isso, apresenta-se a definição do resíduo com sua caracterização nas citações da literatura, os agentes envolvidos no processo de gerenciamento e suas responsabilidades de acordo com os aspectos normativos. Na metodologia definem-se as ferramentas de gestão dos resíduos para obtenção da composição média porcentual e conseqüentemente o perfil dos resíduos das etapas construtivas da obra analisada. Com a aplicação do método evidenciou-se que as causas de geração de resíduos em geral, são os erros na manipulação dos materiais de construção, durante a execução do serviço. Por fim apresenta-se o balanço econômico alcançado com a aplicação do sistema de gerenciamento e expõem-se algumas recomendações para aprimorar a gestão dos resíduos.

**Palavras-chave:** Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil, Escola Proinfância Creche Damasco, Varginha.

## ABSTRACT

Study the feasibility of implementing a Waste Management System Construction Solid in the work of School Proyouth Nursery Damascus, located in Varginha - MG. For this, we present the residue of with your characterization in literature citations, the parties involved in the process of management and their responsibilities under the regulatory aspects. The methodology defines the waste management tools to obtain the average percentage composition and therefore the profile of waste from the construction stages of the analyzed work. With the application of the method showed that the causes of waste generation in general are errors in the handling of building materials during the assignment. Finally presents the economic balance achieved with the implementation of the management system and presents some recommendations to perfect the waste management.

**Keywords:** Waste Management System Solid Construction, School Proyouth Nursery Damascus, Varginha.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 01 – Composição qualitativa do entulho (adaptado de Hernandez e Vilar, 2004).....	23
Figura 02 – Composição qualitativa do entulho (adaptado de Llatas, 2011).....	23
Figura 03 – Implantação da Escola Proinfância.....	27
Figura 04 – Pré-homogeneização da parcela de RCC .....	30
Figura 05 – Quarteamento e medição da parcela de resíduos .....	31
Figura 06 – Verificação do peso dos resíduos.....	31
Figura 07 – Classificação dos resíduos.....	32
Figura 08 – Etapa 1 – Bloco de fundação .....	35
Figura 09 – Etapa 2 – Estrutura – Pilar.....	36
Figura 10 – Utilização da argamassa.....	37
Figura 11 – Perspectiva – Sistema de reaproveitamento de argamassa.....	38
Figura 12 – Etapa 4 – Assentamento Piso Cerâmico.....	39
Figura 13 – Etapa 5 – Fixação - Esquadria.....	40
Figura 14 – Etapa 6 – Laje Pré-moldada.....	41
Figura 15 – Etapa 7 – Cobertura .....	42
Figura 16 – Baias c/ cores diferentes para cada tipo de resíduo – Sem cobertura.....	47
Figura 17 – Baias c/ cores diferentes para cada tipo de resíduo – Com cobertura.....	48

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 – Taxas de desperdício de materiais de construção no Brasil (Espinelli, 2005).....	21
Tabela 02 – Composição dos resíduos de construção (Nagalli, 2012) .....	22
Tabela 03 – Taxa de geração de resíduos e perdas de materiais (Lu et al, 2011).....	24
Tabela 04 – Resultados da aplicação do Método de Li et al (2013).....	25
Tabela 05 – Sistema de Construção Utilizado nas Etapas.....	28
Tabela 06 – CPU do Resíduo: Fundação.....	34
Tabela 07 – CPU do Resíduo: Estrutura.....	35
Tabela 08 – CPU do Resíduo: Alvenaria.....	36
Tabela 09 – CPU do Resíduo: Revestimento.....	38
Tabela 10 – CPU do Resíduo: Esquadria.....	39
Tabela 11 – CPU do Resíduo: Laje.....	40
Tabela 12 – CPU do Resíduo: Cobertura.....	41
Tabela 13 – Controle de Resíduos nas Etapas Construtivas.....	43
Tabela 14 – Indicador da Taxa de geração de Resíduos.....	44
Tabela 15 – Comparação: Taxa de geração de resíduos.....	45
Tabela 16 – Segregação dos resíduos nas etapas.....	46
Tabela 17 – Quantidades de Resíduos Produzidos na Obra.....	49
Tabela 18 – Comparação: Resultados obtidos x Referências.....	50
Tabela 19 – Orçamento Revenda de Resíduos.....	51
Tabela 20 – Balanço Econômico revenda de Resíduos.....	51
Tabela 21 – Análise do Reaproveitamento dos Resíduos.....	52

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ATT - Áreas de Transbordo e Triagem
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COPAM – Conselho de Política Ambiental
- CPU – Composição de Preço Unitário
- FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
- HH – Homem-hora
- PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
- PMV - Prefeitura Municipal de Varginha
- PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
- RCC – Resíduos da Construção Civil
- RCD – Resíduos de Construção e Demolição
- RSCCU – Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano
- SEMEA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente
- SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
- SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil
- SUPRAM – Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	11
1.1 - OBJETIVOS.....	13
1.1.1 - Objetivo Geral .....	13
1.1.2 - Objetivo Específico.....	13
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 – Aspectos Normativos.....	14
2.1.1 – Resolução Conama nº 307.....	15
2.1.2 - Agentes Envolvidos no Gerenciamento e suas Responsabilidades .....	17
2.2 - Classificação e Manejo dos RCCs .....	19
2.3 – Caracterização dos Resíduos.....	21
2.4 – Estimativa e Quantificação dos RCCs e RCDs.....	24
3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1 – Definição do Local de Estudo.....	26
3.1.1- Sistema Construtivo.....	28
3.2 – Método de Triagem pelo Quarteamento.....	29
3.2.1 – Aplicação do Método de Triagem pelo Quarteamento.....	30
3.3 – Método de Quantificação dos Resíduos.....	33
3.3.1 – Método de Li et al. (2013) .....	33
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 – CPU do Resíduo.....	34
4.2 – Análise da Composição Quantitativa dos Resíduos.....	43
4.2.1 – Análise da Taxa de Geração de RCC.....	44
4.3 – Segregação dos RCCs.....	46
4.4 – Classificação do Volume Total de Resíduos Produzidos na Obra.....	49
4.5 – Avaliação Econômica dos Resíduos.....	51
4.6 – Avaliação do Reaproveitamento de Resíduos .....	52
5 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	55



APÊNDICES.....	58
APÊNDICE A (Carta Protocolada na Prefeitura Municipal de Varginha).....	58
APÊNDICE B (Comprovante de Protocolo).....	59
ANEXOS.....	60
ANEXO A (Decreto nº 6.613/2013).....	60

## 1- INTRODUÇÃO

Atualmente a construção civil ocupa uma posição de destaque na economia brasileira, com participação de forma ativa na geração de empregos e renda. Porém, apesar de todas as benfeitorias, os avanços na construção trazem um impacto negativo, pois demandam um aumento na geração de Resíduos da Construção Civil (RCC), que dispostos de maneira inadequada contribuem com a degradação do meio ambiente.

Essa quantidade de resíduos de construção é oriunda dos canteiros de obras e dos materiais de demolição e quando depositados em encostas de rios, vias e logradouros públicos, criam locais impróprios de deposições no município. Esses resíduos comprometem a paisagem urbana, invadem calçadas, dificultam o tráfego e a drenagem urbana, além de propiciar a proliferação de vetores de doenças, o que afeta a qualidade de vida e bem estar da população.

Os Resíduos da Construção Civil representam um problema de saneamento ambiental, caracterizando-se por um volume de geração crescente e de grande variedade. Existe uma tendência de estes resíduos apresentarem materiais como plástico, papel, madeira e metal, até resíduos tóxicos e perigosos, como restos de tintas e solventes.

A falta do conhecimento de como realizar ações planejadas como segregação, acondicionamento e disposição final de acordo com os volumes de resíduos gerados e de como contribuir na redução da geração, comprovam a inexistência da gestão dos resíduos no canteiro de obras. A criação e manutenção de parâmetros e procedimentos de gestão na obra são fundamentais para garantir a prevenção dos resíduos.

A análise da realidade referente ao uso dos recursos naturais e à destinação do material que sobra, incentivadas por legislações e normas, revela a importância do trabalho de coleta e seleção de materiais recicláveis, visto que aumenta a vida útil de aterros sanitários, reduz a extração de matérias-primas e contribui na geração de emprego e renda para a indústria da reciclagem.

Os impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela quantidade expressiva do entulho e o seu descarte inadequado impõem a necessidade de soluções rápidas e eficazes para a gestão. Diante desse cenário, as ações necessitam de atitudes ambientais responsáveis e devem ser práticas corriqueiramente no canteiro de obras, necessitando do comprometimento dos responsáveis técnicos e de todo o pessoal envolvido com as atividades de construção.

Desta forma, a gestão ambiental e, mais especificamente a gestão de resíduos da construção, considera-se uma ferramenta bastante útil para se encontrar alternativas viáveis

contra a degradação ambiental decorrente do mau reaproveitamento dos resíduos provenientes das atividades construtivas. Entretanto, é necessário projetar e investir para assim minimizar os descartes, adotando, por exemplo, técnicas construtivas mais eficientes e menos poluidoras.

Com a caracterização dos resíduos existentes, podem-se minimizar as quantidades geradas e posteriormente planejar as destinações adequadas para os resíduos provenientes da obra. Economicamente, para conseguir prever os gastos, evitar desperdícios e atingir o objetivo da gestão de resíduos de construção e demolição, é essencial que se realize uma quantificação dos resíduos gerados.

Sendo assim, busca-se através deste trabalho, analisar a taxa de geração de resíduos das etapas construtivas da obra da Escola Proinfância Creche Damasco, localizada na cidade de Varginha - MG, posteriormente avaliar os resultados alcançados com a implantação do mecanismo de gestão e propor algumas recomendações para a redução dos resíduos.

## **1.1 – OBJETIVOS**

### **1.1.1 – Objetivo Geral**

Analisar a viabilidade de implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de construção civil no processo de construção da Escola Proinfância Creche Damasco, situada na cidade de Varginha - MG.

### **1.1.2 – Objetivos Específicos**

- Caracterização e quantificação dos tipos de resíduos de construção gerados nas fases obra;
- Avaliação econômica da aplicação do mecanismo de gestão;
- Contribuir com melhores práticas na gestão de resíduos.

## 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 – Aspectos Normativos

O setor da construção civil busca cada vez mais detalhar os instrumentos legais e normativos, com a formulação de novas leis pelo poder público, diversos são os aspectos que disciplinam os resíduos sólidos de construção e demolição.

Sob um crescente processo de planejamento, regulação e organização, o Brasil criou nas últimas décadas diversas diretrizes, agrupadas sob a forma de políticas, com força de lei. É importante conhecer o conteúdo destas Leis Federais, já que interferem diretamente sobre a gestão dos resíduos de construção e demolição. Por meio de ações, diretrizes, normas e outros instrumentos dessas políticas públicas é que são definidas as atribuições e limitações do gestor e do gerente de resíduos.

Esse assunto vem ganhando ênfase e importância no cenário nacional, principalmente pela aprovação do Decreto 7.404 que regulamenta a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, impondo diversas obrigações e restrições aos governantes e as construtoras, buscando sempre a qualidade na produção, e segurança ambiental nas obras (BRASIL, 2010).

Dentre as diretrizes, a referida Lei estabelece uma diferenciação entre resíduo e rejeito e estimula o reaproveitamento e reciclagem dos materiais, admitindo a disposição final apenas dos rejeitos. Inclui entre os instrumentos da Política as coletas seletivas, os sistemas de logística reversa, e o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação dos catadores de materiais recicláveis.

A Lei Federal 12.305 (BRASIL, 2010), cria também um plano de gestão dos resíduos. Basicamente, o plano se fundamenta nas estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte adequado dos resíduos sólidos, objetivando as estratégias de redução da geração de resíduos sólidos e o correto gerenciamento dos mesmos no canteiro de obras, partindo da conscientização e sensibilização dos colaboradores envolvidos. Para organização deste plano de gestão, é necessário estabelecer uma hierarquia no sistema de gerenciamento de resíduos:

1º - Não Geração - Inclui ações que evitem a geração de um resíduo. Por exemplo, escolher um processo construtivo ou optar por um material que não necessite de embalagens, formas, na execução;

2º - Minimização – Contempla ações voltadas a agregar tecnologias no decorrer dos processos. Demanda capacitação profissional;

3º Reutilização – Significa aproveitar os resíduos para o mesmo uso na obra. Por exemplo, optar pelo reaproveitamento de formas de madeira ou metálicas utilizadas em concretagens;

4º - Reciclagem- Consiste em encaminhar os resíduos para beneficiamento. Por exemplo, papéis e plásticos de embalagem, latas de tinta, etc.

5º - Descarte Adequado – Com a função de encaminhar os resíduos para destinos ambientalmente corretos, por exemplo: aterros licenciados, unidades de biodigestão, coprocessamento, etc.

### 2.1.1 – Resolução Conama nº 307

A gestão do gerenciamento dos resíduos da construção civil teve suas diretrizes, atribuições, critérios e procedimentos estabelecidos pela Resolução Conama nº 307 (BRASIL, 2002). Essa resolução define resíduos sólidos da construção civil como os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, tintas, resinas, colas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gessos, telhas, pavimentos asfálticos, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., popularmente chamados de entulhos de obras. Os resíduos são classificados da seguinte maneira:

**Classe A:** São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, como:

- De construções, demolições, reformas ou reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, incluindo os solos provenientes de terraplenagem;
- De construções, demolições, reformas ou reparos de edificações;
- De processos de fabricação e demolição de peças pré-moldadas de concreto, produzidas nos canteiros de obras.

**Classe B:** São os resíduos recicláveis que sirvam para outras destinações, como plásticos, metais, papéis, papelões, metais, vidros, madeira e gesso (nova classificação dada pela Resolução CONAMA nº 431/11).

**Classe C:** São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação (nova classificação dada pela Resolução CONAMA nº 431/11).

**Classe D:** São os resíduos perigosos provenientes do processo de construção tais como tintas, óleos, solventes e aqueles resíduos contaminados provenientes de demolições, reformas ou reparo de clínicas radiológicas, indústrias, entre outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (nova classificação dada pela Resolução CONAMA nº 348/04).

Segundo a classificação da norma, os resíduos de construção e demolição são classificados conforme o destino do material. Nota-se que a aplicação dessa classificação simplifica a aplicação pelo construtor, pois sugere alternativas de destinação do resíduo, mas também limita a importância da avaliação do resíduo individualmente, na medida em que um material classificado como reciclável pode não ser utilizado, por ter entrado em contato com outro com características perigosas.

Muitas vezes, o método com que a classificação foi elaborada induz os colaboradores do setor da construção civil a certa imprudência na manipulação e destinação dos resíduos, adotando alternativas tecnicamente incorretas para sua destinação.

A identificação e a caracterização dos resíduos e a sua destinação final, são, portanto, um serviço técnico que deve ser verificado por um profissional especializado. Sendo assim, essa tarefa não deve ser delegada a funcionários não qualificados para a função.

Destaca-se que o gestor ou o gerente de resíduos deve estar atento às novas diretrizes impostas pela legislação, com novos requisitos e restrições, no âmbito federal, estadual e municipal. O Órgão responsável pela definição dos requisitos, normas e limites relacionados à questão da poluição do meio ambiente é o CONAMA. Essa resolução estabelece diretrizes, critérios, procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil nos seguintes aspectos:

- A definição de conceitos como resíduos de construção civil, gerador, transportador, beneficiamento, reciclagem, área de transbordo, etc.;
- A classificação dos resíduos de construção em quatro classes;
- A definição das diretrizes de gerenciamento, com estruturação da hierarquia na minimização dos resíduos, privilegiando ações na fonte da geração dos resíduos;
- A apresentação da importância social e ambiental de manipular corretamente os resíduos;
- A definição de responsabilidades de cada um dos colaboradores do processo;
- A previsão de elaboração de Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil pelos municípios;

- A previsão da elaboração de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, pelos grandes geradores.

### 2.1.2 – Agentes Envolvidos no Gerenciamento e Suas Responsabilidades

Fazem parte do processo de gerenciamento dos resíduos da construção, não só as construtoras, que contribuem direta ou indiretamente, na geração e manipulação dos resíduos de uma obra, como também diversos outros colaboradores, igualmente responsáveis pelo sucesso do processo de gerenciamento. Listam-se abaixo as responsabilidades e funções de cada um no processo, de acordo com a Resolução Conama nº 307 (BRASIL, 2002):

**Gerador de resíduos:** São pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos. São responsáveis por gerenciar os resíduos desde a geração até a destinação final, com adoção de métodos, técnicas, processos de manejo compatíveis com as suas destinações ambientais, sanitárias e economicamente desejáveis.

**Prestador de serviços / transportador:** Representados por pessoas físicas ou jurídicas, encarregadas de coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação. Responsáveis por cumprir e fazer cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações do processo de gerenciamento de resíduos sólidos e de resíduos de obra civil em especial.

**Cedente de área para recebimento de inertes / destinatário:** Representadas por áreas ou empreendimentos destinados ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos, inclusive recicladoras e áreas de aterro. Responsáveis por cumprir e fazer cumprir as determinações normativas que diz respeito a procedimentos e operações de aterros de inertes, em especial o seu controle ambiental.

**Agentes licenciadores e de fiscalização / Poder público:** São representados por órgãos públicos ou entidades. Compete a eles normalizar, orientar, controlar e fiscalizar os processos de gerenciamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Responsável, também, por equacionar soluções e adotar medidas para estruturação da rede de áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes de resíduos de obra civil para posterior destinação às áreas de beneficiamento.

**Fornecedores:** Pessoas, físicas ou jurídicas, que atuam no fornecimento de produtos ou serviços aos Geradores. É um componente muito importante no processo de logística reversa, em especial no ramo de embalagens.



**Clientes:** São pessoas interessadas na aquisição de um bem ou na contratação de um serviço gerador de resíduo da construção ou demolição. Para um bom funcionamento do sistema de gestão de resíduos, o cliente precisa estar atento na escolha de construtores ou prestadores de serviços, que respeitem a técnica correta. No caso de pequenas obras ou em reformas em residências em geral, ao contratar serviços informais, os clientes passam a atuar, mesmo que involuntariamente, como os geradores de resíduos. Assim, precisam agir como agentes de fiscalização, sob risco de serem penalizados, com práticas inadequadas. Em razão disso, é sempre recomendável o acompanhamento por profissional habilitado.

**Consultores:** São representados por pessoas físicas ou jurídicas, encarregadas de orientar os Geradores, Transportadores e Destinatários no cumprimento da legislação com requisitos técnicos e legais a pedido de uma das partes envolvidas, apontando as medidas de melhoria e ações corretivas.

**Auditores:** Representam-se por pessoas físicas, ou jurídicas, com a função de verificar, a pedido de uma das partes (interna ou externa), o cumprimento da legislação com requisitos técnicos e legais, de maneira independente, apontando as irregularidades.

**Pesquisadores:** São pessoas geralmente ligadas a universidades ou institutos de pesquisa cujo objetivo é investigar, desenvolver, aprimorar ou compreender processos ou materiais relacionados aos resíduos de construção e demolição. Os pesquisadores fornecem apoio teórico e prático para que os demais colaboradores possam atuar de maneira tecnicamente segura.

Percebe-se, portanto, a necessidade de um sistema de gerenciamento, com uma comunicação eficiente, para que as partes comuniquem entre si. Nesse sentido, a documentação exigida pela legislação e o registro das atividades ligadas ao gerenciamento passam a ser de fundamental importância.

## 2.2 – Classificação e manejo dos RCCs

Pelo fato de a construção civil contribuir diretamente na geração de resíduos, a necessidade de se aproveitar os resíduos da construção civil, não resulta apenas da vontade de economizar, trata-se de uma atitude de fundamental importância para a preservação de nosso ambiente.

O gerenciamento dos resíduos da construção civil deve atuar como um conjunto de ações operacionais com o objetivo de minimizar a geração de resíduos em um empreendimento ou atividade, tendo por finalidade assegurar a correta gestão dos resíduos durante as atividades cotidianas de execução das obras dos serviços de engenharia. Em razão disso, cada profissional deve estar atento quanto aos requisitos legais aplicáveis aos seus empreendimentos.

Assim, a norma NBR 10004 (ABNT, 2004a) define resíduo sólido como qualquer forma de matéria ou substância (no estado sólido ou semissólido, que resulte de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços de varrição e de outras atividades da comunidade) capaz de causar contaminação ou poluição ambiental.

Existem várias possibilidades de classificar os resíduos da construção civil. Pode-se classificar quanto à forma, constituição, periculosidade, destino, acondicionamento, estado físico, etc.

É comum acontecer dúvidas quando há sobreposição no sistema de classificação dos resíduos, por isso, a fim de estabelecer uma clareza nessa questão busca-se aplicar a classificação apresentada pela NBR 10004 (ABNT, 2004a), que estabelece um sistema de classificação de resíduos sólidos; classe I: perigosos; IIA: não inertes; IIB: inertes; nessas classes de classificação adotam-se critérios como corrosividade, inflamabilidade, reatividade, toxicidade e patogenicidade para verificar se um resíduo é ou não perigoso. Após ser classificado como não perigoso, analisam-se as concentrações de componentes químicos presentes no resíduo sólido que se pretende analisar.

Outras normas fazem referência a esse sistema como: NBR 10005 (ABNT, 2004b) – que apresenta o procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido; NBR 10006 (ABNT, 2004c) – que traz o procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos e NBR 10007 (ABNT, 2004d) – que trata da amostragem de resíduos sólidos, pelo Método do Quarteamento.

As normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são de caráter técnico e contribuem muito para a atuação do engenheiro ou gestor. Com destaque na área de

resíduos de construção e demolição, é importante destacar uma das principais normas vigentes, destacando-se as relações entre as diretrizes normativas e as operações gerenciais dos resíduos de construção civil e de demolição. São elas:

- NBR 11174 (ABNT, 1990): Armazenamento de resíduos classes II – Não inertes e III – inertes;
- NBR 12235 (ABNT, 1992): Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- NBR 15112 (ABNT, 2004b): Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15113 (ABNT, 2004c): Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15114 (ABNT, 2004d): Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;

Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, concedeu-se autonomia aos municípios, os quais passaram a ser responsáveis pela legislação e pelas políticas públicas voltadas para as questões ambientais. Em razão disso, o município de Varginha através do Decreto nº 6.613/2013, instituiu o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil do Município de Varginha, estabelecendo as diretrizes, critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos oriundos das atividades da construção civil, dentre outras providências. As diretrizes referentes ao plano são apresentadas no ANEXO A.

Em outros casos, como no Estado do Paraná, por meio da Lei Estadual nº 17.321 (PARANÁ, 2012) buscou-se disciplinar a questão dos resíduos da construção e de demolição ao estabelecer que a emissão do certificado de conclusão de obra seja condicionada à comprovação da destinação adequada dos resíduos.

### 2.3 – Caracterização dos Resíduos

No gerenciamento dos resíduos de construção e demolição, nem sempre é possível realizar o reaproveitamento dos materiais, pois podem estar presentes substâncias contaminantes indesejáveis nos metais, plásticos, papéis, etc., os quais durante certos tipos de beneficiamento podem acarretar problemas ou acidentes nos equipamentos mecânicos ou em materiais.

Os resíduos de demolição requerem atenção e tratamento especial, pois seus geradores usualmente não possuem qualquer influência ou responsabilidade no processo de associação que acontece entre os resíduos. Quando misturados, os resíduos de demolição tornam-se de difícil separação. Outro fator é que o gerenciamento dos resíduos associados ganha mais importância na medida em que os serviços de demolição contemplam ações de segregação dos resíduos no local gerador.

Assim, sempre que possível deve-se segregar e separar os resíduos ainda na fonte, ou quando necessário definir outra destinação. Na tabela 1 comprova-se o desperdício de materiais de construção no Brasil.

**Tabela 1 – TAXAS DE DESPERDÍCIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO NO BRASIL**

Materiais	Taxa de Desperdício (%)		
	Média	Mínimo	Máximo
Concreto usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos para sistemas prediais	15	8	56
Tintas	17	8	24
Condutores	27	14	35
Gesso	30	14	120

Fonte: (ESPINELLI, 2005)

Os materiais de construção são classificados em matéria-prima primária ou matéria-prima secundária. Matérias-primas primárias são os materiais naturais, de origem mineral ou vegetal, que necessitam ser transformados antes de sua utilização. Eles são classificados como homogêneos na medida em que não estão contaminados com outros materiais, como exemplos têm-se a pedra britada, a areia, a argila, e os derivados de concreto petróleo no concreto asfáltico. As matérias-primas secundárias são aquelas que foram recuperadas ou que podem ser reutilizadas. Esses materiais necessitam serem coletados, separados, classificados, preparados ou tratados antes de seu uso.

O principal critério para estabelecer se um material é matéria-prima ou resíduo deve estar ligado à utilização do material. Assim, o que é resíduo em um setor do processo produtivo pode ser matéria-prima em outro.

Partindo pelo aspecto da política ambiental e do constante reaproveitamento dos resíduos gerados, é preciso utilizar estratégias de minimização do resíduo através de técnicas de gestão. A reutilização consiste na reaplicação de um resíduo sem transformação, a reciclagem é responsável pelo processo de reaproveitamento de um resíduo e o beneficiamento caracteriza-se pelo processo que submete um resíduo a processos que permite sua utilização como matéria-prima ou produto.

Com isso, é possível verificar que, por se tratar de uma área relativamente nova, há diversas situações em que a conceituação do resíduo pode levar a diferentes fundamentações legais, e a mão de obra não é especializada ou treinada, criando assim uma barreira no processo de obter o melhor gerenciamento de resíduos da construção.

As características dos resíduos de construção e demolição (RCDs) dependem basicamente do processo construtivo a que deu origem a eles e o material do que são constituídos. Na ausência de processos de segregação desses resíduos, é comum denominar esses materiais com o termo de entulho. Os entulhos são, portanto, um conjunto de materiais, em geral não segregados, cuja principal característica é a heterogeneidade. Pinto (1987), Zordan e Paulon (1997) e Macedo et al. (2009) caracterizam a composição da fração mineral, cujos resultados são demonstrados na tabela 2.

**Tabela 2 – COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO**

<b>Composição da fração mineral (%)</b>			
<b>Material</b>	<b>Pinto (1987) - (1)</b>	<b>Zordan e Paulon (1997) - (2)</b>	<b>Macedo et al. (2009) - (3)</b>
Argamassa	64,40%	37,60%	26,50%
Concreto	4,80%	21,20%	42,90%
Material Orgânico	29,40%	23,40%	8,20%
Rochas / Outros	1,40%	17,80%	22,40%

(1) Local: São Carlos (SP), Brasil.

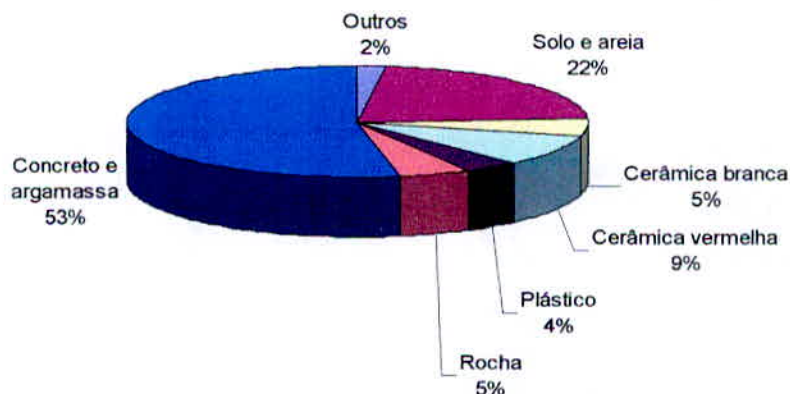
(2) Local: Ribeirão Preto (SP), Brasil.

(3) Local: Recife (PE), Brasil.

Fonte: (NAGALLI, 2012)

Verifica-se que a fração mineral tem composição bastante variável, isso se deve não só ao local de geração desse resíduo, que pode variar em razão da oferta de materiais de construção, mas também à associação de diferentes processos construtivos, treinamentos das equipes que executam a obra, forma de segregação prévia dos RCDs, cronograma da obra,

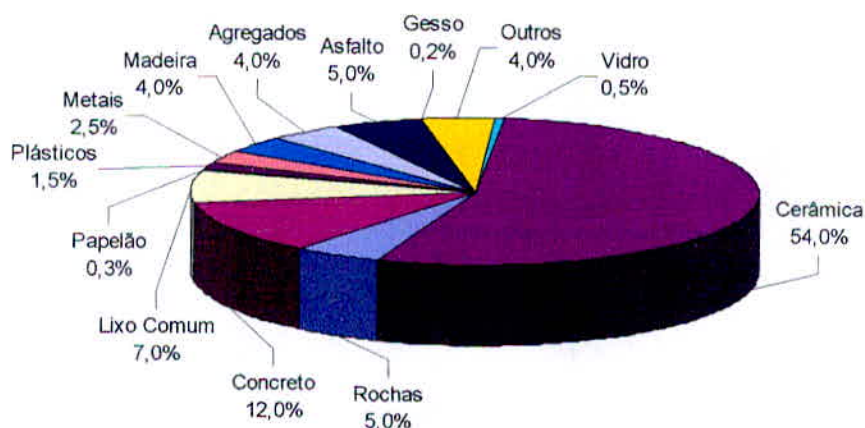
etc. Em razão disso, Hernandez e Vilar (2004) caracterizaram a composição de entulho como um todo e encontraram os resultados apresentados na figura 1.



**Figura 1** – Composição qualitativa do entulho  
Fonte: Adaptado de Hernandez e Vilar (2004).

Observa-se que grande parte dos resíduos é do tipo concreto e argamassa. É importante ressaltar que no gráfico apresentado é incluída a parte de solo provenientes dos serviços de terraplenagem, porém foram quantificados apenas os resíduos armazenados nas caçambas estacionárias. Pode-se dizer que esta quantidade de resíduos está associada ao sistema construtivo mais utilizado no Brasil, que adota estruturas em concreto e revestimentos assentados sobre argamassas de cimento.

Outros estudos realizados, como Llatas (2011) para os RCDs no período de 2001 a 2006, apresentado na figura 2, mostra que a composição qualitativa do entulho é bastante diferente da apresentada por Hernandez. Essa diferença pode ser associada, aos diferentes sistemas construtivos, ou métodos de aquisição de informações.



**Figura 2** – Composição qualitativa do entulho  
Fonte: Adaptado Llatas (2011).

## 2.4 – Estimativa e Quantificação dos RCCs e RCDs

No processo de gerenciamento, a quantificação dos resíduos é uma etapa essencial. Através da quantificação podemos definir a logística dos resíduos da obra, ou seja, os recipientes de coleta, a frequência de análise e a melhor forma de transporte e destinação.

É possível realizar a quantificação dos resíduos antes mesmo de se iniciar a obra, na fase de projetos, quanto mais detalhada for essa fase, mais eficiente será o PGR (Plano de Gerenciamento de Resíduos). Nessa fase são definidos os agentes da equipe de gerenciamento, que serão os responsáveis pela gestão dos resíduos na obra. Em casos em que a obra não se iniciou os resíduos em geral, são estimados empiricamente, ou seja, com base em pesquisas e experiências em obras anteriores.

A partir do momento que a obra está em andamento, é possível criar uma planilha de controle com medições em peso em volume dos resíduos, para controlar as quantidades de resíduos e permitir uma gestão eficiente. O controle dos resíduos pode ser realizado considerando o volume ou a massa. Nos casos de quantidades elevadas de resíduos, é mais comum o controle volumétrico, com suas quantidades expressa em metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

Ressalta-se que a quantidade de resíduos em cada obra é variável, pois está relacionado com o processo construtivo adotado, experiência de execução e tamanho da equipe, do comprometimento da equipe de gerenciamento, dentre outros aspectos.

Em pesquisas anteriores como a de Lu et al. (2011), demonstra que as taxas de geração variam de 3.275 kg/m<sup>2</sup> a 8.791 kg/m<sup>2</sup>, conforme tabela 3.

**Tabela 3 – TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS E PERDAS DE MATERIAIS**

<b>Materiais</b>	<b>Taxa de Geração de Resíduos (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valor médio da Geração de Resíduos (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Taxa de perda de Materiais (%)</b>
Concreto	0,357 - 2,387	1,372	1,33
Madeira	1,678-1,905	1,796	5
Aço	0,014-0,073	0,044	2,88
Tijolos e blocos	0,037 - 0,821	0,429	7
Argamassa	0,368	0,368	3,95
Tubos de PVC	0,035	0,035	1,05
Resíduos diversos	0,786 - 3,202	1,994	–
<b>Total</b>	<b>3,275 - 8,791</b>	–	–

Fonte: Adaptado de Lu Et al. (2011)

O modelo estimativo de quantificação de resíduo mais comum é a correlação da geração de resíduos com a área construída como demonstra os estudos de Li et al. (2013), realizado com base na construção de um edifício residencial em Xangai na China, com cerca de 76.117,70m<sup>2</sup>, a taxa de geração de resíduos (WGA) chega a 40,7 kg/m<sup>2</sup>, o resultado com a quantidade de resíduos gerados, para cada um dos materiais são listados na tabela 4:

**Tabela 4 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE LI ET AL. (2013)**

<b>Material</b>	<b>Quantidade adquirida</b>	<b>WG (t)</b>	<b>WGA (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Perda de materiais (%)</b>
Concreto	56.011 m <sup>3</sup>	1.344,20	17,7	43,5
Barras de aço	10.204 t	306,10	4,0	9,8
Blocos de revestimento	6.511 m <sup>3</sup>	260,4	3,4	8,4
Formas de madeira	60.020 m <sup>2</sup>	576,1	7,6	18,7
Argamassa	6.500 t	206	3,4	8,4
Telhas	45.568 m <sup>2</sup>	40,1	0,5	1,2
Resíduo Remanescente	--	309,70	4,1	10,0
<b>Total</b>		<b>3.042,60 t</b>	<b>40,7 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>100,0 %</b>

Fonte: Adaptado de Li Et al. (2013)

Outras pesquisas como de Bertol et al. (2013), ao analisarem dez casos de construção de edifícios no Brasil, resumiram que a taxa média de geração de resíduos chega a 0,05 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (50 kg/m<sup>2</sup>), para atividades de construção. Já nos casos de obras de demolição, alguns estudos espanhóis, definem a taxa de geração como de 120 kg/m<sup>2</sup> para novas construções, 338,7 kg/m<sup>2</sup> para reformas e 1.129 kg/m<sup>2</sup> para atividades de demolição.

Contudo, cada construtor ou projetista deve fiscalizar diariamente o desempenho de sua equipe em relação aos resíduos de construção, de modo a adequar o gerenciamento de acordo com o processo construtivo.



### **3 – MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 - Definição do Local de Estudo**

Para caracterizar a metodologia a ser utilizada, fez-se necessário definir o local de aplicação da mesma. O estudo de caso foi realizado na obra da Escola de Educação Infantil, destinada ao Programa Proinfância do FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação), situada na cidade de Varginha – MG.

Para formalizar o processo de obtenção dos dados da Escola Proinfância e posteriormente agendar a visita técnica, foi necessário encaminhar uma carta à Prefeitura Municipal de Varginha (Av. Boa Vista, nº220, Parque Boa Vista), em específico para o SEPLA (Secretaria Municipal de Planejamento Urbano), conforme APÊNDICE A.

Após a elaboração da carta, foi aberto um processo no Setor de Protocolo da Prefeitura Municipal de Varginha (R. Presidente Antônio Carlos, nº356, Centro). É importante ressaltar, que não houve cobrança por parte do órgão municipal, para esse procedimento. Assim, gerou-se o processo nº 17301/2014, conforme APÊNDICE B.

Após estabelecer o contato telefônico com a Prefeitura e a exposição sobre os objetivos da pesquisa observou-se a necessidade de confrontar os resultados obtidos, com outras informações necessárias para o correto gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com o Decreto nº 6.613/2013.

Para isso foram realizadas entrevistas na Prefeitura Municipal de Varginha, com os engenheiros e responsáveis por gerenciar esse setor. As informações obtidas na entrevista foram utilizadas para complementar o estudo.

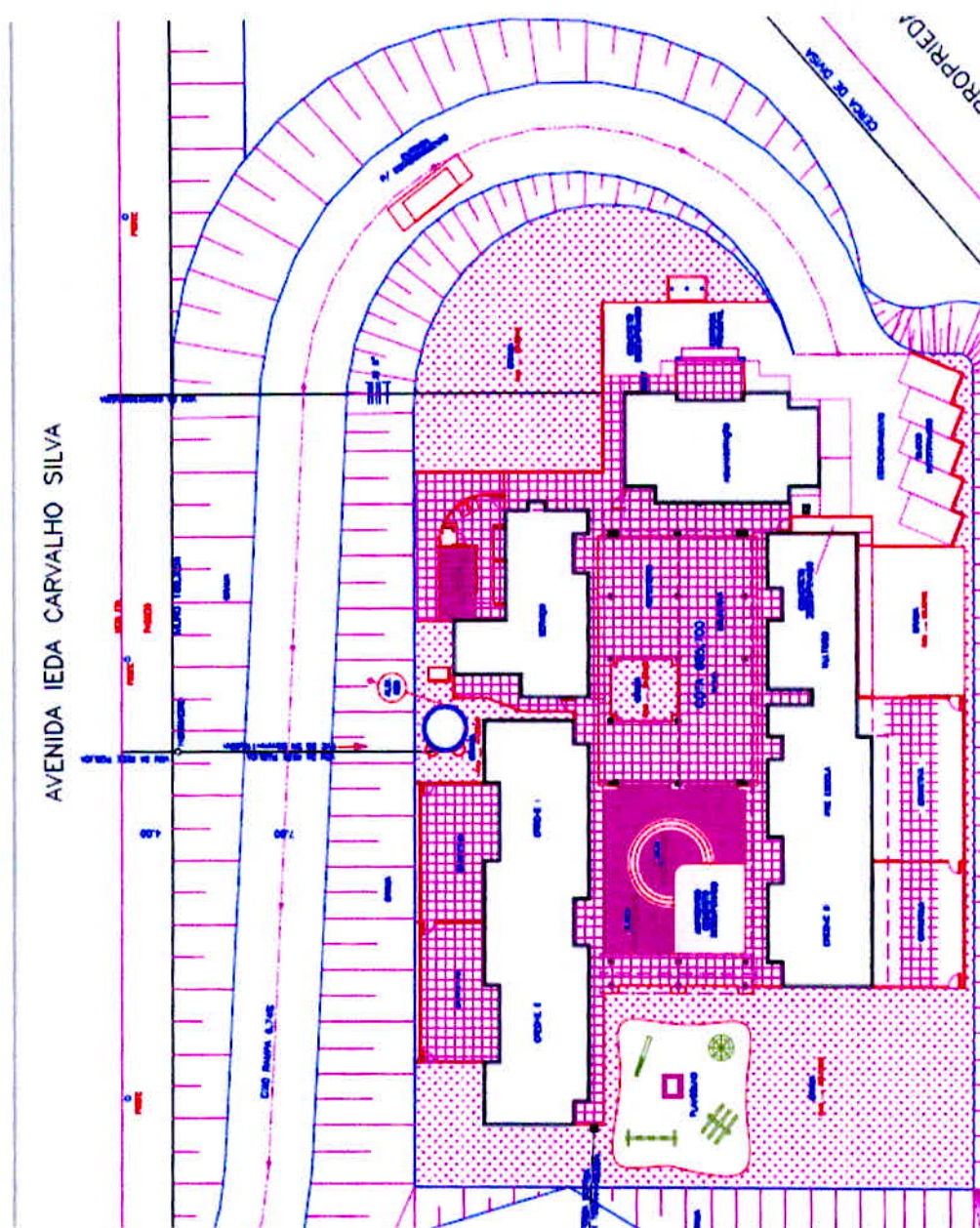
De acordo com as informações do memorial técnico definido pela equipe de engenharia responsável, o presente projeto destina-se à construção de creches para atendimento de 112 crianças de 4 meses a 6 anos a serem implantadas em todas as regiões do país. Para o desenvolvimento do projeto, adotou-se como ideal, um terreno retangular com declividade máxima de 3%. Porém, devido à grande diversidade de relevo, ou mesmo devido à indisponibilidade, em alguns municípios, de lotes com as referidas condições, a unidade escolar foi projetada em blocos independentes, podendo ser locados no terreno, conforme as características encontradas.

Definiu-se então, conforme a função a que se destinam e interligados por circulação coberta, 06 blocos distintos: bloco de administração da creche, sendo esta, a entrada principal;

bloco de serviços, com entrada independente e localizado junto ao estacionamento; blocos pedagógicos; pátio coberto; anfiteatro; playground (parquinho).

A obra se localiza na Av. Ieda Carvalho Silva, Bairro Damasco, Varginha/MG, conforme implantação representada pela figura 3.

**Figura 3** – Implantação – Escola Proinfância



Fonte: Prefeitura Municipal de Varginha (2014)

### 3.1.1– Sistema Construtivo

A fim de padronizar e simplificar a execução da obra em todas as regiões do país, o sistema construtivo adotado na obra da escola é o convencional, ou seja, estrutura de concreto para toda a edificação, paredes em alvenaria de blocos cerâmicos comuns, laje pré-moldada em todos os blocos e utilização de telhas cerâmicas.

As características construtivas da obra em análise por etapa de construção estão relacionadas na tabela 5:

**Tabela 5 – SISTEMA DE CONSTRUÇÃO UTILIZADO NAS ETAPAS**

<b>SISTEMA UTILIZADO X ETAPA</b>	
<b>Fundações</b>	Bloco de fundação, Formas de madeira
<b>Estruturas</b>	Pilares e Vigas em concreto armado, Formas de madeira
<b>Alvenaria</b>	Blocos cerâmicos, Elementos vazados de concreto
<b>Revestimento</b>	Piso cerâmico
<b>Esquadrias</b>	Portas de madeira, Janelas de vidro temperado
<b>Laje</b>	Laje pré-moldada, Lajotas cerâmicas, Formas de madeira
<b>Cobertura</b>	Telha cerâmica, Ripas em madeira

Na primeira coluna listam-se as etapas construtivas abordadas no estudo. Começando pela fundação, caracterizada por utilizar a madeira para confecção das formas e posterior concretagem dos blocos de fundação; na terceira linha apresenta-se a etapa de Estruturas, caracterizando por utilizar formas de madeira e o concreto armado nas vigas e pilares; posteriormente classifica-se a etapa de Alvenaria, caracterizada pela utilização de blocos cerâmicos e elementos vazados de concreto na vedação das paredes; na quinta linha define-se a etapa de Revestimento utilizando o Piso Cerâmico; em seguida, na etapa de Esquadrias o sistema utilizado foi de portas de madeira e janelas em vidro temperado; na penúltima linha apresenta-se a etapa da Laje, no qual se utiliza a madeira para confecção da forma e posterior concretagem da laje pré-moldada com lajotas cerâmicas; finalmente, na etapa de Cobertura utilizam-se peças de madeira para construção da estrutura e executa-se a vedação com telhas cerâmicas.

### 3.2 – Método de Triagem pelo Quarteamento

Nos casos em que a quantidade de resíduo é muito grande ou não há necessidade de estudar todo o resíduo gerado, podem ser realizadas amostragens por meio de uma coleta representativa deste resíduo, visando determinar suas características quanto à classificação, métodos de tratamento, etc.

Para definir a melhor forma de como deve ser feita a coleta, é utilizada a NBR 10007 (ABNT, 2004d). A norma define quatro tipos diferentes de amostras:

1 - amostra composta: soma de parcelas individuais do resíduo a ser estudada, obtidas em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes, através dos processos de amostragem. Estas parcelas devem ser misturadas de forma a se obter uma amostra homogênea.

2 - amostra homogênea: amostra obtida pela melhor mistura possível das alíquotas dos resíduos. Nota: Esta mistura deve ser feita de modo que a amostra resultante apresente características semelhantes em todos os seus pontos. Para resíduos no estado sólido, esta homogeneização deve ser obtida por quarteamento.

3 - amostra representativa: parcela do resíduo a ser estudada, obtida através de um processo de amostragem, e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total do resíduo.

4 - amostra simples: parcela do resíduo a ser estudada, obtida através de um processo de amostragem em um único ponto ou profundidade.

O método de triagem pelo quarteamento define-se como um processo de divisão do resíduo em quatro partes iguais, sendo escolhidas duas partes opostas entre si para formar uma nova amostra e as partes não escolhidas devem ser descartadas. As partes escolhidas são misturadas e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado para análise.

### 3.2.1 – Aplicação do Método de Triagem pelo Quarteamento

Com as informações obtidas na revisão bibliográfica, em relação ao manejo e deposição dos resíduos no decorrer do processo construtivo, se pôde colocar em prática a triagem pelo Modelo do Quarteamento, na obra da Escola Proinfância Creche Damasco, localizada na cidade de Varginha - MG.

Após a entrevista, com a autorização prévia do engenheiro responsável pela obra, partiu-se para fase de observação da forma de execução de atividades que estavam sendo realizadas na obra naquele momento.

A aplicação do modelo ocorreu em visitas periódicas na obra da Escola e o procedimento de coleta das amostras ocorreu da seguinte forma:

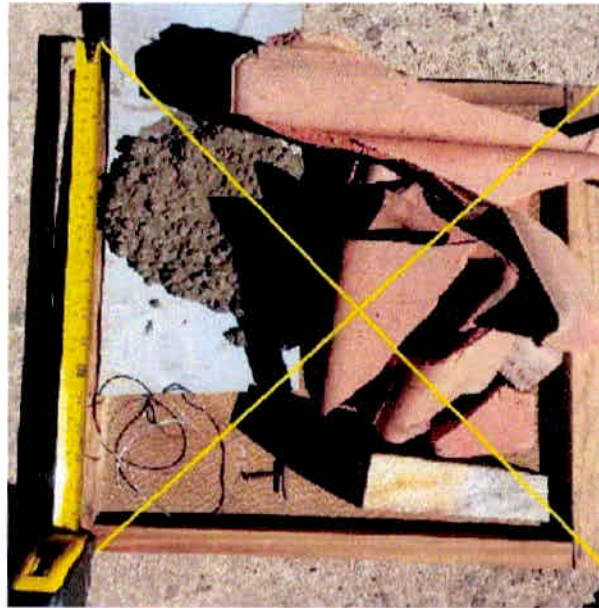
- Na execução de 1m<sup>2</sup> de cada etapa construtiva, quando os operários preparavam para limpar o local, foi realizada a mistura dos resíduos gerados, para se obter uma pré-homogeneização, conforme figura 4.

**Figura 4** – Pré-homogeneização da parcela de RCC da etapa construtiva



- Na segunda etapa iniciava-se o processo do quarteamento, sendo feita uma medição transversal e longitudinal da amostra de 1m<sup>2</sup> de cada etapa construtiva, com o auxílio de uma trena, como apresentado na figura 5.

**Figura 5** – Quarteamento e medição da parcela de RCC da etapa em análise



- Após as amostras estarem homogeneizadas, realizou-se a pesagem para verificação do peso, como apresentado na figura 6.

**Figura 6** – Verificação do peso dos RCCs de acordo com a etapa em análise



- Finalmente a segregação e a classificação dos resíduos de cada etapa construtiva, se deram conforme suas composições (argamassa, cerâmica, concreto, ferro, madeira, etc.), conforme figura 7.

**Figura 7** – Classificação dos RCCs da etapa em análise



Após executar a triagem dos resíduos pelo Método do Quarteamento, foi necessário definir a metodologia de pesquisa para a quantificação dos mesmos, no decorrer das etapas do processo construtivo.

### 3.3 – Método de Quantificação dos Resíduos

No gerenciamento de resíduos da construção civil, é de fundamental importância que se tenha idéia das características qualitativas e quantitativas antes de tomar qualquer iniciativa. A análise quantitativa traduz a composição gravimétrica de cada material, obtendo dessa forma o perfil dos resíduos.

A triagem dos resíduos foi feita a partir das definições da Metodologia do Quarteamento, posteriormente realizou-se a quantificação com base na metodologia de Li et al. (2013). Na anotação dos dados quantitativos gerados foram consideradas apenas as obras de construção, pois como é uma obra nova, não houve demolições.

#### 3.3.1 – Método de Li et al.

O Método de Li et al. (2013) caracteriza-se pela estimativa da quantidade de resíduos com base na área coberta de piso do empreendimento, que incluem as paredes externas e excluem os telhados. Por esse método o resíduo é estimado em razão da sua classificação em duas categorias: materiais de tipo majoritário e minoritário, relacionados à quantidade adquirida. A geração de resíduos associada aos tipos majoritários materiais são calculadas a partir da sua quantidade adquirida, A geração de resíduos para os itens minoritários de materiais é estimada como um percentual da quantidade total de resíduos da construção.

O cálculo da taxa de geração de resíduos por área de piso coberta (WGA), é obtido pela equação 1:

$$\text{Equação 1: } WGA = \frac{WG}{GFA}$$

Onde:

**WGA:** taxa de geração de resíduos (kg/m<sup>2</sup>);

**WG:** total de resíduo gerado, em massa (kg);

**GFA:** área de piso coberta, em m<sup>2</sup>.



## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – CPU do Resíduo

A elaboração da Composição do Preço Unitário (CPU) das etapas construtivas fez-se necessário para poder definir os materiais utilizados para a execução de 1,0m<sup>2</sup> dos respectivos serviços de edificação e para quantificar o custo do resíduo gerado, de acordo com sua proporção e massa.

A análise em questão compreendeu a execução dos seguintes serviços: Armação, forma e concretagem dos blocos de fundação, pilar e laje; Assentamento de alvenaria com bloco cerâmico; Aplicação do revestimento cerâmico; Fixação de esquadria (porta); Execução do madeiramento e tapamento da cobertura com telha cerâmica.

O índice de composições e preços foi adotado com base na SINAPI (2015), tendo como base o custo referência do mês de março de 2015, de Minas Gerais. A CPU da etapa construtiva e dos resíduos de Fundação apresenta-se na tabela 6:

**Tabela 6 – CPU DO RESÍDUO: BLOCO DE FUNDAÇÃO**

<i>FUNDAÇÃO: FORMA/ARMAÇÃO</i>							
<b>ETAPA 1</b>	<b>Materiais</b>	<b>Unid</b>	<b>Quant. p/ 1m<sup>2</sup></b>	<b>Valor p/ 1m<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>Residuo</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Massa (kg)</b>
1.1	Peça de madeira nativa 7,5x7,5cm - não aparelhada	m	0,275	6,24	0,113m	2,56	0,348
1.2	Peça de madeira nativa 2,5x5cm - não aparelhada	m	0,24	2,20	0,108m	0,99	0,045
1.3	Prego polido c/ cabeça 18x27	kg	0,150	8,20	0,036kg	1,97	0,036
1.4	Tabua de madeira 2ª qualidade 2,5x30cm	m	0,792	10,02	0,155m	1,96	0,908
1.5	Concreto 15 mpa	m <sup>3</sup>	1,050	274,29	0,0126m <sup>3</sup>	3,29	12,600
1.6	Aço (CA-50) 3/8"	kg	1,100	3,68	0,480kg	1,61	0,480
1.7	Arame recozido	kg	0,030	6,90	0,0196kg	4,51	0,019
<b>Total</b>						<b>16,89</b>	<b>14,44</b>

Na segunda coluna são apresentados os materiais necessários para armação, execução da forma e concretagem de um bloco de fundação, com suas respectivas unidades; na quarta coluna listam-se os quantitativos dos materiais para execução de 1m<sup>2</sup> da etapa em questão; com isso definem-se os valores (R\$) dos mesmos; na sexta coluna apresentam-se os resíduos gerados com suas respectivas unidades e define-se o custo (R\$) proporcional ao valor do material.

Posteriormente listam-se as massas (kg) de acordo com o resíduo gerado. O resíduo que apresentou o maior custo foi o arame recozido, cerca de R\$4,51; com isso o custo total dos resíduos chegou ao valor de R\$16,89. Em relação à massa, o resíduo que merece destaque é o concreto, sua massa chegou a 12,60kg; com isso a massa total resultou em 14,44kg.

Contudo, observou-se que os resíduos de concreto gerados em grande volume foram provenientes da etapa de fundação, mais especificamente na concretagem dos blocos de fundação. A figura 8 ilustra a etapa 1 (fundação).

**Figura 8** – Etapa 1 – Bloco de fundação



Após a definição da CPU da etapa construtiva e dos resíduos de Fundação, passou-se para a etapa de Estrutura, apresentada na tabela 7. Para o estudo, considerou-se apenas o elemento Pilar.

**Tabela 7** – CPU DO RESÍDUO: ESTRUTURA

<b>ESTRUTURA: PILAR</b>							
<b>ETAPA 2</b>	<b>Materiais</b>	<b>Unid</b>	<b>Quant. p/ 1m<sup>2</sup></b>	<b>Valor p/ 1m<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>Resíduo</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Massa (kg)</b>
2.1	Chapa de madeira compensada, para formas de concreto armado Dim=1,10x2,20m	m <sup>2</sup>	2,42	18,03	0,440m <sup>2</sup>	3,28	8,598
2.2	Peça de madeira nativa 7,5x7,5cm - não aparelhada	m	3,00	6,24	0,210m	0,44	0,648
2.3	Prego polido c/ cabeça 17x27	kg	0,230	7,58	0,030kg	0,99	0,030
2.4	Tabua de madeira 2ª qualidade 2,5x30cm	m	0,330	10,02	0,075m	2,28	0,439
2.5	Concreto 15 mpa	m <sup>3</sup>	1,050	274,29	0,0100m <sup>3</sup>	2,61	10,00
2.6	Aço (CA-50) 3/8"	kg	1,100	3,68	0,363kg	1,21	1,21
2.7	Arame recozido	kg	0,030	6,90	0,0098kg	2,25	0,009
<b>Total</b>						<b>13,05</b>	<b>20,94</b>

Na tabela 7, são apresentados os materiais necessários para armação, execução da forma e concretagem do Pilar. O resíduo que apresentou o maior custo foi à chapa de madeira compensada, cerca de R\$3,28; com isso o custo total dos resíduos chegou ao valor de R\$13,05. Em relação à massa, novamente o resíduo que merece destaque é o concreto, sua massa ficou em aproximadamente 10,00kg; com isso a massa total resultou em 20,94kg, sendo esta a etapa que apresentou o maior valor de massa.

No entanto, observou-se que a maior geração de resíduos de aço em uma obra é proveniente do corte para a montagem das armaduras, principalmente no caso de pilares com alturas variáveis. A figura 9 ilustra a etapa 2 (estrutura - Pilar).

**Figura 9** – Etapa 2 – Estrutura Pilar



Após a definição da CPU da etapa construtiva e dos resíduos de Estruturas, passou-se para a etapa de Alvenaria com blocos cerâmicos, apresentada na tabela 8.

**Tabela 8** – CPU DO RESÍDUO: ALVENARIA

<i>ALVENARIA: BLOCO CERÂMICO</i>							
<b>ETAPA 3</b>	<b>Materiais</b>	<b>Unid</b>	<b>Quant. p/ 1m<sup>2</sup></b>	<b>Valor p/ 1m<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>Resíduo</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Massa (kg)</b>
3.1	Argamassa Cimento/Areia 1:4 - Preparo Manual	m <sup>3</sup>	0,1700	329,40	0,0027m <sup>3</sup>	5,20	2,70
3.2	Bloco Vedação ceramico 09x19x19cm	unid	25,00	0,46	3,00 unid	1,38	5,62
<b>Total</b>						<b>6,58</b>	<b>8,32</b>

Na segunda coluna são apresentados os materiais necessários para assentamento de alvenaria com blocos cerâmicos, com suas respectivas unidades; na quarta coluna listam-se os quantitativos dos materiais para execução de 1m<sup>2</sup> da etapa em questão; com isso definem-se os valores (R\$) dos mesmos; na sexta coluna apresentam-se os resíduos gerados com suas respectivas unidades e define-se o custo (R\$) proporcional ao valor do material.

Por fim, listam-se as massas (kg) de acordo com o resíduo gerado. O resíduo que apresentou o maior custo foi à argamassa de assentamento, cerca de R\$5,20; com isso o custo total dos resíduos chegou ao valor de R\$6,58. Em relação à massa, o resíduo que merece destaque é o bloco cerâmico, sua massa chegou a 5,62kg, o equivalente a três unidades; com isso a massa total resultou em 8,32kg.

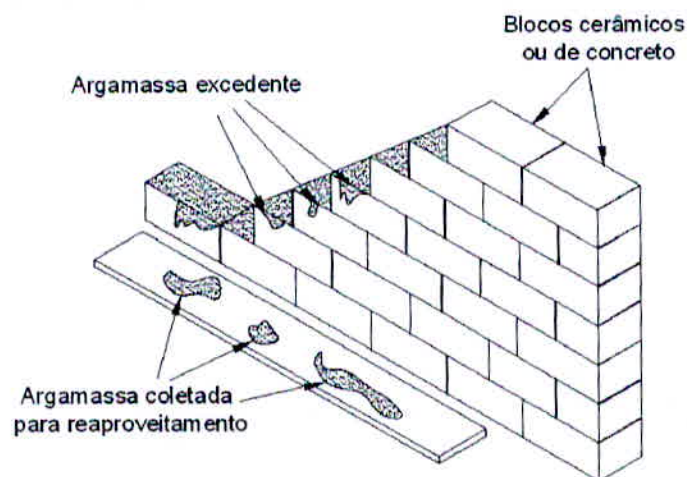
Entretanto, nas etapas de assentamento de tijolos, chapisco, e reboco evidenciou-se um aumento na geração do resíduo de argamassa. As causas de desperdício vão desde a produção em excesso, até o não reaproveitamento das sobras que caem no chão durante a execução do serviço. A figura 10 evidencia a utilização da argamassa na etapa de chapisco.

**Figura 10** – Utilização da argamassa



Como iniciativa para reduzir as perdas e manter a limpeza da obra, sugeriu-se a colocação de tábuas de madeira no chão, para que o material derrubado seja novamente adicionado na betoneira. A figura 11 representa a perspectiva do sistema de reaproveitamento de argamassa.

**Figura 11** – Perspectiva do sistema de reaproveitamento de argamassa



Após a definição da CPU da etapa construtiva e dos resíduos de Alvenaria, passou-se para a etapa de Revestimento, apresentada na tabela 9. Para o estudo, considerou-se o assentamento de piso cerâmico apenas no chão.

**Tabela 9** – CPU DO RESÍDUO: REVESTIMENTO

<i>REVESTIMENTO: PISO</i>							
<b>ETAPA</b> 4	<b>Materiais</b>	<b>Unid</b>	<b>Quant. p/ 1m<sup>2</sup></b>	<b>Valor p/ 1m<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>Resíduo</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Massa (kg)</b>
4.1	Piso em cerâmica esmaltada extra	m <sup>2</sup>	1,080	17,40	0,120m <sup>2</sup>	1,933	1,230
4.2	Argamassa colanta AC I para cerâmica	kg	4,86	0,50	0,816kg	0,084	0,816
4.3	Rejunte colorido	kg	0,240	3,18	0,074kg	0,980	0,074
<b>Total</b>						<b>3,00</b>	<b>2,12</b>

Na tabela 9, são apresentados os materiais necessários para execução do revestimento com piso cerâmico. O resíduo que apresentou o maior custo foi o piso cerâmico, cerca de R\$1,93; com isso o custo total dos resíduos chegou ao valor de R\$3,00. Em relação à massa, o piso cerâmico também apresentou o maior valor, sua massa chegou à aproximadamente 1,23kg; com isso a massa total resultou em 2,12kg. A figura 12 ilustra a etapa 4 (assentamento do piso cerâmico).

Figura 12 – Etapa 4 - Assentamento Piso Cerâmico



Após a definição da CPU da etapa construtiva e dos resíduos do Revestimento, passou-se para a etapa de assentamento de esquadrias, apresentada na tabela 10. Para o estudo, considerou-se a fixação de uma porta de madeira.

Tabela 10 – CPU DO RESÍDUO: ESQUADRIA

<i>ESQUADRIA: PORTA</i>							
ETAPA 5	Materiais	Unid	Quant. p/ 1m <sup>2</sup>	Valor p/ 1m <sup>2</sup> (R\$)	Resíduo	Custo (R\$)	Massa (kg)
5.1	Argamassa cimento/areia 1:4	m <sup>3</sup>	0,010	329,40	0,00089m <sup>3</sup>	29,32	0,890
5.2	Aduela (guarnição), de porta em madeira de 13x3cm	kg	1,00	31,02	–	–	–
5.3	Alizar/guarnição 5x2cm em madeira	m	10,000	3,45	2,80m	0,97	1,16
5.4	Parafuso rosca soberba, aço zic., cabeça chata - fenda 7x65mm	unid	6,000	0,30	–	–	–
5.5	Peça de madeira de lei/nativa, 10x10x3cm p/ fixação de esquadrias	unid	6,000	0,99	–	–	–
5.6	Porta madeira lei nativa regional de 1ª, 80x210x3cm	unid	1,000	62,88	–	–	–
5.7	Dobradiça latão cromado 3x3" c/ anéis	unid	3,000	15,73	–	–	–
5.8	Prego de aço 15x15 c/ cabeça	kg	0,600	8,67	0,015kg	0,22	0,015
<b>Total</b>						<b>30,50</b>	<b>2,06</b>

Na tabela 10, são apresentados os materiais necessários para a fixação. O resíduo que apresentou o maior custo foi à argamassa para assentamento, cerca de R\$29,32; com isso o custo total dos resíduos chegou ao valor de R\$30,50. Em relação à massa, o resíduo que merece destaque é o alizar (5x2cm) em madeira, sua massa ficou em aproximadamente 1,16kg; com isso a massa total resultou em 2,06kg. Os demais materiais relacionados não

geraram resíduos, por isso não foram quantificados. A figura 13 ilustra a etapa 5 (fixação da esquadria).

**Figura 13** – Etapa 5 - Fixação da esquadria



Após a definição da CPU da etapa construtiva e dos resíduos da Esquadria, passou-se para a etapa de armação e concretagem da Laje pré-moldada, apresentada na tabela 11.

**Tabela 11** – CPU DO RESÍDUO: LAJE

<i>LAJE PRÉ-MOLDADA</i>							
<b>ETAPA 6</b>	<b>Materiais</b>	<b>Unid</b>	<b>Quant. p/ 1m<sup>2</sup></b>	<b>Valor p/ 1m<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>Resíduo</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Massa (kg)</b>
6.1	Concreto Fck=20mpa virado em betoneira	m <sup>3</sup>	0,035	339,92	0,0019m <sup>3</sup>	18,76	1,900
6.2	Laje Pré-moldada (lajota cerâmica) sobrecarga 100kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,000	36,34	0,12m <sup>2</sup>	4,36	5,52
6.3	Peça de madeira nativa 7,5x7,5cm - não aparelhada p/ forma	m	1,100	6,24	0,310m	1,76	0,128
6.4	Prego polido com cabeça 18x30cm	kg	0,020	7,63	0,009kg	3,24	0,009
6.5	Tábua de madeira 2ª qualidade 2,5x30cm	m	0,300	10,02	0,070m	2,34	0,410
<b>Total</b>						<b>30,46</b>	<b>7,97</b>

Na segunda coluna são apresentados os materiais necessários para montagem e concretagem da Laje pré-moldada, com suas respectivas unidades; na quarta coluna listam-se os quantitativos dos materiais para execução de 1m<sup>2</sup> da etapa em questão; com isso definem-

se os valores (R\$) dos mesmos; na sexta coluna apresentam-se os resíduos gerados com suas respectivas unidades e define-se o custo (R\$) proporcional ao valor do material.

Por fim, listam-se as massas (kg) de acordo com o resíduo gerado. O resíduo que apresentou o maior custo foi o concreto virado em betoneira, cerca de R\$18,76; com isso o custo total dos resíduos chegou ao valor de R\$30,46. Em relação à massa, o resíduo que merece destaque é a lajota cerâmica, sua massa chegou a 5,52kg, o equivalente a duas unidades; com isso a massa total resultou em 7,97kg. Na figura 14 evidenciamos a etapa 6 (laje pré-moldada).

Figura 14 – Etapa 6 – Laje pré-moldada



Após a definição da CPU da etapa construtiva e dos resíduos da Laje pré-moldada, passou-se para a etapa de cobertura com telhas cerâmicas, apresentada na tabela 12.

Tabela 12 – CPU DO RESÍDUO: COBERTURA

<i>COBERTURA</i>							
<b>ETAPA</b>	<b>Materiais</b>	<b>Unid</b>	<b>Quant. p/ 1m<sup>2</sup></b>	<b>Valor p/ 1m<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>Resíduo</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Massa (kg)</b>
7.1	Argamassa traço 1:4	m <sup>3</sup>	0,003	329,40	0,00045m <sup>3</sup>	49,41	0,450
7.2	Arame recozido 18 bwg	kg	0,03	6,90	0,0067kg	1,35	0,0067
7.3	Telha ceramica tipo colonial, compr. 44cm (25 telhas/m <sup>2</sup> )	unid	25,00	0,83	2,00 unid	1,66	4,756
7.4	Peça de madeira de lei nativa/ regional 4x30cm	m <sup>3</sup>	0,028	2120,00	0,00024m <sup>3</sup>	18,02	0,240
7.5	Prego polido com cabeça 18x27cm	kg	0,12	8,20	0,027kg	1,85	0,027
7.6	Estribo com parafuso em chapa de ferro fundido 2"x3/16" x35cm - seção U para madeiramento de telhado	unid	0,128	12,96	-	-	-
<b>Total</b>						<b>72,29</b>	<b>5,48</b>



Na tabela 12, são apresentados os materiais necessários para execução do madeiramento e tapamento da cobertura com telhas cerâmicas. O resíduo que apresentou o maior custo foi à argamassa para enchimento de espaços vazios entre o telhado e a parede, cerca de R\$49,41; com isso o custo total dos resíduos chegou a R\$72,29, sendo esta, a etapa que apresentou o maior custo. Em relação à massa, o resíduo que merece destaque é a telha cerâmica colonial, sua massa ficou em aproximadamente 4,75kg, o equivalente a duas unidades; com isso a massa total resultou em 5,48kg.

No entanto, observou-se que a maior geração de resíduo cerâmico está relacionada ao recebimento, transporte e armazenamento e em alguns casos com a execução inadequada da etapa construtiva que envolve esse material. A figura 15 ilustra a etapa 7 (cobertura).

**Figura 15 – Etapa 7 - Cobertura**



## 4.2 – Análise da Composição Quantitativa do Resíduo

O período de coleta para realizar a classificação e quantificação dos resíduos de construção, aconteceu posteriormente à execução da etapa em análise.

Em seguida realizou-se a separação desses resíduos, para posterior pesagem. Com essa etapa determinou-se a quantidade, em peso e volume e os tipos de resíduos da construção civil gerados na obra da Escola.

Após a separação e a pesagem das amostras para cada etapa, e com os dados levantados, fez-se uma análise observando assim o comportamento da geração dos resíduos nas diversas etapas construtivas da obra, foi realizada uma razão entre a massa de RCC (kg) pela a área construída de 1,0m<sup>2</sup>, para se chegar a Taxa de Geração de RCC (kg/m<sup>2</sup>), conforme equação 2:

$$\text{Equação 2: } Tx = \frac{\text{Massa de RCC (kg)}}{\text{Área Construída (m}^2\text{)}}$$

Onde:

$Tx$  = Taxa de Geração de RCC (kg/m<sup>2</sup>)

A tabela 13 apresenta todos os dados referentes às etapas construtivas e suas respectivas taxas de geração de RCC.

**Tabela 13 – CONTROLE DE RESÍDUOS NAS ETAPAS CONTRUTIVAS**

Etapa Construtiva	Área Construída (m <sup>2</sup> )	Massa de RCC (kg)	Custo Resíduo (R\$)	Taxa de Geração de RCC (kg/m <sup>2</sup> )
Fundações	1,0	14,436	16,89	14,44
Estrutura	1,0	20,934	13,05	20,94
Alvenaria	1,0	8,320	6,58	8,32
Revestimento: Piso	1,0	2,120	3,00	2,12
Esquadria: Porta	1,0	2,065	30,50	2,06
Laje	1,0	7,97	30,46	7,97
Cobertura	1,0	5,48	72,29	5,48
<b>Total</b>		<b>61,32kg</b>	<b>RS172,77</b>	<b>61,32kg/m<sup>2</sup></b>

Na primeira coluna classificam-se as etapas construtivas consideradas. Na segunda coluna determina-se a área construída, no caso 1,0m<sup>2</sup> para todas as etapas. Posteriormente listam-se as massas (kg) de RCC das etapas, sendo que o maior valor de massa foi apresentado na etapa de Estrutura, aproximadamente 20,94kg; com isso a massa de resíduos

das etapas construtivas chegou a 61,32kg; a etapa que apresentou o maior custo (R\$) foi à fase de Cobertura, cujo valor chegou a R\$72,29; com isso o custo total dos resíduos chegou ao valor de R\$172,77; finalmente, expressa na ultima coluna temos a taxa de geração de RCC, totalizando 61,32kg/m<sup>2</sup>.

Na percepção de gestão de resíduos as atividades que mais geram resíduos são: Estrutura (20,94kg/m<sup>2</sup>), Fundação com blocos (14,44kg/m<sup>2</sup>) e Assentamento de alvenaria com blocos cerâmicos (8,32kg/m<sup>2</sup>). Nas outras etapas construtivas é possível perceber a variação da taxa de geração de resíduos.

Portanto, devido ao desperdício dos materiais, percebe-se que nas fases de cobertura, assentamento de esquadria e execução da laje, o custo foi mais elevado em relação às outras fases, tal fato pode estar ligado ao desperdício de materiais mais nobres, como o concreto, a argamassa e peças de madeira.

#### 4.2.1 - Análise da Taxa de Geração de RCC

A tabela 14 define a taxa de geração de RCC (kg/m<sup>2</sup>), em relação a 1,0m<sup>2</sup> de edificação, ou seja, considerando todas as etapas construtivas (Fundação, Estrutura, Alvenaria, Revestimento com piso, Assentamento de esquadria, Laje, Cobertura; o indicador obtido foi de 61,32kg/m<sup>2</sup>.

**Tabela 14 – INDICADOR: TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS POR METRO QUADRADO DE EDIFICAÇÃO**

<b>m<sup>2</sup> edificação</b>	<b>Taxa de Geração de RCC (kg/m<sup>2</sup>)</b>
1,0	61,32

Após a definição da taxa de geração de resíduos por metro quadrado de edificação, apresenta-se na tabela 15, a comparação com os estudos de Lu et al. (2011) apresentado na tabela 3, com a taxa definida por Li et al. (2013) apresentada na tabela 4, e com a taxa definida por Bertol et al. (2013).

**Tabela 15 – COMPARAÇÃO TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS**

<b>Taxa de geração de resíduos obtida</b>	<b>Lu et al. (2011)</b>	<b>Li et al. (2013)</b>	<b>Bertol, Raffler e dos Santos (2013)</b>
61,32 kg/m <sup>2</sup>	3,275 a 8,791 kg/m <sup>2</sup>	40,7 kg/m <sup>2</sup>	50,0 kg/m <sup>2</sup>

Comparando-se a taxa de geração de resíduos obtida de 61,32kg/m<sup>2</sup>, percebe-se que houve uma proximidade com o valor de 40,7kg/m<sup>2</sup> definido por Li et al. (2013) e com o a taxa de 50,0kg/m<sup>2</sup> apresentada por Bertol et al. (2013).

### 4.3 – Segregação dos RCCs

A classificação dos resíduos segundo seu tipo e classe foi necessária para obter parâmetros do tempo gasto pelo ajudante para segregação, e quantificar o custo da mão-de-obra para execução desta atividade, nas fases da obra.

A tabela 16 demonstra o custo do Homem-hora (Hh), para a segregação dos materiais nas diferentes etapas construtivas.

**Tabela 16 – SEGREGAÇÃO DOS RESÍDUOS DAS ETAPAS**

Etapa Construtiva	Taxa (kg/m <sup>2</sup> )	Resíduos	Tempo para segregação (h)	Custo horário ajudante (R\$)	Custo Hh (R\$)
Fundação	14,44	Madeira, ferragem, concreto	0,25h (15 min)	4,29	1,072
Estrutura	20,94	Madeira, ferragem, concreto	0,25 (15 min)	4,29	1,072
Alvenaria	8,32	Argamassa, blocos cerâmicos	0,15 (9 min)	4,29	0,643
Revestimento: Piso	2,12	Cerâmica, argamassa, embalagens papelão	0,10 (6 min)	4,29	0,429
Esquadria: Porta	2,06	Argamassa, madeira	0,08 (5 min)	4,29	0,343
Laje	7,97	Madeira, concreto, lajota cerâmica	0,16 (10 min)	4,29	0,686
Cobertura	5,48	Madeira, telha cerâmica	0,15 (9 min)	4,29	0,643
<b>Total (R\$)</b>					<b>4,88</b>

Na primeira coluna classificam-se as etapas construtivas consideradas. Na segunda coluna observa-se a taxa de geração de resíduos (kg/m<sup>2</sup>) das etapas. Posteriormente listam-se os resíduos encontrados de acordo com a etapa. Em geral os materiais encontrados foram concreto/argamassa, madeira, ferro e cerâmica.

Para isso o tempo para separação dos resíduos foi estimado em relação à forma de coleta pelo método do Quarteamento e posterior pesagem, representado na quarta coluna. Em geral a variação do tempo para a segregação foi de 0,08h (5,0min) para a etapa de Esquadria e de 0,25h (15min), para as etapas de Fundação e Estrutura.

Para obtenção do custo horário do ajudante, expresso na última coluna, adotou-se como base a Convenção Coletiva do Trabalho das Indústrias da Construção Civil (2015), da cidade de Varginha – MG. O valor horário do ajudante, sem considerar os encargos sociais

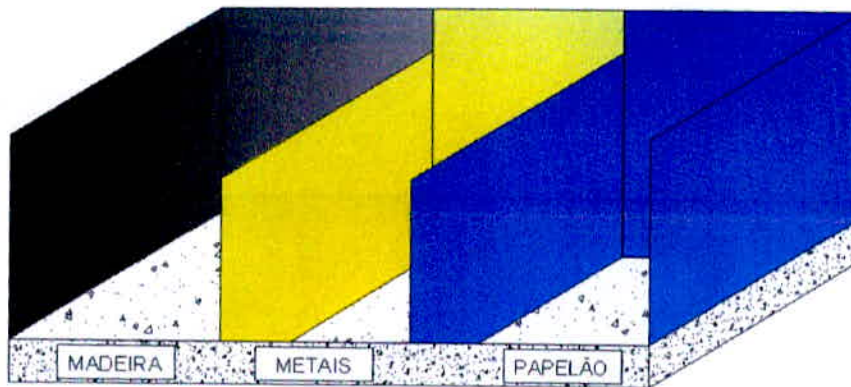
chega a R\$ 4,29; com isso, as etapas construtivas de Fundação e Estrutura foram a que demandaram o maior tempo para segregação dos materiais e o maior custo homem-hora, cerca de R\$1,07; a etapa que apresentou o menor tempo para segregação dos materiais e conseqüentemente o menor custo, foi a de fixação de Esquadria, cerca de R\$0,34. Para a realização da gestão em 1,0m<sup>2</sup> de edificação, ou seja, incluindo todas as etapas construtivas relacionadas, o custo total Homem-hora (Hh) chegou ao valor de R\$4,88.

Contudo, em função do andamento dos serviços, os resíduos devem ser reaproveitados na própria obra, quantas vezes forem possíveis. Caso o volume de resíduos necessite de armazenamento temporário, deve-se manter a limpeza e a organização do ambiente.

Com isso, para facilitar o gerenciamento, podem ser implantadas baias individualizadas, geralmente fabricadas com madeira e sarrafos, onde cada tipo de resíduo pode ser armazenado em uma baia diferente. As estruturas baias e podem ser instaladas a céu aberto ou em locais cobertos, dependendo do tipo do material.

Nos casos em que o volume de resíduos é pequeno e que não há a necessidade de mantê-lo armazenado por um período longo, recomenda-se a instalação das baias móveis sem cobertura, conforme figura 16.

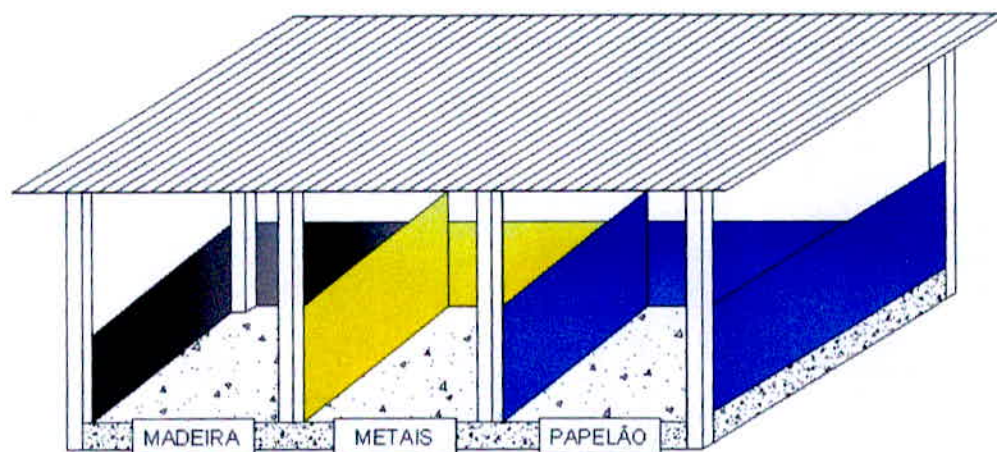
**Figura 16** – Baias Móveis com cores diferentes para cada tipo de resíduo – Sem cobertura



Fonte: Adaptado de Sinduscon (2005)

Para os casos que se têm a necessidade de manter o resíduo armazenado por um período mais longo, para se obter uma quantidade relativamente considerável para negociação no comércio de sucatas e nos casos que se pretende manter a conservação dos resíduos para utilização em outras obras, recomenda-se a construção de baias fixas com cobertura, conforme figura 17.

**Figura 17** – Baias com cores diferentes para cada tipo de resíduo – com cobertura



Fonte: Adaptado de Sinduscon (2005)

Entretanto, o número de baias, assim como o tipo, suas dimensões, devem ser determinadas de acordo com a necessidade de utilização e porte de cada obra.

#### 4.4 - Classificação do Volume Total de Resíduos Produzido na Obra

Após serem segregados, os resíduos foram classificados e posteriormente quantificados, assim, obteve-se o perfil dos resíduos. Os resíduos encontrados com maior frequência foram: cimentícios, madeira e cerâmica. A massa dos resíduos de madeira atingiu um valor aproximado de 12,92kg, o que representa 21,07%. Os resíduos cerâmicos apresentaram uma massa de 16,105kg, representando 26,26% dos resíduos observados na obra.

Os resíduos de cimento e argamassa atingiram o maior valor, aproximadamente 29,43kg, ou seja, 48,00% do total. Os resíduos de metal e papelão apresentaram a menor massa quando comparado aos demais resíduos, cerca de 1,84kg e 1,025kg respectivamente. Com isso, a porcentagem de ocorrência de resíduos Classe A, resultou em 74,26%, já os resíduos Classe B, totalizou 25,74%

Cada material foi pesado separadamente, para se obter a fração gravimétrica, que representa o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduos analisada. A tabela 17 comprova a porcentagem de ocorrência dos resíduos, de acordo com seu tipo e classe.

**Tabela 17 – QUANTIDADES DE RESÍDUOS PRODUZIDOS NA OBRA**

<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Classe</b>	<b>Massa total (kg)</b>	<b>Porcentagem de ocorrência</b>
<b>Papelão</b>	<b>B</b>	1,025	1,67%
<b>Madeira</b>	<b>B</b>	12,92	21,07%
<b>Ferro</b>	<b>B</b>	1,84	3,00%
<b>Cerâmica</b>	<b>A</b>	16,105	26,26%
<b>Cimentícios (argamassa, concreto)</b>	<b>A</b>	29,43	48,00%

Observa-se que a massa dos resíduos Classe A apresentam um valor superior a massa dos resíduos Classe B. Esse fato pode estar associado aos elevados volumes de argamassas produzidas nas fases construtivas, visto que o resíduo cimentício classifica-se como um resíduo Classe A. De maneira geral, a massa total aproximada de resíduos das Classes A e B produzidos foi de 61,32kg.

Conhecendo o volume de resíduos coletados e seus respectivos pesos, é possível comparar os resultados obtidos, com as taxas definidas em pesquisas como a de Llatas (2011)



apresentado na figura 2 e com Li et al. (2013), representado pela tabela 4. Na Tabela 18 apresenta-se a comparação da referência bibliográfica com os resultados obtidos:

**Tabela 18 – COMPARAÇÃO: RESULTADOS OBTIDOS X REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

<b>Materiais</b>	<b>Porcentual Obtido</b>	<b>Llatas (2011)</b>	<b>Li et al. (2013)</b>
Concreto e Argamassa	29,43%	12,00%	43,5%
Cerâmica	16,10%	54,00%	–
Ferro	1,84%	2,50%	9,8%
Papel / Papelão	1,02%	0,30%	–
Madeira	12,92%	4,00%	18,7%

Comparando-se o porcentual de resíduos obtido, percebe-se que houve uma variação dos valores definidos por Llatas (2011) e com os valores apresentados por Li et al. (2013). Em razão disso, verifica-se que as composições das características dos materiais não são somente do local de geração desse resíduo ou do tipo de material de construção utilizado, mas sim da associação de diferentes processos construtivos, treinamento das equipes de execução, forma de separação prévia dos RCDs, cronograma de obras, dentre outros.

#### 4.5 - Avaliação Econômica dos Resíduos

A estratégia utilizada para avaliar os custos e os benefícios da implantação da gestão de resíduos no canteiro de obra foi realizar a quantificação dos resíduos de Classe B, é importante ressaltar que foi levado em consideração o custo da hora do trabalhador para a segregação dos resíduos.

O objetivo foi quantificar a economia gerada com a possível revenda dos resíduos ao mercado de sucatas.

De um total de 61,32kg de resíduo gerado na obra, aproximadamente 2,86kg foi de resíduos Classe B. Os resíduos desta classe podem ser negociados com o comércio de sucatas, o valor por quilogramas do papelão chega a R\$0,15 e do ferro a R\$0,20. O orçamento do valor da revenda dos resíduos por quilogramas de cada material são demonstrados na tabela 19.

**Tabela 19 – ORÇAMENTO REVENDA DE RESÍDUOS**

Material Classe B	Massa total (kg)	Valor venda resíduo reciclável (R\$)	Total (R\$)
Papelão	1,025	R\$ 0,15	R\$ 0,15
Ferro	1,84	R\$ 0,20	R\$ 0,36
<b>TOTAL</b>	2,86	-	R\$ 0,51

De acordo com cada tipo de material, caracterizado na primeira coluna, obteve-se a massa de 1,02kg de resíduo de papelão e 1,84kg de ferro. Na segunda coluna apresenta-se o valor de revenda dos respectivos resíduos, com isso, o lucro total foi de R\$0,15 para o resíduo papelão e R\$ 0,36 para o resíduo ferro, totalizando R\$0,51.

Após a definição do orçamento para revenda dos resíduos, realizou-se a avaliação da quantidade de resíduos encaminhados para reciclagem e com isso, o balanço econômico da realização da gestão, como ilustra a Tabela 20.

**Tabela 20 – BALANÇO ECONÔMICO REVENDA DE RESÍDUOS**

Massa total de resíduos (kg)	Massa total resíduos recicláveis (kg)	Valor revenda resíduo reciclável (R\$/kg)	Custo segregação de resíduos (R\$)	Saldo (+) Despesa (-) (R\$)
61,32	2,86	0,51	4,88	- 4,37

Considerando a massa total de resíduos de 61,32kg, definida na primeira coluna, apenas 2,86kg, foi de resíduos recicláveis, conforme segunda coluna, com isso, na terceira coluna tem-se o lucro alcançado com a revenda dos resíduos, cerca de R\$0,51. Na quarta coluna caracteriza-se o investimento de mão-de-obra para segregação, no valor de R\$4,88.

No entanto, verifica-se que o valor de revenda dos resíduos Classe B não foi suficiente para suprir o investimento com a segregação, conforme demonstra-se na última coluna; o valor positivo (+) refere-se a saldo, o valor negativo (-) a despesa, no caso obteve-se o valor de despesa.

#### 4.6 – Avaliação do Reaproveitamento dos Resíduos

Conforme comentado anteriormente, a maior parte dos resíduos Classe A foram gerados na etapa construtiva de cobertura, assentamento de esquadria e execução da laje. Na Tabela 21 são apresentadas estimativas de redução no custo final dos resíduos produzidos na obra.

**Tabela 21 – ANÁLISE DO REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS**

Tipo de Resíduos	Massa total de resíduos (kg)	Massa total de resíduos comercializável (kg)	Massa total de resíduos descartado (kg)	Porcentagem de redução de custo c/ destinação/deposição
Classes A,B	61,32	2,86	58,46	4,67%

Analisando as classes de resíduos A e B, conforme primeira coluna obteve-se a massa total de 61,32kg, definida na segunda coluna, considerando que apenas 2,86kg são de resíduos comercializáveis, o restante, cerca de 58,46kg deve ser descartado de acordo com seu tipo e classe. Por fim, conclui-se que a porcentagem de redução com custo de destinação ou deposição, chegou a 4,67%.

## 5 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Através da implantação do Sistema de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil na obra da Escola Proinfância Creche Damasco em Varginha, foi possível identificar que não somente o método de construção utilizado, mas a forma como os materiais são manipulados nas etapas construtivas, interferem diretamente na composição dos resíduos da construção civil.

Considerando que há geração de resíduos desde a fase de início da construção até nas fases de desconstrução da obra, a participação e a atuação dos colaboradores no processo de gerenciamento, são mais satisfatórias quanto mais cedo ela acontece. Manter o canteiro de obras sempre limpo, contribui para melhor percepção das falhas nas etapas construtivas, assim a construtora pode identificar os pontos fracos em relação ao desperdício e à geração de resíduos.

Com isso pode-se afirmar que o percentual de resíduos Classe B, formado por materiais recicláveis, chegou a 25,74%, mas apenas 4,67% puderam ser negociados com o comércio de sucatas. Sendo assim, o sistema de gestão proposto neste trabalho não alcançou um retorno financeiro, em razão do volume de resíduo envolvido, mas em outros estudos de casos, as obras avaliadas superaram em poucos meses o investimento desse sistema, por exemplo, pela economia gerada com o aluguel de caçambas, devido à redução dos resíduos.

Com relação ao estudo da taxa de geração de resíduos e considerando as etapas construtivas (Fundação, Estrutura, Alvenaria, Revestimento com piso, Assentamento de esquadria, Laje, Cobertura) o indicador de geração de resíduos encontrado na obra estudada foi de 61,32kg/m<sup>2</sup>, quando comparado com outros existentes na literatura, percebe-se que ainda existe espaço para o aperfeiçoamento da metodologia. Com a definição do indicador espera-se ter contribuído com o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Varginha - MG.

No entanto, pelo estudo realizado percebe-se que apesar da existência do Plano de Gestão de Resíduos no município de Varginha, muitas construções não atendem as diretrizes de gerenciamento apresentadas neste decreto e ainda existem locais clandestinos de disposição de resíduos no município. Em razão disso, o poder público precisa adotar um sistema de conscientização e fiscalização para adequada gestão dos resíduos de construção e demolição, como por exemplo, impor a apresentação do Plano de Gestão de Resíduos para a obtenção do certificado de conclusão da obra ou alvará de construção.

Contudo, as ações abordadas neste estudo podem ser utilizadas em obras de construção e demolição e trazem inúmeros benefícios para as construtoras, para sociedade e o meio ambiente, como na redução da utilização da matéria-prima, no atendimento às legislações vigentes e na redução tanto dos custos com a utilização de menos insumos para realização das mesmas tarefas, quanto dos custos referentes ao gerenciamento, transporte e destinação final dos resíduos.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a implantação deste Sistema de Gerenciamento em várias obras com o mesmo método de construção, visando à caracterização e quantificação real dos resíduos para aprimoramento da metodologia.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11174: Armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III – inertes – Procedimento. Rio de Janeiro, 1990.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12235: Armazenamento de resíduos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004c.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004d.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes– Aterros– Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil– Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004d.

BERTOL, A. C.; RAFFLER, A.; DOS SANTOS, J. P. Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2013.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei Nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>

BRASIL – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Diário oficial da união, Brasília, n. 117-E, seção 1, p.80, 19 jun. 2001.

BRASIL - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução 307 de 05/julho/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no DOU nº136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, pgs 95-96. Brasília, 2002.

BRASIL - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução 348 de 16/agosto/2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Publicada no DOU nº158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, pg 70. Brasília, 2004.

BRASIL - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução 431 de 24/maio/2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Publicada no DOU nº 99, de 25/05/2011, pág. 123. Brasília, 2011.

CONVENÇÃO COLETIVA DO TRABALHO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DA CIDADE DE VARGINHA – MG, 2015. Disponível em: <<http://www.sinticomvga.com.br/wp-content/uploads/2015/03/convencao2015.pdf>>

ESPINELLI, U. A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras. In: Seminário de Gestão e Reciclagem dos Resíduos de Construção e Demolição – Avanços e Desafios. São Paulo. PCC USP, 2005.

GERENCIAMENTO de resíduos sólidos da construção civil. 2. ed. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2005. 66 p., il.

HERNANDES, R.; VILAR, O. M. Utilização de resíduo de construção e demolição nas obras de ampliação e rebaixamento da calha do Rio Tietê. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOVENS GEOTÉCNICOS, 1., 2004, São Carlos. 2004.

LI, J.; DING, Z.; MI, X.; WANG, J. A model for estimating construction waste generation index for building project in China. Resources, Conservation and Recycling, v. 74, p. 20-26, 2013.

LU, W.; YUAN, H.; LI, J. U.; HAO, J. J. L.; MI, X.; DING, Z. An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China. Waste Management, v. 31, p. 680-687, 2011.

LLATAS, C. A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list, Waste Management, v.31, p. 1261-1276, 2011.

MACEDO, T.F.; LAFAYETTE, K. P. V.; GUSMÃO, A. D.; SUKAR, S. F. Reaproveitamento de agregados reciclados de RCD para utilização em obras geotécnicas. In: V ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, Recife, 2009.

NAGALLI, A. Proposta metodológica para educação ambiental de trabalhadores da construção civil pesada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 6, 2008, Serra Negra. Anais. 2008.

NAGALLI, A. Quantitative method for estimating construction and demolition waste generation. *The Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, v.17, p.1157-1162, 2012.

PARANÁ (Estado). Lei Estadual nº 17.321, de 25 de setembro de 2012. Estabelece que o certificado de conclusão expedido pelo órgão competente fica condicionado à comprovação de que os resíduos (entulhos) remanescentes do processo construtivo tenham sido recolhidos e depositados em conformidade com as exigências da legislação aplicável à espécie e dá outras providências. Paraná, 2012b.

PINTO, T. P. Reaproveitamento de resíduos da construção. *Revista Projeto*, São Paulo, n. 987, p. 137-138, 1987.

PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE VARGINHA. Disponível em: <<http://www.varginha.mg.gov.br/legislacao-municipal/decretos/472-2013/10415-decreto-nd-66132013-institui-o-plano-de-gestao-de-residuos-solidos-da-construcao-civil>>

PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGINHA. Secretaria de Planejamento - Arquivos: Escola Pró-Infância Creche Damasco, Varginha, 2014.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL - SINAPI. Catálogo de Composições Analíticas – Março – Minas Gerais, 2015. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria\\_556](http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_556)>

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL - SINAPI. Preço Referência Insumos – Março – Minas Gerais, 2015. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria\\_648](http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_648)>

SINDUSCON-MG; SENAI-MG. Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil. 2. Ed. Rev. e Aum. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2005. 68p.

ZORDAN, S. E.; PAULON, V. A. A utilização do entulho como agregado para concreto. Resumo de defesa de tese de mestrado. 1997. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>



**APÊNDICES****APÊNDICE A**

Carta protocolada na Prefeitura Municipal de Varginha, localizada na Rua Presidente Antônio Carlos, nº356, Centro, para posteriormente ser encaminhada em forma de processo, para a sua sede, localizada na Avenida Boa Vista, nº220, Parque Boa Vista, evidenciando a necessidade das informações.

À  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGINHA**  
A/C: SEPLA

Varginha, 03 de novembro de 2014

Prezados Senhores,

Venho por meio desta, solicitar informações, através da Secretaria Municipal de Planejamento, referente à deposição dos Resíduos de Construção na cidade de Varginha, a fim de obter informações para elaboração do TCC (Trabalho de Conclusão de Curso), sob orientação do Prof. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior, do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS-MG).

Certos da sua costumeira atenção, subscrevo-me com estima e consideração.

Atenciosamente,

  
Thiago Wulfghar Dias  
CPF- 095.927.796.00

## APÊNDICE B

Comprovante de protocolo, do processo nº 17301/2014, fornecido pela Prefeitura Municipal de Varginha, localizada na Rua Presidente Antônio Carlos, nº356, Centro.

Data : 03/11/2014	Comprovante de Protocolo
Processo : R - 17301 / 2014	Hora : 16:55:25
Requerente : Thiago Wulfgar Dias	
Assunto : PAZ SOLICITACAO	
Departamento : SGPR - SETOR DE PROTOCOLO	Usuário : ADEMIR VIANEY RODRIGUES
Histórico : conforme anexo	

Prefeitura Municipal de Varginha  
 Rua Presidente Antônio Carlos, 356, Centro MG 37002-000

Válido somente após a quitação do(s) DARM(s), (exceto nos casos de ISENÇÕES). A consulta e retirada de documentos liberados nos processos administrativos, somente serão autorizados, mediante apresentação do comprovante de protocolo ORIGINAL. No caso de não ter o comprovante ORIGINAL, somente será autorizado o REQUERENTE constante no processo, mediante apresentação de R.G. ORIGINAL ou, o seu OUTORGADO, com apresentação de PROCURAÇÃO ORIGINAL, COM FIRMA RECONHECIDA em cartório.

Prefeitura Municipal de Varginha  
**ORIGINAL**  
 Servidor: Ademir Data: 3 11/14

## ANEXOS

### ANEXO A - Decreto nº 6.613/2013

#### **INSTITUI O PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE VARGINHA, ESTABELECE AS DIRETRIZES, OS CRITÉRIOS E OS PROCEDIMENTOS PARA A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORIUNDOS DAS ATIVIDADES DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.**

O Prefeito do Município de Varginha, Estado de Minas Gerais, no uso de suas atribuições legais, consubstanciado no Artigo 89, inciso I, alínea “i”, da Lei Orgânica do Município, artigo 8º do Código de Posturas do Município – Lei Municipal nº 2.962/97 e inciso XI, do artigo 3º da Lei nº 4.530/2006 – Lei de Revisão do Plano Diretor.

#### **D E C R E T A:**

#### **CAPÍTULO I DO OBJETO**

**Art. 1º** A gestão dos resíduos sólidos oriundos das atividades da construção civil, no âmbito do Município de Varginha, deverá obedecer ao disposto neste Decreto.

**Art. 2º** Fica instituído o **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil do Município de Varginha**, em que se estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos sólidos oriundos das atividades da construção civil, em conformidade com as legislações federal, estadual e municipal pertinentes, devendo ser alterado de acordo com as novas legislações e normas que venham a substituir ou modificar as já existentes.

**Art. 3º** O gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos das atividades da construção civil deverá ter como objetivo principal a não geração. Na impossibilidade de se alcançar tal objetivo deverá ser observado, nos procedimentos de gerenciamento, a seguinte ordem de prioridade: a destinação final ambientalmente adequada, que inclui os processos de reutilização, e tratamento através da reciclagem dos resíduos sólidos, bem como a disposição

final dos rejeitos, observados critérios técnicos e legais, de modo a evitar riscos ou danos a qualidade ambiental e a saúde pública.

## **CAPÍTULO II DAS DEFINIÇÕES**

**Art. 4º** Para efeito do disposto neste Decreto ficam estabelecidas as seguintes definições:

**I** – Os Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbanos - RSCCU: são os resíduos sólidos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico e vidros.

**II** – Geradores: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis legais pela geração de resíduos sólidos oriundos das atividades da construção civil;

**III** – Coletadores e Transportadores: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis legais pela coleta e transporte dos Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU dos locais de geração aos locais de destinação final;

**IV** – Controle de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos de Construção Civil Urbano – RSCCU: documento emitido pelo transportador que fornece informações sobre o gerador, o transportador e a destinação final dos resíduos sólidos gerados;

**V** – Equipamentos de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU: dispositivos utilizados para a coleta e posterior transporte dos resíduos sólidos dos locais de geração aos locais de destinação final.

## **CAPÍTULO III DA CLASSIFICAÇÃO**

**Art. 5º** Os Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU, conforme dispõe legislação federal, para efeito deste Decreto, serão classificados da seguinte forma:

**I – Classe A –** São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

**a)** de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

**b)** de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;

**c)** de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

§ 1º Os resíduos definidos abaixo de Classe B, C e D deverão ter sua destinação final em acordo com as atividades da Deliberação Normativa DN 07/74 – COPAM/SUPRAM/SM, conforme Resolução do CONAMA.

**I – Classe B –** São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.

**II – Classe C –** São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.

**III – Classe D –** São resíduos perigosos de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

§ 2º A classificação atende aos critérios estabelecidos na Resolução CONAMA N° 307, de 05/07/2002, devendo ser alterada de acordo com outras classificações previstas em novas legislações e normas que venham a substituí-la ou modificá-la.

## **CAPÍTULO IV**

### **DA DESTINAÇÃO FINAL**

**Art. 6º** A destinação final ambientalmente correta dos RSCCU será em locais previamente determinados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMEA ou destinados à empresas recicladoras devidamente cadastradas e licenciadas por órgãos competentes e poderão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, conforme regulamentação a ser editada posteriormente.

**Parágrafo único.** Os coletadores e transportadores dos Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbanos – RSCCU só poderão destiná-los à empresas, instituições, cooperativas e associações devidamente licenciados pelo órgão ambiental competente para operação das suas respectivas atividades.

**Art. 7º** Os Resíduos Sólidos de Construção Civil Urbano – RSCCU oriundos das atividades da construção civil deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 6º deste Decreto e não poderão ser dispostos em:

- I – áreas em que possa ocorrer, sob qualquer forma, degradação ambiental ou risco a saúde pública;
- II – áreas não licenciadas;
- III – áreas protegidas por Lei;
- IV – nos passeios e vias públicas.

## **CAPÍTULO V**

### **DA DISCIPLINA DOS COLETADORES E TRANSPORTADORES**

**Art. 8º** Compete aos coletadores e transportadores:

I – Garantir que sejam acondicionados nos equipamentos de coleta e transporte apenas os Resíduos Sólidos de Construção Civil Urbano – RSCCU oriundo da atividade de construção civil;

II - Contratar os serviços de coleta e transporte dos Resíduos Sólidos de Construção Civil Urbano – RSCCU do local de geração ao local de destinação final, com os geradores, de acordo com o disposto no art. 6º deste Decreto.

§ 1º Cadastrar-se junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMEA, bem como encaminhar o devido licenciamento junto ao órgão ambiental competente para a operação de coleta e transporte de resíduos sólidos da construção civil de Grandes Geradores.

§ 2º Coletar e transportar os resíduos sólidos oriundos das atividades da construção civil, previamente segregados pelos geradores, do local de geração ao local de destinação final.

§ 3º Fornecer documento simplificado de orientação aos geradores, usuários de seus equipamentos de coleta e transporte, quanto às normas de utilização;

§ 4º É vedado aos Transportadores de Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU:

I - coletar e transportar Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU segregados de forma diferente àquela recomendada por este Decreto;

II - operar os equipamentos de coleta e transporte de Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU em desacordo com as determinações deste Decreto;

III - sujar as vias públicas em decorrência da operação dos equipamentos de coleta e transporte de Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU.

§ 5º Os equipamentos de coleta e transporte de Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano - RSCCU deverão respeitar as seguintes determinações:

I - o volume de resíduos sólidos acondicionados não poderá ultrapassar a volumetria original do equipamento, não sendo permitida utilização de dispositivos suplementares que promovam a elevação da sua capacidade volumétrica.

II - para evitar o espalhamento dos resíduos, ao ser transportado os equipamentos deverão ser cobertos por lona, tela ou outro sistema de proteção similar;

III - os equipamentos deverão ser pintados em cores “vivas” e possuir sinalização reflexiva amarela em cada uma das suas faces laterais e frontais, composta por tarjas de, no mínimo, 10 cm (dez centímetros) de largura e 30 cm (trinta centímetros) de comprimento, posicionadas junto às arestas verticais das faces e, na altura média superior, na linha horizontal de todas as faces, por toda sua extensão com espaço entre as tarjas;

**IV** - deverão conter nas faces laterais, inscrição com nome e o telefone da empresa, e o número de registro do equipamento e sua capacidade volumétrica. A face externa de maior dimensão deverá conter a seguinte inscrição “PROIBIDO ACONDICIONAR RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES”;

**V** - deverão ser colocados prioritariamente no interior do imóvel do gerador contratante dos serviços ou, na impossibilidade de atendimento, na via pública.

## **CAPÍTULO VI DA DISCIPLINA DO MUNICÍPIO**

**Art. 9º** Compete ao Município:

**I** – autorizar o funcionamento dos Coletadores e Transportadores, que dentre outras finalidades serão os locais de destinação final dos Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU “Classe A”.

**II** – destinar os Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU sob sua responsabilidade de acordo com o disposto no art. 6º deste Decreto;

**III** - fiscalizar e responsabilizar os coletadores e transportadores pelo incorreto gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU.

## **CAPÍTULO VII DAS DISPOSIÇÕES FINAIS**

**Art. 10.** Cabe aos órgãos de fiscalização da Prefeitura, no âmbito de sua competência, o cumprimento das normas estabelecidas em Lei e aplicação de sanções por eventual inobservância.

**Art. 11.** As especificações técnicas e editais de licitação para obras públicas municipais referentes às atividades aqui previstas devem trazer, no corpo dos documentos, menção expressa a este Decreto e às condições e exigências nele estabelecidas.

**Art. 12.** As disposições deste Decreto não excluem as normas ambientais de caráter Federal ou Estadual.

**Art. 13.** A Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMEA baixará os modelos do “Contrato de Coleta de Transporte e Destinação Final do RSCCU” e do



“Termo de Responsabilidade para recebimento de Resíduos Sólidos da Construção Civil Urbano – RSCCU”, para efeito de aplicação dos termos deste Decreto.

**Art. 14.** Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Prefeitura do Município de Varginha, 03 de outubro de 2013.

ANTÔNIO SILVA  
PREFEITO MUNICIPAL

MÁRIO ARIAKE  
SECRETÁRIO MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO

LEANDRO RABÊLO ACAYABA DE REZENDE  
SECRETÁRIO MUNICIPAL DE GOVERNO

JOADYLSON ANTÔNIO BARRA FERREIRA  
SECRETÁRIO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE