

**TRABALHO ACADÊMICO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Estudo de implantação de uma usina de reciclagem de  
resíduos da construção**

**Fernanda Mara J.P.Ferreira**  
**Orientador: Prof. José Cláudio**

**Agosto/2011**

**FERNANDA MARA J.P.FERREIRA**

**Estudo de implantação de uma usina de reciclagem de  
resíduos da construção**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e avaliação nas Construções

Orientador: Prof. José Cláudio

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2011

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a DEUS, ao meu marido e filha que eu amo infinitamente, aos meus pais pelo apoio, aos nossos queridos professores e amigos que me ajudaram nessa caminhada, ao meu coordenador por todo apoio. Agradeço a colaboração dos funcionários da Prefeitura Municipal de Contagem em especial a Cláudia e Rafael da Limpeza Urbana. Ofereço o trabalho à cidade de Contagem e a futuros estudos acadêmicos.

## RESUMO

Implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil na cidade de Contagem, Minas Gerais, buscando o início das atividades de reciclagem de resíduos da construção ainda inexistente no município, e, futuramente, facilitar diversas outras atividades sócio-econômicas, promovendo a inclusão social. A proposta é de um estudo para desenvolver um projeto prático e de baixo custo, conciliando a engenharia e a preservação do meio ambiente, a fim de proporcionar melhorias à cidade de Contagem quanto a sua sustentabilidade.

**Palavras-chave:** usina de reciclagem, resíduo de obra

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA: NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS À RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3. O MUNICÍPIO DE CONTAGEM .....</b>	<b>12</b>
<b>4. NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS À RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Lesgilação e Normas Técnicas.....</b>	<b>13</b>
<b>5. RESÍDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Os resíduos sólidos de Contagem e sua destinação final .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Classificação dos resíduos sólidos da construção civil .....</b>	<b>16</b>
<b>5.3 Resíduos sólidos e impactos ambientais.....</b>	<b>17</b>
<b>5.4 Vantagens de implantação da usina de reciclagem .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....</b>	<b>19</b>
<b>6.1 Estudo do crescimento do volume de resíduos no município de Contagem .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2 Área de Implantação .....</b>	<b>20</b>
<b>6.4 Esquema operacional .....</b>	<b>24</b>
<b>6.5 Orçamento sumário .....</b>	<b>29</b>
<b>7. PROJETOS DE INCLUSÃO SOCIAL .....</b>	<b>31</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>34</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Recobrimento da frente diária de operação com resíduos da remoção mecanizada.....	15
Figura 2- Recobrimento da frente diária de operação com resíduos da remoção mecanizada .....	16
Figura 3 - Compactação dos resíduos e acabamento de plataformas. ....	16
Figura 4 - Área de possível implantação da usina .....	20
Figura 5 - Vista lateral da área de implantação .....	21
Figura 6 - Layout da usina .....	23
Figura 7 - Layout em 3D da usina .....	24
Figura 8 - Recebimento do material da usina Estoril.....	25
Figura 9 - Carregamento mecânico.....	25
Figura 10 - Triagem manual .....	26
Figura 11 - Equipamento utilizado para transporte e trituração do material .....	26
Figura 12 - Equipamento de britagem .....	27
Figura 13 - Material de classe A.....	27
Figura 14 - Material de classe B .....	28
Figura 15 - Bloco de vedação feito com material reciclado .....	28

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Coleta e Geração Per Capitã de Resíduos Sólidos Urbanos.....	19
Quadro 2 – Orçamento sumário.....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

ASMAC - Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Contagem

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

NBR – Normas Brasileiras Técnicas

PBPQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat

PGIRSU - Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos

PMC – Prefeitura Municipal de Contagem

RCC - Resíduos da Construção Civil

SindusCon - Sindicato da Indústria da Construção Civil

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

APP- Área de preservação permanente

## 1. INTRODUÇÃO

O grande desafio do setor da construção civil é conciliar as atividades, os resíduos provenientes das mesmas, a preservação do meio ambiente e a logística entre a comunidade, as empresas e o governo para desenvolver benefícios a todos.

Partindo desse compromisso desafiador, foi o que resultou no meu interesse em aprofundar ainda mais meus conhecimentos e estudos sobre a questão exposta e que está relativamente voltada ao trabalho que atualmente executo dentro de um órgão Municipal.

A Prefeitura Municipal de Contagem foi contemplada com recursos para execução de um Convênio em parceria com o Ministério das Cidades, para Revitalização da Avenida João César de Oliveira, uma avenida central, com muitos pedestres e grande fluxo viário; e uma das grandes preocupações surgidas durante esse trabalho foi a de que forma se daria a destinação dos resíduos das demolições executadas na mesma.

Tendo em vista a necessidade de solução funcional, viável e sustentável à destinação dos resíduos da obra e a escolha pelo tema do trabalho final, ficou pretendido o estudo de caso de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil.

A Construção Civil é uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país, entretanto comporta-se como grande gerador de impactos ambientais, tanto pelo consumo de recursos naturais quanto pela modificação da paisagem e pela geração de resíduos sólidos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Trata-se de um conjunto de leis e políticas públicas além de normas técnicas na gestão dos resíduos da construção civil, contribuindo para mitigar os impactos ambientais e ajudar a levar os materiais a destinações corretas, como a usina de Reciclagem que estamos propondo.

**Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 307 – Gestão dos Resíduos da Construção Civil, de 5 de julho de 2002.** Busca disciplinar a destinação dos resíduos em todo o Estado com o estabelecimento de prazos para a adequação das áreas de bota-fora existentes, esses locais devem ser transformados em áreas de aterro para resíduos de construção e inertes, com condições específicas de operação previstas nas normas técnicas já existentes.

**PBPQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SP – Resolução SMA nº 41, de 17 de outubro de 2002.** O Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ – Construtoras), do PBQP-H, prevê, em seu escopo, a necessidade da “consideração dos impactos no meio ambiente dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra (entulhos, esgotos, águas servidas), definindo um destino adequado para os mesmos”, como condição para qualificação das construtoras no nível “A” . A falta de observância desses requisitos poderá resultar na restrição ao crédito oferecido por instituições financeiras que exigem tal qualificação como critério de seleção para seus tomadores de recursos.

**NBR 15112:2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos, áreas de transbordo e triagem, diretrizes para projeto, implantação e operação.** Possibilitam o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização. Têm importante papel na logística da destinação dos resíduos e poderão, se licenciados para esta finalidade, processar resíduos para valorização e aproveitamento Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes, Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

**NBR 15113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes, aterros, diretrizes para projeto, implantação e operação.** Solução adequada para disposição dos resíduos classe A, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, considerando critérios para preservação dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área. Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação

**NBR 15114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem, diretrizes para projeto, implantação e operação.** Possibilitam a transformação dos resíduos da construção classe A em agregados reciclados destinados à reinserção na atividade da construção. O exercício das responsabilidades pelo conjunto de agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional sobre os geradores e transportadores de resíduos está relacionado à possibilidade da triagem e valorização dos resíduos que, por sua vez, será viável na medida em que haja especificação técnica para o uso de agregados reciclados pela atividade da construção.

**NBR 15115:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, execução de camadas de pavimentação e procedimentos.** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação

**NBR 15116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural e requisitos.** A Resolução CONAMA nº 307, define, classifica e estabelece os possíveis destinos finais dos resíduos da construção e demolição, além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e também para os geradores de resíduos no que refere à sua destinação.

### **3. O MUNICÍPIO DE CONTAGEM**

Contagem é um município brasileiro do estado de Minas Gerais. Situado na região central de Minas Gerais, com extensão territorial de 195,3km<sup>2</sup> segundo o IBGE, é o município com a terceira maior população do estado, com 603.048 habitantes em 2010, atrás apenas de Uberlândia com 604.749 habitantes e Belo Horizonte.

Ao longo do tempo, os limites geográficos do município perderam-se em virtude do seu crescimento horizontal em direção à capital, ocasionando uma intensa conurbação com Belo Horizonte. Contagem integra a Região Metropolitana de Belo Horizonte, sendo um dos mais importantes municípios dessa aglomeração urbana, principalmente pelo seu grande parque industrial. Seu sistema viário, planejado para comportar um fluxo intenso de veículos e de carga, é feito através das principais rodovias do país, a BR-381 (Fernão Dias - acesso a São Paulo), BR-262 (acesso a Vitória e Triângulo Mineiro) e a BR-040 (acesso a Brasília e Rio de Janeiro).

## **4. NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS À RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Trata-se de um conjunto de leis e políticas públicas além de normas técnicas na gestão dos resíduos da construção civil, contribuindo para mitigar os impactos ambientais.

### **4.1 Legislação e Normas Técnicas**

Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 307 – Gestão dos Resíduos da Construção Civil, de 5 de julho de 2002.

PBPQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SP – Resolução SMA nº 41, de 17 de outubro de 2002.

Lei Federal nº 9605, dos Crimes Ambientais, de 12 de fevereiro de 1998.

NBR 15112:2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos, áreas de transbordo e triagem, diretrizes para projeto, implantação e operação.

NBR 15113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes, aterros, diretrizes para projeto, implantação e operação.

NBR 15114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem, diretrizes para projeto, implantação e operação.

NBR 15115:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, execução de camadas de pavimentação e procedimentos.

NBR 15116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural e requisitos.

A Resolução CONAMA nº 307, define, classifica e estabelece os possíveis destinos finais dos resíduos da construção e demolição, além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e também para os geradores de resíduos no que refere à sua destinação.

Os principais aspectos desta resolução são: definição e princípios, classificação e destinação, responsabilidades e prazos.

A gestão dos resíduos sólidos da construção e demolição nos municípios deve ser viabilizada de forma a integrar a atuação dos seguintes agentes:

- Órgão público municipal – responsável pelo controle e fiscalização sobre o transporte e destinação dos resíduos;
- Geradores de resíduos – responsáveis pela observância dos padrões previstos na legislação específica no que se refere à disposição final dos resíduos, fazendo sua gestão interna e externa.
- Transportadores – responsáveis pela destinação aos locais licenciados e apresentação do comprovante da destinação.

## 5. RESÍDUOS SÓLIDOS

### 5.1 Os resíduos sólidos de Contagem e sua destinação final

Os resíduos de um município são diversificados e cada um necessita de um destino final, adequado conforme a composição química, o tempo de decomposição e outras características do resíduo. Em Contagem, os resíduos urbanos que são os residenciais, comerciais, industriais classe 2A, especiais e públicos são levados para o Aterro Sanitário pertencente à Prefeitura Municipal de Contagem. Os resíduos de obras públicas como a capina e resíduos dispostos em locais públicos onde não se consegue identificar o gerador ou transportador. São compostos em sua maioria de resíduos da construção civil, porém apresentam certa heterogeneidade, mudando assim a sua faixa de classificação, podendo ser prejudicial ao solo se forem dispostos no Aterro de Resíduos de Inertes. Em função disso, esses resíduos são dispostos no Aterro Sanitário e utilizados como material de cobertura diária dos resíduos com característica domiciliar e também para revestimento da pista de acesso à frente de operação principalmente em períodos chuvosos. Para a coleta desses resíduos são utilizados três (03) caminhões basculantes e uma (01) retro-escavadeira.



**Figura 1 - Recobrimento da frente diária de operação com resíduos da remoção mecanizada**

Fonte: Secretaria Adjunta de Limpeza Urbana



**Figura 2- Recobrimento da frente diária de operação com resíduos da remoção mecanizada**

Fonte: Secretaria Adjunta de Limpeza Urbana



**Figura 3 - Compactação dos resíduos e acabamento de plataformas.**

Fonte: Secretaria Adjunta de Limpeza Urbana

## **5.2 Classificação dos resíduos sólidos da construção civil**

Resíduos da Construção Civil (RCC) são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras e resultantes da preparação e movimentação de terra. Conforme a Resolução da CONAMA 307/2002 os resíduos são classificados da seguinte forma:

- a) Classe A - Concreto, argamassas, tijolos e solos, entre outros. Estes representam praticamente 90% da massa. A reciclagem massiva e os benefícios econômicos e ambientais associados à reciclagem dependem da reciclagem intensiva da fração

mineral. Deverão ser encaminhados a áreas de aterro de resíduos sólidos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

- b) Classe B – Resíduos recicláveis como metais, vidros e embalagens de papel, papelão e plásticos e devem ser destinados a empresas de reciclagem desses materiais. Embalagens de cimento podem ser recicladas transformando-se em acessórios de moda, papel ou papelão.
- c) Classe C – Materiais que não contam com o desenvolvimento de tecnologias, tais como produtos oriundos do gesso.
- d) Classe D – Resíduos perigosos da construção como tintas, vernizes, resinas, amianto, etc.
- e) Classe E – Resíduo comum de características domésticas, considerados rejeitos.

Os resíduos de classe “A” e “B” devem ser encaminhados as áreas de armazenamento temporário de modo a permitir sua utilização futura e os de classe “C” e “D” e “E” devem ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas específicas. O material a ser estudado é o de classe A.

### ***5.3 Resíduos sólidos e impactos ambientais***

Considerada uma das principais geradora de resíduos dentre todos os setores produtivos, a construção civil causa grandes impactos ambientais, tais como o consumo de recursos naturais, a modificação da paisagem e a geração de resíduos.

O gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil é uma questão ambiental pouco explorada, o que reflete na lenta evolução do setor no quesito sustentabilidade. Atividades da construção civil geram a parcela predominante da massa total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades.

Os resíduos de construção civil no Brasil têm diferentes origens, mas destaca-se a grande quantidade de resíduos que são gerados em reformas, ampliações e demolições.

Em alguns municípios brasileiros, mais de 75% dos resíduos de construção civil são provenientes de construções não licenciadas (PINTO, 2005 e PINTO e GONZALES, 2005, p. 06).

Visando a preservação do meio ambiente, os órgãos responsáveis devem exercer um papel fundamental para disciplinar o fluxo dos resíduos, utilizando instrumentos para regularizar especialmente a geração de resíduos e sua destinação. Todavia, a falta de efetividade em algumas ações e a inexistência de legislação e sua fiscalização, resultam na degradação das áreas de manancial e de proteção permanente; na proliferação de agentes transmissores de doenças; no assoreamento de rios e córregos; na obstrução dos sistemas de drenagem, tais como, galerias, sarjetas, e outras; ocupação das vias públicas, com prejuízo à circulação de pessoas e veículos, além da própria degradação da paisagem urbana e acúmulo de resíduos que podem gerar risco por sua periculosidade.

O poder público vem atuando com medidas paliativas, realizando serviços de coleta e arcando parcialmente com os custos do transporte e da disposição final, tentando minimizar os impactos ambientais, mesmo sabendo que esta prática não irá sanar o problema de limpeza urbana, por não conseguir a remoção da totalidade dos resíduos.

#### **5.4 Vantagens de implantação da usina de reciclagem**

*“...aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.”* (CHAHUD, 2007).

A busca pelo desenvolvimento sustentável é um dos maiores desafios dos governos nos tempos atuais. Contagem conta com alguns projetos em andamento como a ASMAC, Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Contagem.

A implantação de uma usina de reciclagem será mais que uma atitude em prol do desenvolvimento sustentável, que trará benefícios como o aumento da vida útil do aterro sanitário de Contagem; a preservação de recursos naturais; diminuição da possibilidade de surgirem novas áreas clandestinas de despejos e aumento no número de empregos na região, dentre outros benefícios ao Município de Contagem.

## 6. ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

### 6.1 Estudo do crescimento do volume de resíduos no município de Contagem

Segundo os censos do IBGE de 2000 e 2010, a população residente de Contagem passou de 538.208 para 603.442. Levando em consideração o espaço temporal de 10 anos entre os censos e adotando-se uma média simples como forma de estimar o crescimento populacional pode-se dizer que a população cresceu em torno de 6523 habitantes ao ano o que significa um aumento bastante significativo em torno de 1% ao ano.

A Secretaria Municipal de Obras e Secretaria de limpeza urbana de Contagem informou que a geração de RCC (ou RCD) em um município pode variar muito de mês para mês ou ano para ano em função de aspectos diversos, por exemplo, o do contexto sócio-econômico momentâneo ou da valorização imobiliária em função de obras de infraestrutura. Feitas as ressalvas, a estimativa de geração deste tipo de resíduo (pequenas obras em áreas de função residencial ou obras públicas) nos últimos 5 anos é a que consta no quadro a seguir.

**Contagem: Coleta e Geração Per Capita de Resíduos  
Sólidos Urbanos**

<b>Ano</b>	<b>População*</b>	<b>RCC Coletado (ton.)</b>	<b>Cobertura da Coleta</b>
2006	577.348,40	9.708,00	
2007	583.871,80	19.944,34	
2008	590.395,20	25.125,04	99%
2009	596.918,60	42.812,55	
2010	603.442,00	52.449,11	

\*População 2006 à 2009: projetada. População 2010:

Censo IBGE

Fonte: IBGE, SNIS e Secretaria Adjunta de Limpeza Urbana

Quadro 01  
Fonte: o autor

Com relação a obras de grandes geradores (construtoras) não é possível realizar a estimativa atualmente, pois as mesmas não podem encaminhar seus resíduos para o Aterro Sanitário Municipal.

- Estimativa de resíduos para os próximos 15 anos.

Caso se tome o crescimento populacional na década compreendida entres os últimos dois censos como parâmetro e ainda o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos medida a partir de 2006 é possível estimar que os resíduos sólidos urbanos aumentaram numa proporção em torno de 5% ao ano. Diante disto, ressaltando que se trata de uma estimativa passível de análises mais aprofundadas, pode-se tomar que ao final de 15 anos contando a partir de 2010, pode haver um aumento 75% na geração.

## 6.2 Área de Implantação

Existe um terreno com 60ha., sendo que uma parcela de 13ha. é de preservação permanente (APP), que faz parte do Aterro Sanitário do Município de Contagem (figura 00) na Avenida Helena Vasconcelos Costa, nº. 201 no bairro Perobas, sob as coordenadas geográficas de latitude  $19^{\circ}54'52,90''S$  e longitude  $44^{\circ}03'27,95''W$ .



**Figura 4 - Área de possível implantação da usina**  
Fonte: Secretaria Adjunta de Limpeza Urbana

A vantagem em utilizar o Aterro Sanitário é de que todos os resíduos seriam destinados ao mesmo local, a maior facilidade para aprovação do espaço para implantação de uma usina de reciclagem com relação às licenças ambientais, e no caso específico de Contagem, proporcionar para a região do Perobas, diversas atividades que colaborem para a urbanização adequada, garantindo qualidade de vida para a comunidade que a habita. A maior parte das residências do bairro Perobas está localizada afastada do terreno, tendo uma escola pública e outros pontos comerciais localizados próximo



**Figura 5 - Vista lateral da área de implantação**

Fonte: o autor

### **6.3 Layout da usina de reciclagem**

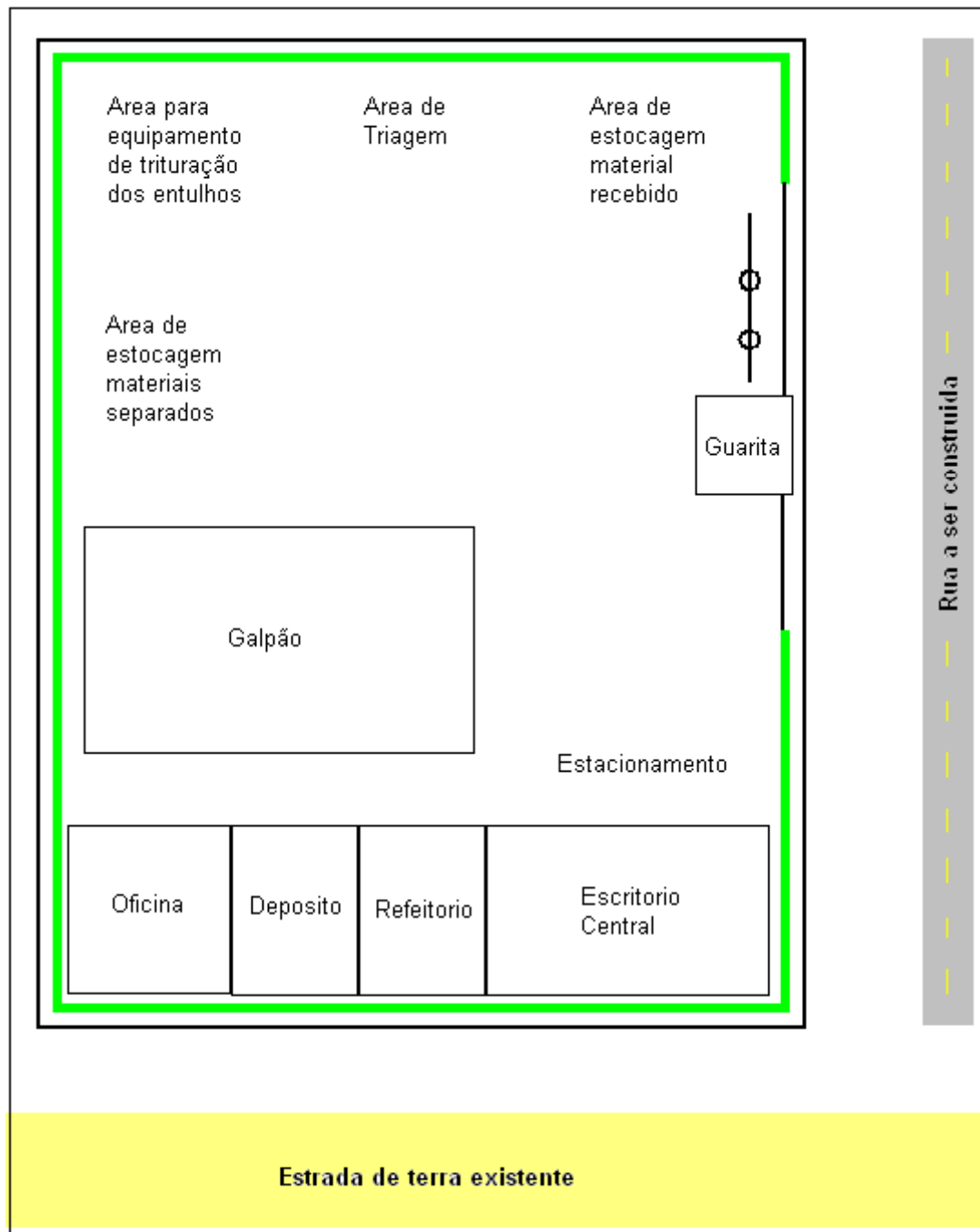
Com base em visita feita à usina de reciclagem de resíduos sólidos situada no bairro Estoril em Belo Horizonte, criou-se um layout para visualização da infra-estrutura básica de uma usina, conforme FIGs. 06 e 07.

A área para implantação da usina em Contagem, que será dentro do próprio aterro, é de aproximadamente 6.500 m<sup>2</sup>. Área esta que será suficiente para instalar a infra-estrutura

necessária à atender a demanda do município de Contagem até aproximadamente o ano de 2020. Dentre outras instalações, é necessário um escritório central, um refeitório com instalações sanitárias, um almoxarifado, uma oficina para manutenção dos equipamentos. Também é necessária uma área para armazenamento dos materiais recebidos, execução da triagem e do material a ser reaproveitado e da área de circulação dos carros e equipamentos.

Acredita-se que uma usina de reciclagem pode também ser o cenário para o desenvolvimento de diversos projetos sociais, e por isso é importante a construção de um galpão.

Algumas exigências tiveram que ser consideradas durante a distribuição espacial. O cinturão verde que se resume a um contorno de vegetação com altura de 1,5 m possibilita reduzir os ruídos e a poeira emitida, o sistema de aspersão de água que também reduz a emissão de poeira.



**Figura 6 - Layout da usina**

Fonte: Google



**Figura 7 - Layout em 3D da usina**

Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Itabirito

#### **6.4 Esquema operacional**

Para ilustração do sistema operacional da usina proposta, utilizou-se fotos da usina Estoril já em funcionamento de Belo Horizonte.

- Recebimento e umidificação do material selecionado FIG. 08.



**Figura 8 - Recebimento do material da usina Estoril**

Fonte: Google

- Armazenamento do resíduo ainda misturado (FIG. 09) fica na própria usina esperando seu destino final.



**Figura 9 - Carregamento mecânico**

Fonte: Google

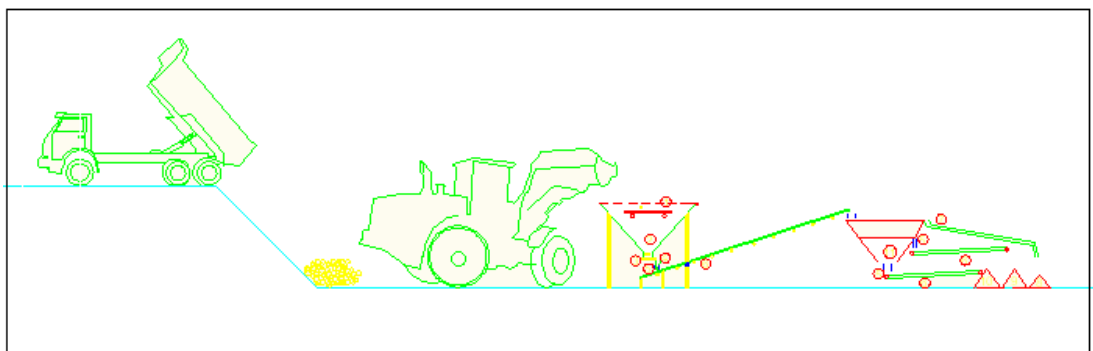
- Separação manual de um pequeno volume de resíduos para triagem, e os que não foram aproveitados na reciclagem, tais como ferro, plástico e outros vão para o aterro sanitário (FIG. 10), o que não é o ideal.



**Figura 10 - Triagem manual**

Fonte: Google

- É utilizada uma pá carregadeira para o transporte do material após a triagem, até o equipamento de trituração. A FIG.00 ilustra o processo desde o recebimento do material na usina até o processo de trituração e os equipamentos necessários.



**Figura 11 - Equipamento utilizado para transporte e trituração do material**

Fonte: Google

A FIG.12 mostra o material já processado pelo equipamento de trituração, sendo lançado pela esteira.



**Figura 12 - Equipamento de britagem**

Fonte: Google

- Os materiais que saem do equipamento de trituração, são separados como material A e B como mostram as FIGs 00 e 00 respectivamente. O material A é composto de 95% de concreto e o material B é menos homogêneo.



**Figura 13 - Material de classe A**

Fonte: O autor



**Figura 14 - Material de classe B**

Fonte: autor

- Reaproveitamento e reciclagem dos materiais. Antes de ser reutilizado, o material triturado é misturado de acordo com a sua utilização. Para a fabricação de blocos de vedação é feito um traço de material reciclado, terra ou areia e cimento. A FIG. 00 mostra o bloco reciclado saindo da forma.



**Figura 15 - Bloco de vedação feito com material reciclado**

Fonte: autor

## 6.5 Orçamento sumário

A falta de projetos não possibilitou ao grupo o levantamento de um custo real do empreendimento, assim, foi elaborado um orçamento sumário, tomando como base, valores retirados da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos, PINI, 2010, de construções de nível econômico.

Os métodos construtivos foram definidos levando em consideração o custo e a praticidade. Optou-se por uma fundação com sapatas corridas e estrutura em concreto armado.

O quadro abaixo apresenta valores de cada item por metro quadrado de construção, considerando materiais e mão-de-obra de execução ou instalação, como, por exemplo, no preço da alvenaria de bloco cerâmico está incluso o valor do bloco, da argamassada utilizada e da produção do pedreiro.

Quadro 2: Orçamento sumário

<b>ITEN</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VALOR POR M<sup>2</sup> (R\$)</b>
1.	PROJETOS (arquitetônico, elétrico, hidráulico e incêndio)	15,00
2.	FUNDAÇÃO (sapata corrida)	100,00
2.	ESTRUTURA (concreto armado)	250,00
4.	ALVENARIA DE BLOCO DE CONCRETO	32,00
5.	ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO	28,00
6.	COBERTURA EM TELHA COLONIAL COM ESTRUTURA DE MADEIRA	22,00
7.	COBERTURA EM TELHA E ESTRUTURA METÁLICA	28,00
8.	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	50,00
9.	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	40,00
10.	INSTALAÇÕES DE INCÊNDIO	10,00
11.	ACABAMENTO INTERNO	110,00
12.	ESQUADRIAS E VIDROS	8,00
13.	ACABAMENTO EXTERNO	46,00
<b>VALOR TOTAL POR M<sup>2</sup> DE CONSTRUÇÃO</b>		<b>R\$ 739,00</b>

Quadro 02  
Fonte: o autor

É necessário adicionar ao custo os gastos com os equipamentos de britagem e a pá carregadeira, responsáveis pelo funcionamento da usina de reciclagem. O valor informado pela administração da usina de reciclagem de resíduos da construção de Belo Horizonte, unidade Estoril, para o britador foi de aproximadamente R\$ 65.000,00 (sessenta e cinco mil reais). A verba para o gasto com a pá carregadeira foi estimada analisando diversas marcas e modelos chegando ao preço de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais).

## 7. PROJETOS DE INCLUSÃO SOCIAL

Diversas atividades podem ser desenvolvidas em paralelo ao projeto da usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção. A inclusão social é uma ação que abrange diversas dessas atividades. A mão de obra necessária para trabalhar na usina não exige grandes qualificações o que possibilita priorizar a contratação da mão de obra local do Perobas influenciando de forma positiva no desenvolvimento da região. a construção de um posto de saúde para atender aos funcionários da usina e suas famílias, o plantio de um reflorestamento como medida compensatória do desmatamento necessário para implantação da usina são exemplos de ações que trazem benefícios a essa comunidade.

A construção da usina favorecerá o aquecimento do comércio da região melhorando o acesso da comunidade a recursos básicos necessários para a qualidade de vida como abertura de novos pontos de comércio, escolas, cursos profissionalizantes, lazer e outros. A Prefeitura Municipal de Contagem pode, de diversas formas, gerar fonte de renda para as famílias da região com atividades relacionadas à coleta, reciclagem e reaproveitamento dos materiais recicláveis.

Uma parceria entre a ASMAC, a usina de reciclagem e o aterro sanitário de Contagem podem gerar inúmeras oportunidades de emprego para a região.

A concentração dos materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva realizada pelas catadoras da ASMAC, pela Prefeitura e pelas empresas particulares, possibilita aumentar a produção da usina e minimizar as áreas clandestinas de despejo dos resíduos.

O governo que busca implantar uma usina de reciclagem e juntamente com outras ações, alcançar os maiores benefícios possíveis, deve tomar outras medidas. Um estudo sobre experiências internacionais quanto à implantação mostraram que algumas medidas podem favorecer o projeto:

- Para incentivar a não geração de todo resíduo que sai das obras aplicar de taxas;
- Bonificação caso os materiais saiam devidamente separados;
- Diminuir taxas ou até mesmo pagar um percentual para empresas que utilizarem materiais reciclados;

- Incentivar a permuta através de campanhas e divulgação do sistema entre os empreiteiros com relação a material de demolição e bota fora;
- 
- Utilizar projetos que possam ser demolidos no período de 150 anos, possibilitando a reutilização da maior parte dos entulhos gerados por ela.

Estudos nas cidades brasileiras mostraram que as seguintes atitudes foram tomadas em prol dos benefícios das usinas:

- Aprimoramento dos serviços de limpeza urbana;
- para reduzir a produção de resíduos utilizou-se ação educativa;

Buscando alcançar todos os diversos benefícios para a cidade, a Prefeitura tem como principal aliado a comunidade consciente. Toda forma educativa é válida para minimizar a produção de resíduos, o que minimizaria o volume de resíduos a ser tratado.

Uma cidade é composta por diversas partes, o governo, o comércio, as entidades educacionais e outras. Todas essas são geridas por cidadãos. A conscientização de que as partes modificam o todo é um princípio básico para uma cidade sustentável.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o estudo realizado sobre a cidade de Contagem, concluiu-se sobre a necessidade e viabilidade da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos sólidos gerados pelo setor de engenharia, em consonância com a gestão integrada dos resíduos sólidos e da construção civil, no sentido de viabilizar a qualidade na gestão diferenciada dos resíduos de construção significando a estruturação de ações que possam mitigar os efeitos deste tipo de resíduos no ambiente.

As ações a serem desenvolvidas devem, desde a concepção à operacionalização, indicar firmemente as diretrizes para a facilitação da ação dos atores envolvidos na geração do resíduo da construção civil, de maneira a potencializar todas as possibilidades para sua conduta correta. Criando com isso condições para introdução de novo conjunto de praticas que possam disciplinar os fluxos dos resíduos da construção civil para uma maior eficiência da própria usina e do sistema de gestão dos resíduos.

A proposta de instalação da usina de reciclagem de resíduos da construção civil além ajudar a mitigar os problemas ambientais do município e de fomentar a inclusão social, vem de encontro com as propostas contidas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), que visa a gestão sustentável dos resíduos com a promoção de inclusão social dos catadores e diversos atores na cadeia produtiva dos resíduos, sendo assim somente prestar serviços de coleta e remoção desses tipos de resíduos não atende mais os anseios organizativos e sociais dos atores envolvidos, sendo assim a implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção tem várias vantagens, dentre as quais destacam-se a colaboração para o desenvolvimento sustentável, a diminuição dos impactos ambientais gerados pelas diversas atividades da engenharia civil e o desenvolvimento de diversos projetos sociais a serem designados aos moradores da região do Perobas, hoje preocupação do governo de Contagem, por ser uma região em crescimento.

## 9. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO Brasileira de normas técnicas. **NBR 15112:2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos, áreas de transbordo e triagem, diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de normas técnicas. **NBR 15113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes, aterros, diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de normas técnicas. **NBR 15114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem, diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de normas técnicas. **NBR 15115:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, execução de camadas de pavimentação e procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de normas técnicas. **NBR 15116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural e requisitos.** Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 307**, de 05 de Junho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União 136, de 17/07/2002. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 10 de Abril de 2010.

CHAHUD, E. (Org.). **Reciclagem de resíduos para a construção civil.** Belo Horizonte: Universidade FUMEC - Faculdade de Engenharia e Arquitetura, 2007. 450 p.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** Tese (Doutorado). 1999. 189f. – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PINTO, T.P. **Gestão ambiental dos resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP.** São Paulo: SindusCon, 2005. 45p.

PINTO, T.P.; GOZÁLES, J.L.R. (Coord.) **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. Volume 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005. 194p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Disponível em:  
[HTTP://www.Contagem.mg.gov.br](http://www.Contagem.mg.gov.br).

SCHNEIDER, D. M. **Deposições Irregulares de resíduos da Construção Civil**. Dissertação (Mestrado), 2003, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SindusCon-MG, Comissão de Meio Ambiente e Parceiros, **Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil, 3ª edição, 2008**.

TPCO, **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos**, 13ed, São Paulo: Pini, 2009, 630p.