

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGEC

**VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DA
IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL PRODUZIDOS EM FLORIANÓPOLIS-SC**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

MONIQUE PETRY DA ROSA

Florianópolis, dezembro de 2005

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Dra. Henriette Lebre La Rovere– Coordenadora do PPGEC

Dr. Norberto Hochheim – Orientador

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr. Norberto Hochheim – Moderador

Dra. Janaíde Cavalcante Rocha – Membro

Dr. Pedro Carlos Schenini – Membro

Dr. Francisco de Resende Baima – Membro externo

A Deus

AGRADECIMENTOS

Expresso sinceros agradecimentos a todos aqueles que durante minha vida, em especial durante a realização do curso de mestrado, contribuíram para meu crescimento como acadêmica e também como pessoa. Reconheço o grande trabalho de todos os meus professores e mestres, especialmente do orientador deste trabalho, Professor Norberto, que me proporcionou a oportunidade de realizar esse curso e durante os últimos meses dedicou grande parte de seus conhecimentos, tempo e paciência em meu benefício. Agradeço também aos demais professores que participaram da banca avaliadora desta dissertação e em muito contribuíram para seus desenvolvimento e aperfeiçoamento.

Devoto imensurável estima e amor aos que, através de palavras e atos, me ensinaram lições de vida cuja grandeza impossibilita qualquer descrição, compreensão científica ou transmissão através de métodos pedagógicos. Dentre eles, incluo meus colegas de mestrado, vizinhos, familiares e amigos. De modo especial, cito meus pais, Angelina e Edward (a quem devo o exaustivo trabalho de revisar esta e várias outras das minhas produções acadêmicas); minha irmã, Jane; meu marido, Matthew; meus queridos amigos Eveline e Max e a grande e verdadeira amiga Josiane.

Finalmente, agradeço a Deus por ter me conduzido até aqui e me proporcionado tantas razões para agradecer.

SUMÁRIO

<i>LISTA DE FIGURAS</i>	9
<i>LISTA DE TABELAS</i>	10
<i>LISTA DE GRÁFICOS</i>	13
<i>RESUMO</i>	14
<i>ABSTRACT</i>	15
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Tema e problema	16
1.2 Objetivos da pesquisa	18
1.3 Relevância do estudo	18
1.4 Limitações	21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA	22
2.1 A sustentabilidade na indústria da construção civil	22
2.1.1 Impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil	22
2.1.2 A construção sustentável	29
2.1.3 Benefícios da construção sustentável	32
2.2 Resíduos da construção civil (RCC)	33
2.2.1 Classificação dos RCC	34
2.2.2 Problemas ocasionados pelos RCC	35
2.2.3 Medidas e ações para reduzir os problemas gerados pelos RCC	37
2.2.4 Papel das medidas governamentais na redução dos RCC	44

2.2.5 Atos legais, normativos e administrativos concernentes aos RCC no Brasil _____	46
2.2.6 A Resolução número 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) ____	49
2.3 A reciclagem dos resíduos da construção civil _____	58
2.3.1 Maneiras de promover a reciclagem dos RCC _____	59
2.3.2 O processo de reciclagem dos RCC _____	62
2.3.3 Aplicação do RCC reciclado _____	63
2.3.4 Benefícios gerados pela reciclagem de RCC _____	64
2.4 Estudos de viabilidade: conceitos _____	65
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS _____	70
3.1 Classificação da pesquisa _____	70
3.1.1 Quanto à natureza dos objetivos traçados _____	71
3.1.2 Quanto à finalidade _____	71
3.1.3 Quanto à abordagem _____	71
3.1.4 Quanto aos procedimentos técnicos utilizados _____	72
3.2 Fontes de dados _____	72
3.3 Análise de dados _____	73
3.4 Avaliação dos dados _____	74
3.5 Etapas de desenvolvimento do trabalho _____	75
4 ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS DE RECICLAGEM REALIZADAS EM OUTRAS LOCALIDADES _____	76
4.1 Modelo de gestão dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte, MG _____	76
4.1.1 Unidades de recebimento de pequenos volumes de entulho(URPVs) _____	78
4.1.2 Estações de reciclagem de RCC _____	79

4.1.3 Programas complementares _____	83
4.1.4 Investimento para a implantação e despesas de operação do programa de reciclagem em Belo Horizonte _____	85
4.2 Modelo privado de gestão dos RCC na Califórnia, Estados Unidos _____	87
5 DELINEAMENTO DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC PARA O MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS _____	94
5.1 Caracterização do município de Florianópolis _____	94
5.1.1 Gestão e manejo dos resíduos sólidos gerados no município de Florianópolis _____	95
5.1.2 Classificação, gestão e manejo dos RCC produzidos no município de Florianópolis _____	98
5.1.3 Órgãos públicos estaduais e municipais relacionados ao meio-ambiente e à construção civil em Florianópolis _____	103
5.2 Delineamento da usina de reciclagem para o município de Florianópolis _____	104
5.2.1 Mercado e capacidade da usina de reciclagem _____	105
5.2.2 Localização _____	108
5.2.3 Obras de engenharia civil _____	111
5.2.4 Móveis, utensílios e equipamentos _____	114
5.2.5 Recursos humanos _____	118
5.2.6 Despesas fixas e variáveis _____	120
5.2.7 Implantação _____	123
6 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC _____	126
6.1 Investimento total _____	126
6.2 Financiamento da usina de reciclagem _____	126
6.3 Despesas fixas e variáveis _____	128

6.4 Avaliação econômico-financeira	129
7 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS GERADOS PELA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA PARA RECICLAR OS RCC PRODUZIDOS EM FLORIANÓPOLIS	136
7.1 Preservação de áreas de aterramento	137
7.2 Conservação de recursos naturais	138
8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	140
8.1 Conclusões	140
8.1.1 Analisar a viabilidade econômico-financeira da implantação de uma usina para reciclar os RCC produzidos no município de Florianópolis	140
8.1.2 Avaliar os benefícios ambientais da implantação de uma usina para reciclar os RCC produzidos no município de Florianópolis	142
8.1.3 Analisar experiências bem-sucedidas de reciclagem de RCC que se encontram em operação em outras localidades	143
8.1.4 Verificar a atual situação do manejo e da gestão dos RCC no município de Florianópolis	144
8.1.5 Delinear uma usina de reciclagem para os RCC gerados no município de Florianópolis	144
8.2 Recomendações para trabalhos futuros	145
9 REFERÊNCIAS	147
10 ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução histórica da liberação de gás carbônico pela indústria de cimento no Brasil e no mundo. _____	25
Figura 3 – O Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. _____	50
Figura 4 – Aspectos envolvidos no “Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC”. _____	52
Figura 5 – Layout sugerido para os pontos de entrega de pequenos volumes de RCC. _____	54
Figura 6 – Origem dos itens de custo para cálculo da rentabilidade (retorno sobre o capital). _____	67
Figura 7 – Procedimentos metodológicos. _____	70
Figura 8 – Etapas de desenvolvimento do trabalho _____	75
Figura 9 – Planta do Parque Ecológico de Reutilização / Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. _____	89
Figura 10 – Localização do município de Florianópolis. _____	94
Figura 11 – Localização do Distrito “Sede” no mapa do município de Florianópolis _____	109
Figura 12 – À esquerda: Localização do município de São José; À direita: Localização do bairro Forquilhas no mapa de São José _____	110
Figura 13 – Esboço do lay-out projetado para a instalação da usina de reciclagem dos RCC produzidos em Florianópolis _____	114
Figura 14 – Jazida da empresa Pedrita Planejamento e Construção Ltda. _____	139

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais impactos ambientais gerados pelas edificações _____	23
Tabela 2 – Consumo de energia para a produção de diferentes materiais de construção nos Estados Unidos – MJ/ton _____	25
Tabela 3 – Área necessária para a triagem de resíduos nos centros de manejo dos grandes volumes de RCC _____	55
Tabela 4 – Área necessária para a reciclagem de RCC da classe A nos centros de manejo dos grandes volumes de RCC _____	56
Tabela 5 - Redução do impacto ambiental gerado pela produção de materiais da construção civil devido ao emprego de materiais reciclados (em %) _____	65
Tabela 6 – Material recebido nas URPVs no ano de 2003 _____	78
Tabela 7 – Equipamentos envolvidos no processamento de entulhos _____	81
Tabela 8 – Volume recebido e produzido nas estações de reciclagem em 2003 _____	82
Tabela 9 – Número de telefonemas recebidos pelo Disque-Carroça _____	84
Tabela 10 – Investimento realizado para a instalação das usinas de reciclagem em Belo Horizonte _____	85
Tabela 11 – Despesas do programa de Belo Horizonte no ano de 2003 (em R\$) _____	86
Tabela 12 – Capacidade dos equipamentos e volume de RCC recolhido pelas empresas privadas de coleta _____	100
Tabela 13 – Percentual de RCC recolhido por empresas de coleta particular nos Distritos Administrativos de Florianópolis _____	101
Tabela 14 – Quantidade de focos de disposição irregular de RCC nos Distritos Administrativos de Florianópolis (em%) _____	101

Tabela 15 – Comparativo da quantidade de RCC processado na usinas de Belo Horizonte e na usina delineada para o município de Florianópolis _____	106
Tabela 16 – Programa de produção da usina de reciclagem dos RCC produzidos em Florianópolis _____	106
Tabela 17 – Receita bruta anual projetada para a usina de reciclagem dos RCC produzidos em Florianópolis _____	108
Tabela 18 – Valor total a ser investido na aquisição da área para a instalação da usina de reciclagem _____	111
Tabela 19 – Investimento total em obras de Engenharia Civil _____	113
Tabela 20 – Características e preço do conjunto de britagem a ser utilizado na usina de reciclagem de Florianópolis _____	115
Tabela 21 – Preço e quantidade dos móveis, utensílios e demais equipamentos a ser utilizados na usina de reciclagem de Florianópolis. _____	117
Tabela 22 – Investimento projetado para a aquisição de móveis, utensílios e equipamentos para a usina de reciclagem de Florianópolis _____	118
Tabela 23 – Cargos, salários e situação contratual dos funcionários _____	119
Tabela 24 – Estimativa das despesas anuais com pessoal _____	120
Tabela 25 – Despesas anuais da usina de Pampulha – Belo Horizonte consideradas na estimativa das despesas da usina de Florianópolis (ano-base: 2003) _____	121
Tabela 26 – Despesas anuais projetadas para a usina de reciclagem dos resíduos produzidos em Florianópolis _____	122
Tabela 27 – Tributos Federais, Estaduais e Municipais incidentes sobre Pessoa Jurídica* _	122
Tabela 28 – Custos de pré-produção _____	125
Tabela 29 – Investimento inicial total _____	126
Tabela 30 – Total de despesas anuais _____	128

Tabela 31 – Fluxo de caixa anual sem financiamento (continua) _____	130
Tabela 32 – Fluxo de caixa com financiamento (continua) _____	132

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Destino dos entulhos coletados em URPVs no ano de 2003 _____	79
Gráfico 2 – Classificação dos RCC gerados em Florianópolis – com base no peso dos resíduos (em Kg) _____	98
Gráfico 3 – Classificação dos RCC gerados em Florianópolis – com base no volume dos resíduos (em L) _____	99
Gráfico 4 – Perfil do VPL: fluxo de caixa sem financiamento _____	135
Gráfico 5 – Perfil do VPL: fluxo de caixa com financiamento _____	135

RESUMO

A redução e a adequada destinação dos resíduos gerados pela indústria da construção civil são medidas urgentes e extremamente necessárias. Além das pressões ambientais, impostas pelos graves impactos ecológicos, sociais e econômicos produzidos por esses resíduos; existe também, no Brasil, a obrigação legal imposta pela Resolução número 307 do Conselho Nacional do Meio-Ambiente (CONAMA), que estabelece o adequado tratamento a ser dado aos resíduos da construção civil (RCC). Embora se recomende prioritariamente a redução e a reutilização dos RCC, a produção desses resíduos é uma realidade inevitável e que exige sério enfrentamento por parte de governos e geradores. Para tanto, é necessário, dentre outras medidas, a instalação de usina para reciclar os RCC produzidos em um ou mais municípios. O presente estudo analisa a viabilidade econômico-financeira e os benefícios ambientais da implantação de uma usina de reciclagem dos RCC gerados no município de Florianópolis. A avaliação econômico-financeira, conduzida com base no modelo proposto pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), envolve o delineamento do fluxo de caixa do empreendimento, seguido do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Tempo de Recuperação do Capital Descontado. A avaliação dos benefícios ambientais, por sua vez, utiliza como critérios a conservação de recursos naturais e a preservação de áreas de aterramento. A análise dos dados da pesquisa é apresentada de forma predominantemente quantitativa. Com base neste estudo é possível concluir que a reciclagem de resíduos da construção civil é viável sob os aspectos econômico-financeiro e ambiental.

Palavras-chave: resíduos da construção civil, reciclagem, análise de viabilidade

ABSTRACT

The reduction and the adequate destination of construction and demolition (C&D) debris are important and extremely necessary measures. In Brazil, in addition to the environmental pressures imposed by the serious ecological, social, and economical impacts produced by this kind of waste; there is the legal obligation entailed by the Resolution number 307 of the National Environment Board (CONAMA), which establishes the adequate treatment to be given to the C&D debris. Although it is recommend, preferably the reduction and the re-use of the C&D debris, the rubble generation is a fact that cannot be avoided and demands serious action by the government and those who produce them. For that, it is necessary, among other procedures, the implementation of a C&D debris recycling plant to process the rubble generated in every municipality or group of cities. This report analyses the economical and financial feasibility and the environmental benefits of the implementation of a C&D debris recycling unit in the city of Florianopolis. The economical and financial evaluation, based on the approach developed by the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), is founded on the conception of the project cash flow; followed by the calculation of the Net Present Value (NPV), the Internal Rate (IRR) and the Pay-back Period. The assessment of the environmental benefits, on the other hand, utilizes two criteria: the conservation of the natural resources, and the preservation of landfill area. The data analysis is predominantly quantitative. From this study it is possible to conclude that the construction and demolition debris recycling is feasible under economical, financial and environmental aspects.

Key words: construction and demolition debris, recycling, feasibility analysis

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema e problema

A consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável e o fortalecimento da consciência ecológica, associados à constatação de que a indústria da construção civil, de modo particular, gera graves e amplos impactos no meio ambiente, vêm levando ao surgimento, em todo o mundo, de iniciativas no sentido de mitigar as agressões ambientais produzidas por essa indústria. Essas iniciativas, em conjunto, formam o que se convencionou chamar de construção “sustentável”, “verde” ou “construção de alto desempenho” (GOTTFRIED, 2003).

A construção sustentável pode ser definida como a projeção, a construção, a operação, a manutenção e a remoção de edificações e infra-estruturas de uma maneira tal que os impactos ambientais produzidos sejam os menores possíveis (BAKENS, 2003; EPA, 2002). Dentre os diversos aspectos envolvidos na atribuição da sustentabilidade ao setor de construção, esta pesquisa abordará a reciclagem dos resíduos provenientes dessa indústria.

A preocupação com os resíduos da construção civil (RCC) e a busca por soluções para os problemas gerados pelos vastos montantes de RCC produzidos em áreas urbanas são objeto de legislações, normas técnicas, programas e iniciativas tomadas por governos e empresas privadas de diversos países do mundo.

No Brasil, embora já existissem alguns projetos operados pela iniciativa privada e por governos municipais, o assunto apenas recebeu notoriedade no ano de 2002, quando o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a Resolução número 307: Gestão dos Resíduos da Construção Civil.

Essa resolução estabeleceu medidas a ser adotadas por geradores de entulhos e governos municipais¹ a fim de que os impactos ambientais produzidos pelos RCC fossem reduzidos (CONAMA, 2002). Dentre essas medidas destacam-se a minimização, a reutilização e a reciclagem dos RCC por parte dos grandes geradores e, pelas Prefeituras municipais, a gestão das pequenas cargas de entulho e a regulamentação, a orientação, a fiscalização e o controle das ações dos geradores (CONAMA, 2002).

O pleno cumprimento da Resolução do CONAMA pressupõe a elaboração de planos de gestão por Prefeituras e geradores, além da instalação de estruturas de recebimento, triagem, reciclagem de RCC e outras. Para desenvolver essa estrutura física e administrativa, gestores de RCC têm à sua disposição orientações técnicas, legais e respaldo financeiro fornecido pela Caixa Econômica Federal. As orientações estão agrupadas em um “Manual de Gestão dos Resíduos da Construção Civil”, que expõe em termos práticos as disposições da Resolução número 307 do CONAMA e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas que concernem aos RCC. O respaldo financeiro, por sua vez, é concedido através de um programa de financiamento para empreendimentos públicos e privados relacionados ao manejo e à gestão dos RCC (PINTO e GONZÁLES, 2005). Um dos itens contemplados pelo manual e o programa de financiamento da Caixa Econômica Federal é a reciclagem dos RCC, tema desta pesquisa.

Baseado nas medidas impostas pela Resolução número 307 do CONAMA e nas orientações contidas no “Manual de Gestão dos Resíduos da Construção Civil”, o presente estudo buscou elucidar a seguinte questão: “a implantação de uma usina para reciclar os resíduos da construção civil produzidos na cidade de Florianópolis seria ambientalmente benéfica e viável sob os aspectos econômico e financeiro?”

¹ Neste trabalho, a palavra “municípios”, quando relacionada aos municípios brasileiros, incluirá também o Distrito Federal.

1.2 Objetivos da pesquisa

O presente estudo visou a atingir os seguintes objetivos:

- Objetivo Geral: Verificar a viabilidade econômico-financeira e os benefícios ambientais da implantação de uma usina de reciclagem dos resíduos da construção civil produzidos no município de Florianópolis.

- Objetivos Específicos:
 - Analisar experiências bem-sucedidas de reciclagem de RCC que se encontram em operação em outras localidades
 - Verificar a atual situação do manejo e da gestão dos RCC no município de Florianópolis
 - Delinear uma usina de reciclagem para os RCC gerados no município de Florianópolis

1.3 Relevância do estudo

A excessiva geração de lixo, fruto do elevado aumento da população mundial verificado nas últimas quatro décadas, do surgimento do consumo de massa a partir da década de 1920 e da crescente utilização de produtos artificiais e pouco duráveis, dentre outros fatores, atinge números impressionantes em todo o planeta (RIFKIN, 1998; CALDERONI, 1999).

Um recente estudo conduzido pela ABRELPE (Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) avaliou que são recolhidas, nas cidades brasileiras,

mais de 160.000 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia² (ABRELPE, 2004). Parte desses resíduos é proveniente de obras de construção, reforma, manutenção e remoção de estruturas e infra-estruturas do setor construtivo, os chamados resíduos da construção civil (RCC).

Estimativas indicam que os RCC representam 40 a 60% do montante total de resíduos gerados em áreas urbanas (HABITARE, 2005). Embora represente um material de grande valor e alto potencial de reaproveitamento, uma parcela significativa desses resíduos é lançada em aterros, disposta irregularmente em locais inapropriados ou ainda direcionada para aplicações inferiores, que desprezam suas potencialidades. O desperdício desse valioso recurso, associado ao fato de que o setor de construção civil é um dos maiores consumidores de materiais extraídos da natureza, descaracteriza a sua sustentabilidade.

Na medida em que se constata os graves impactos ambientais causados pela extração de materiais brutos e pela disposição de RCC na natureza, os quais parecem insensatos perante a possibilidade de reciclar os RCC e substituí-los por matérias-primas naturais, aumentam as pressões para que a indústria da construção civil altere práticas culturalmente estabelecidas (LIMBACHIYA, 2003).

No Brasil, essas pressões são exercidas essencialmente através de normas técnicas e atos governamentais, dentre os quais destacam-se as Normas 15112 a 15116 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e a Resolução número 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Essas diretrizes e programas têm em comum, dentre outros aspectos, a

² A pesquisa considerou como resíduos sólidos urbanos “todos os resíduos sólidos gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos de serviços de saúde, os resíduos industriais perigosos (classe I) e os resíduos de portos e aeroportos” (ABRELPE, 2004, p. 74).

abordagem preventiva e mitigadora dos efeitos ambientais, sociais e econômicos adversos produzidos pelos RCC.

Para que as determinações dispostas em tais instrumentos sejam efetivamente atendidas, é necessária a busca permanente de soluções eficientes e duradouras por parte de geradores de RCC e municipalidades. Essas soluções envolvem esforços no sentido de, prioritariamente, evitar ou reduzir a geração de RCC. Tais alternativas, entretanto, embora sejam de grande valor, não são capazes de eliminar por completo o problema gerado por esses resíduos. E uma vez que os RCC tenham sido gerados e não haja possibilidade de reutilizá-los, a melhor alternativa a ser adotada é a sua reciclagem (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Em muitos casos, os RCC podem ser reciclados e empregados na própria obra que os originou. Ainda assim, acredita-se que a existência de usinas de reciclagem seja indispensável ao sucesso de qualquer projeto municipal de gestão desses resíduos. Essas usinas podem atuar como alternativa complementar para a destinação dos entulhos (nos casos em que os geradores possuem condições de separar, reciclar e/ou reaproveitar parte dos resíduos gerados na obra) ou como única opção disponível para o apropriado processamento dos RCC (BORGONYNE, 2005).

Entende-se, desse modo, que o manejo e a gestão adequados dos RCC gerados em um município, além de ser imperativos sob o aspecto ambiental, também o são perante o governo federal brasileiro. Parte indispensável de qualquer plano de manejo e gestão de RCC é a implantação de uma usina para reciclar esses resíduos, seja ela pública ou privada, atendendo a um ou mais municípios. Não obstante, a maioria das municipalidades brasileiras, como é o caso de Florianópolis, ainda não dispõe de quaisquer planos que incentivem a redução, orientem o manejo ou facilitem a adequada destinação RCC. Nesses locais, os resíduos freqüentemente são dispostos de maneira a gerar impactos ambientais adversos e comprometer a qualidade de vida da população, além de onerar os cofres públicos municipais.

Acredita-se que a implantação de uma usina para reciclar os RCC produzidos em Florianópolis seja parte indispensável de um plano de gestão que atenuie os problemas ambientais, sociais e econômicos causados pelas disposições inadequadas de RCC no município. Entretanto, a implantação dessa usina não pode ocorrer sem a prévia realização de um planejamento apropriado, com avaliação de sua viabilidade econômico-financeira e benefícios ambientais. Essa avaliação é o escopo desta pesquisa.

1.4 Limitações

Dentre os fatores que inibiram o desenvolvimento deste trabalho, podem ser citados:

- O fato de a reciclagem de RCC ter recebido atenção de autores e do governo brasileiro há um período de tempo relativamente curto, o que limita a disponibilidade de bibliografias sobre o assunto e de exemplos práticos em nível nacional
- A indisponibilidade de dados financeiros completos e confiáveis sobre as usinas de reciclagem atuantes no Brasil

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA

2.1 A sustentabilidade na indústria da construção civil

O fortalecimento da consciência ecológica ao longo dos últimos anos vem impulsionando o surgimento de iniciativas em escala mundial na defesa do meio ambiente. O conceito que norteia as discussões atuais sobre a preservação ambiental é o de “desenvolvimento sustentável”. Ele pressupõe o atendimento das “necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (CSD/ONU *apud* UNEP, 2003 b). Mais recentemente, esse conceito vem sendo introduzido também na indústria da construção civil, cuja operação, quando realizada de maneira ecologicamente inadequada, pode trazer sérios danos ao meio ambiente.

2.1.1 Impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil

As construções são, com efeito, grandes consumidoras de energia e materiais, combinados de forma cada vez mais complexa. Uma única edificação pode conter mais de 60 materiais básicos e cerca de 2.000 outros produtos, cada qual com um período de vida útil próprio e processos de produção, manutenção e descarte que lhe são peculiares (EPA, 2002; KOHLER e MOFFATT , 2003). Da extração desses materiais à destinação dada aos resíduos após a demolição ocorre, inevitavelmente, a geração de impactos ambientais de maior ou menor monta. Uma maneira de identificar adequadamente esses impactos é utilizar uma ferramenta conhecida como “análise do ciclo de vida”.

A análise do ciclo de vida (ACV) é um método que permite avaliar de maneira holística os impactos ambientais gerados por um produto ou sistema. Ela leva em conta o ciclo

de vida completo, da retirada de matérias-primas da natureza à destinação final do produto e de suas embalagens (EDWARDS e BENNET, 2003; BRASIL, 2003). Aplicada ao setor da construção civil, a análise do ciclo de vida considera cada estágio: da concepção da estrutura ao fim de sua vida útil e da extração de matérias-primas à remoção da edificação. Ele também leva em conta todos os indivíduos envolvidos no setor: de projetistas e planejadores do uso do solo a proprietários, usuários e empresas de reutilização ou reciclagem (UNEP, 2003 a).

Os principais impactos da construção civil, constatados por diferentes autores em diferentes etapas do ciclo de vida das edificações, estão retratados na Tabela 1 e serão elucidados nos tópicos que seguem.

Tabela 1 - Principais impactos ambientais gerados pelas edificações

<ul style="list-style-type: none"> ▪ extração e consumo de materiais brutos; depleção de recursos associada ▪ uso e mudança do solo, incluindo a retirada da flora existente ▪ emissão de poluição sonora ▪ consumo de energia e liberação de gases-estufa* ▪ outras emissões internas e externas ▪ degradação da paisagem ▪ consumo de água e geração de água poluída ▪ aumento das necessidades de transporte (dependendo do local da construção) ▪ geração de efeitos variados em função do transporte de materiais de construção ▪ produção de rejeitos ▪ rompimento de comunidades, inclusive através da elaboração de projetos ambientalmente inadequados e do uso de materiais que causam danos no meio-ambiente ▪ apresentação de riscos à saúde de construtores, usuários e ocupantes de edificações vizinhas durante as etapas de construção, utilização e remoção da estrutura

* particularmente os “Gases de Kyoto”: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs e SF₆

Fonte: UNEP, 2003 a

2.1.1.1 Impactos ambientais decorrentes da extração e da fabricação de matérias-primas

As primeiras alterações ambientais resultantes da construção de uma edificação ou infra-estrutura são geradas no momento da extração dos materiais a ser empregados direta ou indiretamente na construção. A retirada de recursos da natureza afeta as condições do solo, das águas, da vegetação e de outros aspectos do meio ambiente (EPA, 2002). A extração de matérias-primas por mineradoras e pedreiras, por exemplo, produz grande quantidade de poluição e resíduos, além de fazer um excessivo uso do solo (UNEP, 2003 a). A intensidade

do impacto varia conforme a maneira como a extração é conduzida, a quantidade de materiais que são retirados e as fontes de energia empregadas nesse processo (EPA, 2002).

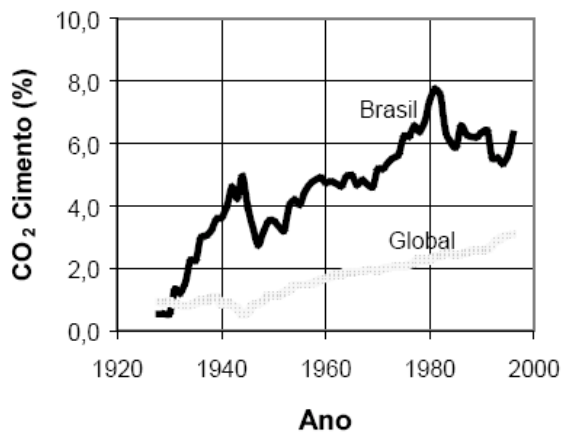
O exacerbado consumo de energia e outros recursos naturais é o principal impacto direto gerado pela construção civil. Calcula-se que essa indústria consuma metade de todos os recursos que o homem retira da natureza (UNEP, 2003 a; EDWARDS e BENNETT, 2003). Essa estimativa é deveras alarmante, especialmente quando se considera que grande parte desses recursos é classificada como não-renovável. No caso de alguns metais amplamente utilizados na construção civil, como o cobre e o zinco, prevê-se escassez ainda na metade deste século (UNEP, 2003 a). Existe também a agravante de que os agregados naturais de boa qualidade vêm se tornando cada vez mais escassos nos centros urbanos. Essa constatação aponta para mais um dano ambiental causado pela indústria da construção civil: a emissão de poluentes pela queima de combustíveis fósseis durante o transporte de materiais, o qual vem sendo realizado em distâncias cada vez maiores (XAVIER e ROCHA, 2001).

O processamento e a fabricação de matérias-primas (incluindo as embalagens que as acondicionam) também geram impactos no meio-ambiente. Esses impactos são produto da liberação de resíduos industriais e de outros processos envolvidos nessas atividades. Estima-se que o processamento de matérias-primas brutas e a fabricação de materiais sejam responsáveis por 20% de todas as emissões de dioxina e furano na natureza (UNEP, 2003 a).

O ambiente construído responde por 40% das emissões globais de gases-estufa (UNEP, CIB e CSIRCIDB *apud* UNEP, 2003 a). A fabricação do cimento, uma matéria-prima intensivamente utilizada na construção civil, é uma das principais fontes de emissão de gases-estufa. Estima-se que essa indústria contribua com 5% a 7% (ou mais) de todo o gás carbônico emitido pelo homem (no Brasil, essa taxa é de 6% a 8% (CDIAC *apud* JOHN, 2000)); e a tendência é que as emissões de gás carbônico pela indústria de cimento quadrupliquem até o ano 2050 (TOMORROW *apud* UNEP, 2003 a).

A Figura 1 apresenta a evolução da quantidade de gás carbônico liberada pela indústria cimenteira no Brasil e no mundo entre as décadas de 1920 e 1990.

Figura 1 – Evolução histórica da liberação de gás carbônico pela indústria de cimento no Brasil e no mundo



FONTE: CDIAC *apud* JOHN, 2000, p. 23

No que diz respeito ao consumo energético, a produção de materiais apresenta taxas bastante elevadas, conforme exemplifica a Tabela 2.

Tabela 2 – Consumo de energia para a produção de diferentes materiais de construção nos Estados Unidos – MJ/ton

<i>Produto</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Cimento via seca ¹	1,2	2,0
Cimento via úmida ¹	4,9	7,4
Madeira natural	4,0	7,0
Compensado	18,0	
Tijolo cerâmico	2,8	5,8
Gesso	1,4	7,4
Vidro plano	10,2	21,6
Tintas látex (base seca)	76,0	77,7
Poliestireno	105,0	122,8
Aço	25,7	39,0
Alumínio	145,0	261,7

¹ Os consumos energéticos da indústria de cimento no Brasil são muito inferiores, seja pela maior eficiência energética do processo, seja pelo elevado índice de reciclagem

Fonte: COLE; ROUSSEAU *apud* JOHN, 2000

2.1.1.2 Impactos gerados pela construção de edificações e infra-estruturas

As alterações ambientais produzidas nos canteiros de obra estão condicionadas, em grande medida, ao planejamento da construção. A seleção de tecnologias inadequadas ou o superdimensionamento da solução construtiva, por exemplo, podem gerar desperdícios e necessidade de retrabalho (JAQUES *apud* JOHN, 2000). Estes aumentam o impacto ambiental na medida em que implicam no consumo de materiais e energia além do que seria necessário para a execução da obra (ANDRADE; SOUZA *apud* JOHN, 2000).

A poluição gerada pelas construções nem sempre é evidente. Além das emissões imediatas de poluentes no ar e na água, de poeira e de barulho durante a construção; as concentrações de poluentes entre edificações (originados de tintas, materiais de acabamento e proteção e outros componentes) podem ser mais de duas vezes superiores (em alguns casos, até 100 vezes superiores) do que a concentração verificada externamente (UNEP, 2003 a). Ressalta-se ainda que o uso de elementos químicos tóxicos na construção civil pode representar sérios riscos à saúde de ocupantes, além de gerar outros efeitos no meio-ambiente (WHEELER, 2003). Os impactos causados pelo uso do solo são amplos e variados. Eles incluem o desmatamento e a compactação, que geralmente é irreversível (UNEP, 2003 a).

As alterações que as construções causam nos recursos hídricos nem sempre podem ser imediatamente quantificadas. Elas incluem a descarga de rejeitos durante a mineração e o processamento de matéria-prima bruta, o assoreamento de cursos d'água devido ao desmatamento e o derramamento de líquidos poluentes no canteiro de obra.

2.1.1.3 Impactos ambientais causados pelas estruturas da construção civil

Uma vez construídas, as edificações consomem energia, água e materiais, afetam o ar, a terra e os recursos hídricos ao seu redor; além de criarem um ambiente interno artificial para aqueles que delas usufruem (EPA, 2002). Cada nova edificação erguida afeta o microclima urbano, intervém no acesso solar para áreas adjacentes, aumenta a demanda por sistemas de

infra-estrutura e exerce outros impactos no meio-ambiente (KOHLEER e MOFFATT, 2003). Os principais desses impactos podem ser verificados a seguir.

2.1.1.3.1 Impactos ambientais externos

As intervenções produzidas pelas estruturas da construção civil no ambiente externo decorrem de fatores diversos, dentre os quais destacam-se:

- Elevada capacidade de absorção de calor por suas superfícies (como asfalto, paralelepípedos, tijolo, concreto e telhas).
- Impermeabilização do solo, provocando o escoamento rápido da água da chuva para bueiros, galerias e rios, o que reduz o processo de evaporação.
- Interferência na circulação dos ventos nos locais onde existe concentração de edifícios.
- Utilização de grande quantidade de energia (ADAS, 1996).

Essas interferências contribuem em larga escala para o surgimento de um conjunto de fenômenos ambientais, como a inversão térmica (estagnação do ar sobre um local, sem a formação de ventos ou correntes de convecção na atmosfera) e as ilhas de calor (temperatura superior verificada em áreas urbanas ou industriais) (KELLER, 2000).

No que diz respeito ao consumo energético, a Agência Internacional de Energia estima que, em média, um terço do consumo final de energia em países desenvolvidos seja utilizado para aquecer, resfriar, iluminar, operar equipamentos e prover outros serviços em edifícios não-industriais (residenciais, comerciais e públicos) (UNEP, 2003 a). No Brasil, estima-se que as edificações sejam responsáveis por 42% do consumo de energia elétrica. Cerca de 17% dessa parcela são destinados à iluminação (incluindo a iluminação pública) (ELETROBRAS *apud* JOHN, 2000). O exacerbado consumo de energia pelas edificações torna-se ainda mais grave quando se considera que em muitos países, a maior parte dessa energia provém de

fontes “insustentáveis”, que freqüentemente envolvem a emissão de gases-estufa (UNEP, 2003 a).

2.1.1.3.2 Impactos ambientais internos

No interior das edificações, especialmente as condicionadas, o ar freqüentemente encontra-se poluído por elementos como compostos orgânicos voláteis, microorganismos patogênicos, poeiras, partículas, fibras e radônio (EPA *apud* JOHN, 2000). Esses elementos são liberados por materiais, pelo chão, por produtos de limpeza e por equipamentos utilizados no interior do edifício (fogões, copiadoras, impressoras, etc.) (JOHN, 2000).

A adversidade das condições ambientais verificadas em áreas internas de construções não raro afeta o bem-estar daqueles que delas usufruem. Para designar casos em que o ambiente interno das edificações causa danos à saúde de seus usuários, a Organização Mundial da Saúde criou os termos “Síndrome dos Edifícios Doentes” (SED) e “Doença do Ambiente Interno” (DAI).

A SED é evidenciada quando os ocupantes de uma edificação experimentam desconforto ou agravo à saúde que parecem estar relacionados ao seu tempo de permanência no edifício (EPA, 2005). A DAI, por sua vez, representa os casos em que existe possibilidade de identificar os sintomas de uma doença diagnosticável e estes são diretamente atribuídos a contaminantes carregados pelo ar no interior do edifício.

Além da SED e da DAI, associadas a problemas de saúde agudos ou imediatos; existem doenças de longo-prazo causadas pelo amianto e pelo radon. Como apenas ocorrem anos após a exposição, essas doenças não são consideradas entre as causas de edifícios doentes. Apesar disso, representam graves riscos à saúde (EPA, 2005).

As condições atmosféricas internas que levam ao surgimento de queixas por parte dos ocupantes de edifícios geralmente são temporárias, embora algumas edificações apresentem problemas de longo-prazo. Muitos problemas ocorrem porque as edificações são operadas ou

mantidas de maneira inconsistente com seu projeto original ou com os procedimentos de operação prescritos. Algumas vezes, os problemas atmosféricos internos são resultado de projetos mal-elaborados ou inerentes às atividades dos ocupantes.

2.1.1.4 Impactos ambientais decorrentes da geração de resíduos

Não menos significativos que os demais impactos ambientais produzidos pela construção civil são os efeitos resultantes do descarte e da disposição dos entulhos provenientes dessa indústria. O macro-complexo da construção civil gera resíduos durante a extração de recursos naturais, a produção de matérias-primas e componentes, as atividades de canteiro, a execução de manutenção e reformas e, finalmente, a remoção de edificações ou infra-estruturas (JOHN, 2000).

Este estudo abordará de maneira especial os resíduos diretamente resultantes de obras de construção e reforma, manutenção e remoção de estruturas e infra-estruturas de construção civil (RCC), os quais serão apresentados em maior profundidade no Capítulo 3.

2.1.2 A construção sustentável

Como resultado da crescente conscientização sobre a magnitude dos impactos ambientais produzidos pela construção civil vêm surgindo, por todo o mundo, iniciativas no sentido de mitigar as agressões ambientais produzidas por essa indústria. Essas iniciativas, em conjunto, formam o que se convencionou chamar de construção “sustentável”, “verde” ou “construção de alto desempenho”. Embora muitos de seus preceitos tenham sido estabelecidos há milhares de anos atrás, a construção sustentável apenas passou a ser definida e integrada no macro-complexo da construção civil a partir do final da década de 1980 (GOTTFRIED, 2003).

Não existe uma definição de construção sustentável universalmente aceita. Para a União Européia, o conceito de sustentabilidade na construção civil está relacionado ao uso e/ou à promoção de: (a) materiais que não danifiquem o meio-ambiente; (b) eficiência

energética e (c) gestão adequada dos resíduos da construção civil (UNEP, 2003 a). A partir daí, pode-se definir a construção sustentável como sendo a projeção, a construção, a operação, a manutenção e, finalmente, a remoção de edificações e infra-estruturas de uma maneira tal que os impactos ambientais produzidos sejam os menores possíveis (BAKENS, 2003; EPA, 2002).

Esse conceito abrange o setor de construção civil como um todo, envolvendo o ambiente construído, os processos construtivos e os diversos indivíduos, empresas e entidades envolvidas de forma direta ou indireta com a construção (governo, empresas e profissionais – e suas associações representativas – que contribuem para o desenvolvimento, a manutenção, a gestão e a remoção de construções) (UNEP, 2003 a; BAKENS, 2003).

Em muitos países, a construção sustentável é promovida essencialmente pelo setor público, embora já esteja se tornando popular no setor privado. Para que o setor de construção seja considerado verdadeiramente sustentável, é necessária a adoção de estratégias que sejam efetivas e que resolvam (ao invés de simplesmente aliviar) os problemas associados às edificações e infra-estruturas (McDONOUGH e BRAUNGART, 2003). Em linhas gerais, essas estratégias envolvem (UNEP, 2003 a; UNEP, 2005; KOHLER e MOFFATT, 2003; BAKENS, 2003; EPA, 2002; McDONOUGH e BRAUNGART, 2003):

(A) Em relação ao local da construção:

- Proximidade de transporte público e de zona urbana
- Baixa incidência de distúrbios e perturbações
- Desenvolvimento de áreas previamente ocupadas em detrimento de locais inexplorados

(B) Em relação ao projeto:

- Valorização / reutilização de edificações anteriormente existentes no terreno
- Projeção da estrutura de maneira a garantir sua durabilidade

- Adequação do projeto ao relevo, à hidrografia, à vegetação, ao clima, aos fluxos energéticos locais e, principalmente, aos ciclos de sol, sombra e água
- Inclusão de artifícios que garantam um consumo eficiente de água e energia, com fomento do uso de fontes de energia renovável
- Promoção da qualidade do ar e da água
- Garantia de bom potencial de ventilação e de acesso solar adequado
- Para obras de infra-estrutura, planejamento urbano que desencoraje o uso de transporte motorizado particular

(C) Em relação à obra:

- Uso de materiais (naturais ou sintéticos) que sejam duráveis e biodegradáveis (ou passíveis de contínua reciclagem ou reutilização)
- Emprego de matérias-primas fornecidas por empresas locais, que não necessitem ser transportadas por longas distâncias
- Utilização de materiais, tecnologias e métodos que impliquem na geração de menores quantidades de resíduos de construção e necessitem de menos energia para funcionar
- Aplicação da maior quantidade possível de materiais reciclados como matéria-prima, desde que não fique comprometida a qualidade e a durabilidade da obra
- Minimização do desperdício de materiais, água e energia
- Utilização, quando possível, de fontes de energia renovável
- Atenção à salubridade e à segurança no canteiro de obras

(D) Em relação à remoção (quando necessária):

- Emprego de métodos de demolição (ou, preferivelmente, desconstrução) que resultem em maior reaproveitamento de materiais
- Disposição mínima de resíduos em aterros

Uma vez que cada autor, instituição ou órgão governamental considera diferentes aspectos para classificar uma edificação como sustentável, muitas outras medidas podem ser acrescentadas às que foram expostas. O Centro Internacional de Tecnologia Ambiental do UNEP (Programa de Meio-Ambiente da Organização das Nações Unidas), por exemplo, inclui no conceito de edificação sustentável componentes socioeconômicos, históricos e culturais (UNEP, 2005). Este estudo enfocará as práticas sustentáveis no que tange aos resíduos provenientes da construção civil.

2.1.3 Benefícios da construção sustentável

A promoção da sustentabilidade no setor da construção civil traz diversos benefícios de ordem econômica, social e ambiental. Esses benefícios não se estendem apenas aos moradores das edificações sustentáveis, mas a construtoras, empresas, governos e à sociedade como um todo.

Está evidente que estruturas ecologicamente adequadas proporcionam maior conforto e saúde aos ocupantes, além de possuírem menores custos operacionais. Os gastos com energia, por exemplo, podem ser reduzidos em 30 a 50%. A economia no consumo de água é de 30% ou até mais (GOTTFRIED, 2003). É normal que esses aspectos interfiram de forma positiva na elaboração do preço de venda da edificação, na contratação de seguros e financiamentos e em eventuais negociações com o governo (GOTTFRIED, 2003).

Grandes fábricas cujas instalações estão em harmonia com a natureza, normalmente possuem um local de trabalho agradável e produtor, que gera um espírito de cooperação entre os funcionários, ao mesmo tempo que contribui positivamente com o meio-ambiente (McDONOUGH e BRAUNGART, 2003).

Em muitos países, a construção sustentável tem sido executada quase exclusivamente pelo setor público. Em geral, os valores gastos na construção de edificações sustentáveis não

são muito superiores aos despendidos em edificações convencionais, enquanto o período de vida útil de uma edificação pública é longo. Isso torna a construção de estruturas de alto desempenho bastante vantajosa para os governos (GOTTFRIED, 2003).

Entre as empresas do setor privado, a sustentabilidade da construção civil está apenas começando a receber atenção. Até agora, somente algumas companhias investiram em projetos arquitetônicos ecologicamente corretos. A principal barreira para esse setor é a dificuldade de quantificar os benefícios econômicos de construir suas instalações de forma sustentável. Além disso, muitas edificações são construídas por empresas privadas apenas para fins de especulação, o que dispensa, portanto, preocupações com o meio-ambiente e o bem-estar dos moradores (ou trabalhadores) no longo prazo (GOTTFRIED, 2003). Por essa razão, como será abordado no Item 3.3, é muito importante o desenvolvimento de políticas governamentais que promovam a sustentabilidade do setor construtivo.

Dentre os diversos aspectos da construção sustentável que foram apresentados no Item 2.1, o presente estudo enfocará a questão dos resíduos produzidos pela indústria da construção civil, avaliando um projeto de reciclagem implementado pela iniciativa privada e integrado a um programa governamental de manejo e gestão dos RCC.

2.2 Resíduos da construção civil (RCC)

Resíduo da Construção Civil (RCC) é todo o entulho originado de obras de construção, reforma, manutenção e remoção de estruturas e infra-estruturas da construção civil; além do material resultante da preparação e da escavação de terrenos (CONAMA, 2002; EPA, 2002).

A composição dos RCC é variável, estando condicionada às características da indústria construtiva e das matérias-primas empregadas em cada região (ZORDAN, 2005). De uma maneira geral, entretanto, pode-se afirmar que as cargas desses resíduos normalmente são compostas por tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas,

madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, papéis, podas de vegetação e outros (CONAMA, 2002; EPA, 2002).

Calcula-se que o montante de RCC gerado na maioria das grandes cidades do mundo seja igual ou superior à massa de resíduos domiciliares. O grande volume desses materiais representa um problema, que tende a ser mais grave tanto maior é o tamanho da cidade (JOHN, AGOPYAN, 2003). Conforme será apresentado no Item 2.2.2, os resíduos oriundos da construção civil geram significativos impactos no meio ambiente, especialmente quando são depositados em locais inapropriados. Para que esses impactos sejam reduzidos, faz-se necessária a adoção de uma postura consciente e atuante por parte de governos, geradores de resíduos e comunidade como um todo.

2.2.1 Classificação dos RCC

De acordo com o estabelecido na Resolução número 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) os resíduos da construção civil dividem-se em quatro categorias (CONAMA, 2002):

- CLASSE A: Materiais reutilizáveis ou recicláveis como agregado (solos, cerâmicas, argamassa, concreto, etc.).
- CLASSE B: Itens recicláveis para outras finalidades (plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, etc.).
- CLASSE C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que justifiquem sua reciclagem ou recuperação (gesso).
- CLASSE D: Materiais perigosos oriundos do processo de construção (tintas, solventes, óleos, resíduos de instalações radiológicas e industriais, etc.).

Embora o volume e a composição das cargas de RCC seja variável, a maior parte desses resíduos geralmente é constituída por cerâmica, concreto e argamassa, ou seja, materiais pertencentes à Classe A. Isso demonstra que, em geral, uma parcela significativa dos resíduos oriundos de atividades da construção civil possui um elevado potencial de reaproveitamento e deve, dessa maneira, ser objeto de estudos com vistas à sua destinação e/ou aproveitamento adequados (CARELLI, 2002 *apud* KAMIKAWA et al., 2002).

2.2.2 Problemas ocasionados pelos RCC

Os RCC constituem um problema para municipalidades de todo o planeta, que em muitos casos vêm demonstrando falta de preparo e estrutura para lidar com esse tipo de resíduo. As ações correntemente adotadas pela maioria dos governos locais são quase sempre paliativas ou emergenciais, próprias de uma gestão ambiental reativa, dispendiosa, inadequada e ineficiente. Essas ações caracterizam o que se convencionou chamar de “gestão corretiva” (PINTO, 2001).

Casos de “gestão corretiva” de RCC são abundantes em todo o Brasil. Grande parte dos municípios do país não dispõe de sistemas de captação e destinação desses resíduos (ou esses sistemas são estruturados de maneira ineficiente), o que leva ao descarte clandestino dos RCC na beira de estradas, em terrenos desocupados e nas margens de cursos d’água, a chamada “disposição irregular”. Estudos realizados em cinco cidades brasileiras de médio porte estimaram que 10 a 47% de todo o RCC localmente produzido é disposto de maneira irregular (PINTO *apud* JOHN e AGOPYAN, 2000). Essa prática resulta no surgimento de problemas sanitários, ambientais, sociais e econômicos, como proliferação de vetores nocivos à saúde, enchentes, interdição parcial de vias, desvalorização econômica de áreas, poluição visual, desconforto para moradores e contaminação do solo e das águas (GÜNTER *apud* KAMIKAWA et al, 2003; PINTO, 2001). Além disso, terrenos onde foram lançados RCC

freqüentemente passam a atrair outros resíduos não-inertes, o que agrava ainda mais os efeitos nocivos da disposição irregular (PINTO, 2001). Para remover RCC e outros resíduos acumulados inapropriadamente, o poder público assume gastos que podem variar entre 5,4 e 14,8 dólares por tonelada, dependendo do município e da técnica de recolhimento (PINTO *apud* JOHN e AGOPYAN, 2000).

Uma medida tomada por diversos governos municipais que na maioria dos casos se mostra ineficiente é a disposição controlada de RCC em aterros de inertes. Essa prática pode apresentar sérios riscos de acidentes e contaminação ambiental, uma vez que implica na concentração de enormes quantidades de resíduos (alguns deles perigosos). Para reduzir esses riscos, os instrumentos de normalização dos aterros têm se tornado cada vez mais exigentes, o que, via de regra, determina a cobrança ou aumenta o valor das taxas de disposição. Na Grande São Paulo, essas taxas não raro ultrapassam o valor de 100 reais por tonelada (JOHN, 2001). Ademais, quando são localizados em zonas urbanas, os aterros de resíduos impedem o melhor aproveitamento de um solo cada vez mais escasso e valorizado, além de gerar a insatisfação dos moradores vizinhos. Afastados das regiões urbanas, os aterros demandam um uso mais intenso do transporte rodoviário, o qual contribui, dentre outros aspectos, para a poluição atmosférica e o encarecimento do processo de descarte (JOHN e AGOPYAN, 2000).

Além da disposição dos RCC em aterros específicos, outra destinação comumente dada a esses resíduos são áreas baldias, onde freqüentemente são utilizados para aterramento sem preocupações com o controle técnico do processo. Isso pode dificultar a prospecção de futuras obras ou ainda determinar a limpeza do terreno antes da construção, o que acaba elevando seus custos (JOHN e AGOPYAN, 2000).

2.2.3 Medidas e ações para reduzir os problemas gerados pelos RCC

Para reduzir os problemas sociais, econômicos e ambientais associados à geração e ao descarte de resíduos sólidos, a legislação brasileira, no Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, determina, desta ordem de prioridade (BRASIL, 2003):

- a prevenção da geração e
- a redução dos resíduos sólidos na sua origem.

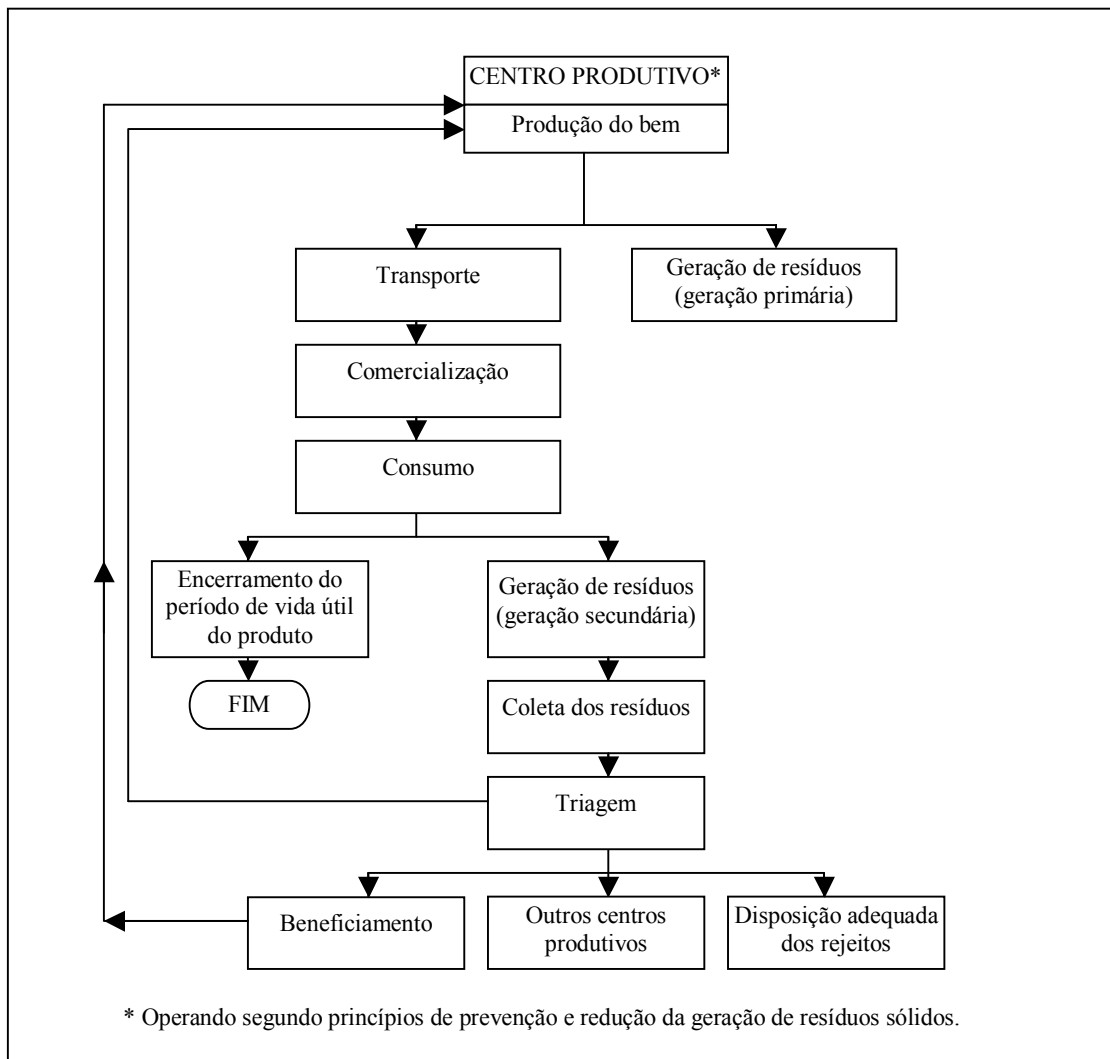
Os resíduos que inevitavelmente são produzidos, segundo o Projeto de Lei, devem ser submetidos à aplicação de um instrumento conhecido como logística reversa. Esse instrumento envolve um “conjunto de ações, procedimentos e meios, destinados a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao centro que os produziu, para o seu reaproveitamento na forma de novas matérias-primas em seu processo produtivo ou de terceiros, seu tratamento, e a disposição final adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2003, p. 5).

Dessa forma, a logística reversa implica na absorção dos resíduos sólidos gerados, com ou sem beneficiamento, pela cadeia produtiva que o originou ou por outras cadeias produtivas (BRASIL, 2003).

Idealmente, a produção de rejeitos (resíduos sólidos para os quais não existem possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos acessíveis e disponíveis) deve ser coibida ao máximo. Uma vez gerados, entretanto, os rejeitos devem ser dispostos de maneira ambientalmente adequada, “de modo a evitar riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais adversos” (BRASIL, 2003, p. 4).

Um exemplo da aplicação da logística reversa poderá ser verificado no esquema a seguir.

Ilustração 1 – Esquema básico do funcionamento da logística reversa no setor de produção de bens de consumo



FONTE: PINTO e GONZÁLES, 2005.

Em consonância com o estabelecido no Projeto da Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua Resolução número 307, determinou a adoção das seguintes medidas por parte dos geradores de resíduos nas atividades da construção civil (CONAMA, 2002):

- prevenção de geração de RCC
- redução dos resíduos na fonte
- reutilização

- reciclagem
- disposição controlada dos RCC em aterros específicos para esse fim.

Os tópicos a seguir abordam cada uma dessas medidas.

2.2.3.1 Eliminação dos RCC - modelo “do nascimento ao renascimento”

Tipicamente, os processos envolvidos na indústria da construção civil (assim como a maioria dos processos desenvolvidos pelos seres humanos) seguem uma trajetória linear: da extração de recursos à liberação de resíduos na natureza. Essa trajetória, conhecida pela expressão inglesa “*cradle-to-grave*” (do berço à sepultura) tem-se demonstrado inteiramente insustentável ao longo do tempo; sendo premente a sua substituição por uma trajetória cíclica consonante com os processos da natureza (McDONOUGH e BRAUNGART, 2003).

Uma alternativa aos processos lineares “do berço à sepultura” é o sistema “do berço ao berço” ou, como vem sendo denominado, “do nascimento ao renascimento” (em inglês, “*cradle-to-cradle*”). Inspirado nos ciclos biogeoquímicos que envolvem os seres vivos e outros componentes da natureza, esse sistema tem por objetivo não apenas reduzir, mas evitar por completo o lançamento de resíduos no meio-ambiente (McDONOUGH e BRAUNGART, 2003).

Aplicado à indústria da construção civil, o processo “do nascimento ao renascimento” pressupõe a projeção de estruturas e o uso de materiais e tecnologias que perfaçam trajetórias cíclicas fechadas de produção, recuperação e re-fabricação, ou seja, que são produzidos, reformados e reciclados (ou reutilizados) infinitamente sem geração de lixo. Nesse tipo de processo, “lixo” equivale a “alimento” (McDONOUGH e BRAUNGART, 2003).

O termo que designa a recuperação de materiais em sistemas “do nascimento ao renascimento” é “rematerialização”. Ao contrário da maioria dos programas convencionais de reciclagem, nos quais os novos produtos possuem qualidade inferior e perdem seu valor com o tempo, itens gerados pelo processo de rematerialização podem ser reutilizados diversas vezes

sem que percam a qualidade. Isso é alcançado quando os processos de recuperação respeitam a composição química dos materiais, traçada no momento de sua concepção (McDONOUGH e BRAUNGART, 2003).

Exemplos de materiais consoantes com os sistemas “do nascimento ao renascimento” são os geopolímeros, que substituem o concreto. Os geopolímeros são produzidos a partir de solo local e plástico de alta qualidade. Além de ser muito mais estável que o concreto, esse material demanda menos energia para ser produzido. É possível que materiais de construção feitos de geopolímeros sejam reutilizados em novas edificações ou em outros produtos de alta qualidade (McDONOUGH e BRAUNGART, 2003).

O sistema “do nascimento ao renascimento” implica no estabelecimento de uma relação inteiramente nova entre as estruturas, infra-estruturas, materiais e o meio-ambiente. Sua adoção exigiria o sério comprometimento de todos os envolvidos na indústria da construção: governos, mineradoras, fabricantes de equipamentos e matérias-primas, projetistas, construtores, recicladores, pesquisadores e outros. Por demandar o desenvolvimento de novos materiais e a utilização de técnicas de construção e reciclagem inovadoras, o completo estabelecimento do sistema “do nascimento ao renascimento” não poderia ocorrer senão em um extenso período de tempo. Dessa forma, concomitantemente com os esforços no sentido de cessar por completo a geração de entulhos pelo setor construtivo, faz-se necessária a adoção de medidas mais plausíveis no curto e no médio prazos, como a redução, a reutilização e a reciclagem de RCC.

2.2.3.2 Redução dos RCC

A redução dos resíduos sólidos foi definida no Projeto de Lei sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos como sendo a “diminuição da quantidade, em massa ou grau de periculosidade, tanto quanto possível de resíduos sólidos gerados, tratados ou dispostos” (BRASIL, 2002, p. 5).

De maneira específica, as possibilidades de reduzir os resíduos da construção civil vão desde as primeiras escolhas feitas durante o planejamento da construção até o fim de seu período de vida útil (EPA, 2002). Dentre as medidas que podem ser adotadas para mitigar os volumes de resíduos provenientes do setor construtivo, destacam-se as que serão abordadas a seguir.

2.2.3.2.1 Redução das perdas

A principal causa de geração de RCC durante a construção e a reforma de estruturas são as perdas físicas de materiais (material consumido além do que seria necessário para executar a obra). Em alguns casos, as perdas podem atingir porcentagens bastante elevadas.

Embora parte do material perdido em canteiros de obras seja incorporada na própria estrutura, cerca de 50% dessas perdas saem das obras na forma de resíduos (ZORDAN, 2005). Para reduzir o volume de entulhos gerados pelas perdas físicas de materiais, faz-se necessária a adoção de medidas concretas e eficientes por parte dos responsáveis pela obra. Essas medidas podem envolver o treinamento de funcionários, a limpeza do local de trabalho, o aprimoramento de processos e projetos, o emprego de materiais e ferramentas adequadas, o gerenciamento eficiente dos estoques (incluindo a estimativa cuidadosa dos materiais a ser adquiridos) e a adoção de novas tecnologias construtivas (JOHN e AGOPYAN, 2000).

2.2.3.2.2 Aplicação do conceito de “durabilidade” na seleção dos materiais e na construção da obra

Estruturas construídas com matérias-primas de maior durabilidade e a partir de métodos de qualidade superior, embora normalmente possuam maiores custos de execução, acabam se mostrando mais vantajosas no longo prazo. Isso ocorre, primeiramente, porque o investimento inicial da construção é dissolvido por um período de tempo superior, já que obras de melhor qualidade geralmente possuem um período de vida útil mais longo. Além

disso, estruturas construídas com métodos e produtos de alto padrão normalmente necessitam de menos manutenção e substituição de materiais ao longo do tempo (EPA, 2002).

2.2.3.2.3 Projeção e construção de estruturas flexíveis

A obsolescência das estruturas da construção civil é fruto não apenas da deterioração física de seus materiais e componentes, mas também de sua degradação social (JOHN, 1987 *apud* JOHN 2001). Essa degradação é devida a mudanças nas necessidades dos usuários das edificações, fruto de transformações culturais, tecnológicas e/ou econômicas (JOHN 2001).

Para evitar a geração de resíduos oriundos de obras de reforma ou mesmo demolição de edificações obsoletas, recomenda-se a projeção de estruturas flexíveis, de fácil readaptação. O desenvolvimento de tais estruturas simplifica a execução de posteriores reformas e reduz consideravelmente a quantidade de resíduos gerados nessas obras (EPA, 2002).

Uma das formas de promover a flexibilidade de edificações é o emprego de paredes e repartições removíveis, o que permite o remanejamento das divisões internas sem que seja necessário alterar a estrutura externa, a localização de pontos de luz e água e outras características da obra (EPA, 2002).

Além das alternativas apresentadas nos itens anteriores, existem diversas outras medidas que podem ser utilizadas para reduzir resíduos oriundos de atividades da construção civil. Essas medidas incluem a adequação de construções já existentes a novos usos, ao invés de sua demolição; a utilização de materiais produzidos a partir de produtos reciclados; o desenvolvimento planos de gestão de RCC e outras.

2.2.3.3 Reutilização dos RCC

A reutilização pode ser compreendida como o “processo de reaplicação dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química” (BRASIL, 2002, p. 6). A reutilização de RCC vem se estabelecendo em vários países, em alguns dos quais proliferam

lojas de material de construção usado (EPA, 2000). Embora a reutilização de componentes de estruturas em fase de edificação venha sendo praticada com sucesso, as oportunidades de reutilizar materiais da construção civil são particularmente amplas em projetos de reforma ou remoção de estruturas.

Geralmente, a retirada de edificações (ou parte delas) é realizada através da demolição, um processo que resulta em mistura de resíduos, muitos deles contaminados (madeira tratada, asbestos e tinta, por exemplo). Como é praticamente impossível separar esses materiais de maneira economicamente viável, a demolição dificulta ou impossibilita por completo o reaproveitamento e a reciclagem dos RCC (MERRILL, 1997).

A maneira mais eficiente de recuperar materiais existentes em edificações que chegaram ao fim de seu período de vida útil é substituir o tradicional método de demolição pela “desconstrução” da estrutura. A desconstrução consiste na remoção de estruturas através da “desmontagem” de seus componentes, de forma a recuperar a maior quantidade de materiais e dar-lhes a melhor destinação possível (DECONSTRUCTION INSTITUTE, 2003).

A desmontagem seletiva envolve as seguintes etapas:

- Retirada de materiais que podem ser diretamente aplicados em novos projetos.
- Remoção de janelas, portas, cabos elétricos, tubos de instalação e outros componentes que poderão ser reutilizados após a execução de simples reparos.
- Retirada de pisos, materiais de acabamento, ferragens e outros itens passíveis de reciclagem.
- Desmontagem do telhado e das fachadas, com classificação dos materiais segundo a possibilidade de reciclagem.
- Demolição das estruturas de alvenaria, seguida da triagem dos resíduos (BILITEWSKI *apud* NUNES, 2004).

Com o estabelecimento do conceito de sustentabilidade na indústria da construção civil, algumas edificações já estão sendo projetadas com características que facilitam a eventual remoção através do método da desmontagem (EPA, 2002), o que contribui para o aumento dos índices de reaproveitamento de materiais nessa indústria.

2.2.3.4 Reciclagem dos RCC

Embora as medidas destinadas a reduzir e a reutilizar os resíduos gerados pela indústria da construção civil sejam de grande valor, elas não são capazes de eliminar por completo o problema representado por esses resíduos. E uma vez que os RCC tenham sido gerados e não haja possibilidade de reutilizá-los, a melhor alternativa a ser adotada é a sua reciclagem.

A reciclagem dos RCC, que é o foco deste estudo, será exposta de maneira particularizada no Item 2.3.

2.2.4 Papel das medidas governamentais na redução dos RCC

A idéia de redução dos RCC deverá permear todo o processo construtivo, idealmente, desde a sua concepção. Nesse sentido, o estabelecimento e a implementação de medidas governamentais relacionadas ao setor assumem um papel fundamental. Essas medidas podem envolver a criação de instrumentos reguladores (que vislumbrem, inclusive, a aplicação de penalidades e a concessão de incentivos fiscais ou bônus em área construída), a fiscalização, o desenvolvimento de programas de educação ambiental, a implantação de projetos públicos e outras ações (BAKENS, 2003; ROVERS, 2003). Para que sejam consideradas eficientes, é preciso que verdadeiramente estimulem o desenvolvimento de inovações tecnológicas e gerem melhorias ambientais, sem que para isso comprometam os limites orçamentários das obras de construção civil (ROVERS, 2003).

Em todo o mundo, existem diversas iniciativas tomadas por governos e organizações não governamentais que visam a promover a sustentabilidade do setor de construção, envolvendo também a redução de RCC. Uma dessas iniciativas é o LEED (Liderança em Design Energético e Ambiental), concebido nos Estados Unidos pelo Conselho de Construção Sustentável (USGBC).

O LEED consiste na pontuação e na certificação de edificações novas ou já existentes com base em critérios científicos específicos, incluindo a utilização de materiais reciclados / recuperados e a adoção de planos de gestão de resíduos (EPA, 2002). Além disso, o LEED desenvolve treinamentos, seminários e publicações periódicas. A iniciativa estimula a projeção de obras sustentáveis, promove o aumento da conscientização ambiental e contribui para a inclusão do aspecto ambiental no rol de parâmetros que definem a competitividade do setor construtivo, além de gerar outros benefícios que paulatinamente estão transformando o macro-complexo da construção civil nos Estados Unidos (EPA, 2002; USGBC, 2005).

Na Holanda, uma diretriz que estimulou a redução e a reciclagem dos RCC como forma de evitar sua disposição em aterros de resíduos obteve um sucesso notório. Apoiada em regulamentações ambientais, incentivos fiscais e, posteriormente, a proibição da disposição, o governo holandês elevou os percentuais de reciclagem e reutilização a 90% do total gerado no país (ROVERS, 2003).

Desde 1984, técnicos holandeses têm realizado testes e pesquisas acerca da produção e da aplicação de agregados reciclados. Os resultados dessas pesquisas servem de suporte para a elaboração de leis e especificações técnicas a ser seguidas por recicladores de RCC (ZORDAN, 1997). Devido sobretudo ao esforço político em minimizar o descarte de entulhos

da construção civil, a Holanda desponta como o maior reciclador de RCC em toda a Europa³ (SYMONDS, 1999).

As ações adotadas pelo governo holandês para reduzir a disposição dos RCC ainda fazem parte de um reduzido grupo de medidas governamentais que obtiveram sucesso na promoção da sustentabilidade do setor construtivo. Estudos demonstram que na maioria dos países europeus, tais medidas obtiveram pouco resultado até agora (EU Minister's Conference on Sustainable Housing *apud* ROVERS, 2003).

Para que as iniciativas governamentais possuam um impacto real, é preciso que elas sejam acompanhadas do estabelecimento de metas e regulamentações (ROVERS, 2003). Além disso, embora as políticas atuais tendam a favorecer as iniciativas tomadas pelo setor privado, estudos recentes mostram que, no que tange à construção sustentável, a melhor solução é combinar ações do setor privado (com cooperação íntima entre os vários profissionais, tomadores de decisão e outros indivíduos envolvidos) com ações governamentais eficientemente implementadas (ROVERS; BAKENS, 2003).

2.2.5 Atos legais, normativos e administrativos concernentes aos RCC no Brasil

O direito ao meio-ambiente ecologicamente equilibrado, considerado “bem de uso comum do povo e fundamental à sadia qualidade de vida”, está estabelecido na Constituição Federal brasileira, em seu Capítulo VI, Artigo 225. Segundo essa Lei, a defesa e a preservação ambiental são dever do Poder Público e da coletividade (BRASIL, 1988).

As diretrizes governamentais referentes aos resíduos sólidos e/ou aos urbanos, categorias nas quais se enquadram os entulhos da construção civil, estão dispostas em um conjunto de atos legais, normativos e administrativos emanados das esferas federal, estadual e

³ Considerando-se a porcentagem (e não o volume) de RCC reciclado ou reutilizado.

municipal, incluindo os Poderes Executivo e Legislativo e os Órgãos das Administrações Direta e Indireta.

No âmbito federal, destacam-se os seguintes atos (CNIA, 2005):

- Portaria nº 53 do Ministério do Interior (01/03/1979). Trata da destinação final dos resíduos sólidos.
- Resolução nº 23 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (12/12/1996). Adota definições de resíduos perigosos, resíduos não-inertes e outros e dispõe sobre suas importações e uso (alterada pelas Resoluções nº 235 (1997) e 224 (1996)).
- Lei nº 9.605 do Governo Federal (12/02/1998). Conhecida como a “Lei dos Crimes Ambientais”, essa lei dispõe sobre as sanções penais e administrativas a ser aplicadas em razão de condutas e atividades lesivas ao meio-ambiente.
- Resolução nº 275 do Ministério do Meio-Ambiente e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (25/04/2001). 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 coleta seletiva.
- Resolução nº 308 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (21/03/2002). Trata do licenciamento ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte.

Acrescentam-se ao rol de atos legais dois projetos de lei que se encontram em fase final de tramitação do Congresso Nacional:

- Projeto de Lei nº 203 (1991) e seus apensos. Apresentam normas gerais aplicáveis aos resíduos sólidos e instituem a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Projeto de Lei nº 5.296 (2005). Institui diretrizes para os serviços públicos de saneamento básico e a Política Nacional de Saneamento Básico – PNS.

Dentre as diretrizes governamentais que mais recentemente abordaram os resíduos sólidos urbanos, incluindo os resíduos oriundos do setor de construção civil, destacam-se o Estatuto das Cidades e a Resolução número 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

O Estatuto das Cidades, como ficou conhecida a Lei número 10.257, promulgada em 10 de junho de 2001, foi o primeiro texto legal em nível federal a introduzir questões ambientais no rol matérias a ser versadas pelas políticas públicas urbanas (REZENDE, 2003). Ao estabelecer o direito a “cidades sustentáveis”⁴, o Estatuto da Cidade ampliou o foco das políticas ambientais estabelecidas na Constituição Federal (que se restringem basicamente ao aspecto ecológico do meio-ambiente) e previu a garantia de todas as dimensões da sustentabilidade ambiental previstas na Agenda 21⁵: ecológica, institucional, política, econômica, demográfica, cultural e espacial (REZENDE, 1993). Dessa maneira, um novo e importante impulso foi dado em direção ao crescimento sustentado dos aglomerados urbanos do Brasil.

De acordo com as disposições do Estatuto da Cidade, é dever dos governos municipais adotar políticas setoriais articuladas que promovam a sustentabilidade das cidades brasileiras. Dente essas políticas, destacam-se as relacionadas à gestão dos resíduos sólidos, incluindo os provenientes do setor de construção civil (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Seguindo a abordagem do Estatuto da Cidade, que associou as políticas urbanas à promoção da sustentabilidade ambiental, e tendo em vista o grande volume de RCC produzido em diversas localidades do país, assim como os graves problemas ambientais decorrentes da ausência de tratamento adequado para esses resíduos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente

⁴ Definido no Estatuto da Cidade como o “direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer” (BRASIL, 2001, art. 2º, inciso I).

⁵ Programa de ação proposto durante a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio de Janeiro, 1992.

(CONAMA) aprovou, em 5 de julho de 2002, a Resolução número 307: “Gestão dos Resíduos da Construção Civil” (REZENDE, 2003; PINTO e GONZÁLES, 2005).

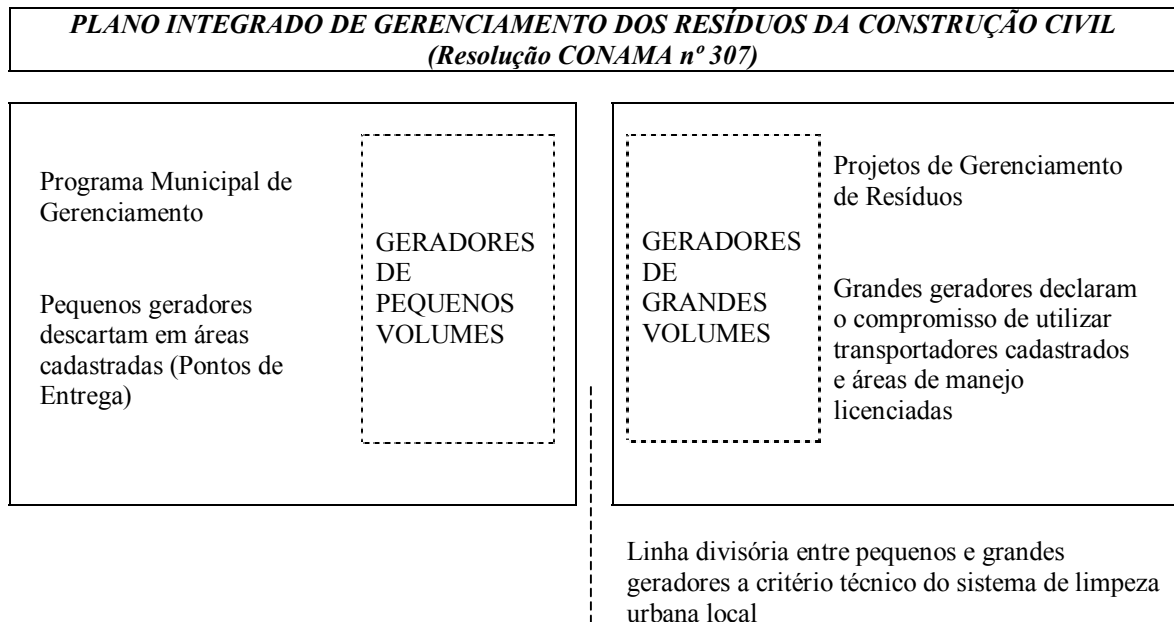
Devido à sua especificidade na abordagem dos RCC, a Resolução número 307 do CONAMA será apresentada de maneira mais detalhada no tópico seguinte.

2.2.6 A Resolução número 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)

A Resolução número 307 do CONAMA estabelece diretrizes, critérios e procedimentos a ser adotados por governos municipais e geradores de RCC a fim de que os impactos ambientais produzidos por esses resíduos sejam minimizados (CONAMA, 2002). Conforme estabelecido nessa Resolução, é dever dos grandes geradores de RCC adotar medidas destinadas a minimizar, reutilizar, reciclar ou, em última instância, dispor adequadamente os resíduos por eles produzidos. O Poder Público Municipal fica encarregado, preferencialmente, da gestão dos pequenos volumes de RCC; além da regulamentação, da orientação, da fiscalização e do controle dos agentes envolvidos com os grandes volumes de entulho (CONAMA, 2002; PINTO e GONZÁLES, 2005).

Ainda de acordo com a Resolução sobre os RCC, a atuação dos agentes públicos e privados no que tange à gestão desses resíduos deve estar prevista num “Plano Integrado de Gerenciamento”, do qual devem constar um “Programa Municipal de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil” e “Projetos de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil” (CONAMA, 2002).

Figura 2 – O Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil



Fonte: PINTO e GONZÁLES, 2005, p. 12

O Programa Municipal de Gerenciamento dos RCC deve ser elaborado, implementado e coordenado pelos governos municipais. Esse programa deve estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para a atuação dos pequenos geradores de entulho da construção civil (CONAMA, 2002; PINTO e GONZÁLES, 2005).

Os Projetos de Gerenciamento dos RCC, por sua vez, são elaborados e implementados pelos grandes geradores, que estabelecem os procedimentos necessários para o manejo e a destinação adequada dos resíduos por eles produzidos (CONAMA, 2002; PINTO e GONZÁLES, 2005).

Para incitar a execução das medidas necessárias ao cumprimento da Resolução do CONAMA por parte de governos, empreendedores e a sociedade, a Caixa Econômica Federal (CEF), em conjunto com o Ministério das Cidades e o Ministério do Meio Ambiente, lançou um programa de financiamento destinado a empreendimentos públicos e privados que se relacionam ao manejo e à gestão dos RCC. Esse programa foi apresentado em um “Manual de

Gestão dos Resíduos da Construção Civil” integrado por dois volumes: o primeiro, apresenta em termos práticos as disposições da Resolução do CONAMA; o segundo, trata das características do plano de financiamento da CEF.

As medidas necessárias à implantação do “Plano Integrado de Gerenciamento” previsto pelo CONAMA, tais quais apresentadas no primeiro volume do Manual da CEF, constituem a matéria do próximo item.

2.2.6.1 Aspectos práticos da implantação do “Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC” previsto pela Resolução número 307 do CONAMA

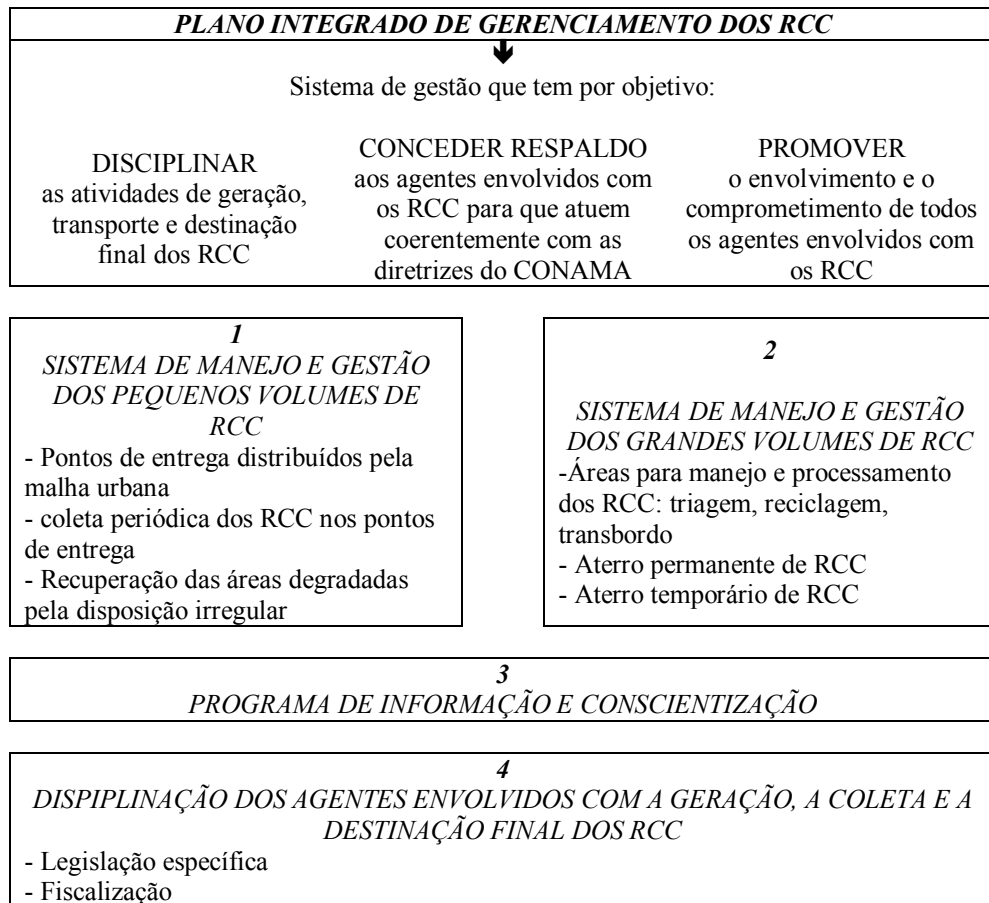
Como foi exposto anteriormente, o Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC, previsto pela Resolução número 307 do CONAMA, é o sistema de gestão que abrange as ações do poder público e de todos os agentes envolvidos com a geração, a coleta e a destinação final dos RCC produzidos em um município (PINTO e GONZÁLES, 2005).

O Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC, a ser implantado pelo Governo Municipal, deve primar pelo alcance de três objetivos principais (PINTO e GONZÁLES, 2005):

- A disciplinação das atividades de geração, transporte e destinação final dos RCC
- A concessão do respaldo necessário para que os agentes envolvidos com os RCC atuem de forma coerente com as diretrizes do CONAMA
- O alcance de envolvimento e comprometimento por parte de todos indivíduos e empresas direta ou indiretamente relacionados com os RCC produzidos em nível municipal

Esses objetivos são alcançados mediante o estabelecimento do sistema de manejo e gestão previsto no Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC. Esse sistema compreende quatro aspectos principais, como demonstra a figura a seguir (PINTO e GONZÁLES, 2005):

Figura 3 – Aspectos envolvidos no “Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC”



Fonte: PINTO e GONZÁLES, 2005

Como demonstra a ilustração acima, o processamento de resíduos da construção civil em usinas de reciclagem, tema central deste estudo, é contemplado no item 2 do Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC. Nos próximos itens, serão detalhados cada um dos quatro aspectos que compõem esse Plano.

2.2.6.1.1 Sistema de manejo e gestão dos pequenos volumes de RCC

Conforme exposto por Pinto e Gonzáles (2005) no Manual lançado pela CEF, o sistema de manejo e gestão dos pequenos volumes de RCC, de responsabilidade das Prefeituras Municipais, destina-se a solucionar os problemas causados pelas disposições clandestinas de RCC em locais impróprios. Esse sistema consiste, basicamente, numa rede de

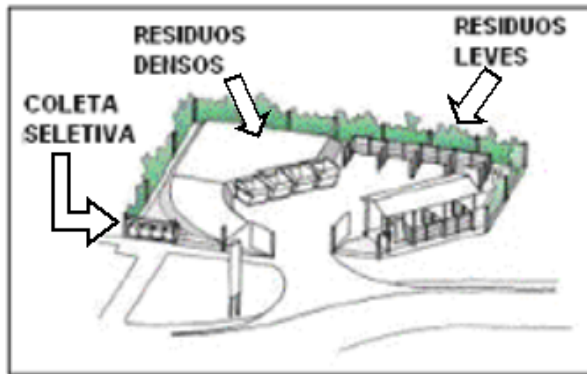
pontos de entrega de pequenos volumes de RCC e outros resíduos volumosos. Os pontos de entrega são distribuídos ao longo da malha urbana, perfazendo uma rede similar à das disposições irregulares, ou seja, os pontos de entrega de entulhos são localizados nas imediações das áreas tipicamente afetadas pelas disposições clandestinas de RCC. As dimensões de cada um dos pontos de entrega são condizentes com o volume de resíduos dispostos de forma clandestina no local. Em geral, a área desses pontos varia de 200 a 600 m² (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Também fazem parte do sistema de gestão de pequenos volumes de RCC um cadastro de pequenos coletores e um serviço de atendimento telefônico, através do qual pequenos geradores podem solicitar o recolhimento e o transporte de seus entulhos até os pontos de entrega.

O carregamento máximo a ser classificado como “pequeno volume” (e assim ser admitido nos pontos de entrega) geralmente varia em torno de 1m³. É importante enfatizar que nesses centros de recebimento apenas podem ser entregues RCC, restos de podas de vegetação e outros itens volumosos, não sendo admitidos resíduos orgânicos domiciliares, industriais ou de serviços de saúde (PINTO e GONZÁLES, 2005).

A estrutura física dos pontos de entrega de pequenos volumes, como demonstra a Figura 4, compreende espaços para descarga, triagem e armazenagem de resíduos; uma área para a manobra de veículos e uma guarita com sanitário. O conjunto é delimitado por uma cerca viva e é gerenciado um funcionário responsável.

Figura 4 – Layout sugerido para os pontos de entrega de pequenos volumes de RCC



FONTE: I&T INFORMAÇÕES TÉCNICAS *apud* PINTO e GONZÁLES, 2005, p. 44.

Periodicamente, os resíduos captados nessas áreas são recolhidos pela Prefeitura Municipal, encarregada de lhes conferir destino adequado.

Uma vez que a rede de pontos de entrega de pequenos volumes de resíduos esteja completamente implementada e seu funcionamento seja eficaz no combate às disposições clandestinas, cabe ao Poder Público Municipal realizar a recuperação das áreas degradadas pelas práticas irregulares (PINTO e GONZÁLES, 2005).

2.2.6.1.2 Sistema de manejo e gestão dos grandes volumes de RCC

O sistema de manejo e gestão dos grandes volumes de RCC é operado com base em três estruturas: uma área para a triagem dos resíduos coletados, uma usina para a reciclagem e aterros para a disposição permanente e temporária dos RCC de classe A. Essas estruturas podem estar concentradas em um único local ou em áreas específicas (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Idealmente, segundo Pinto e Gonzáles (2005), as instalações voltadas para o manejo dos grandes volumes de RCC devem ser implantadas e gerenciadas por empreendedores privados, restringindo-se o Poder Público Municipal à concessão de incentivos, à regulamentação e à fiscalização das atividades desenvolvidas pelos agentes privados.

A Prefeitura pode incentivar a atuação dos empreendedores privados de diferentes maneiras:

- Facilitando o acesso a equipamentos tecnológicos
- Tornando obrigatório o emprego de agregados reciclados em obras públicas, quando houver possibilidade
- Concedendo apoio na obtenção de financiamentos

Caso a Prefeitura Municipal opte pela implantação e a gestão das áreas de processamento dos grandes volumes de RCC, segundo expresso no Manual da CEF (PINTO e GONZÁLES, 2005), é necessário que os custos de operação sejam repassados para os geradores e transportadores dos grandes volumes de RCC.

As centrais de processamento dos RCC devem ser situadas em áreas de fácil acesso, preferencialmente nas adjacências dos locais de maior produção desses resíduos. O projeto dessas centrais deve ser coerente com as diretrizes fixadas nas normas da ABNT. Suas dimensões estão condicionadas ao volume estimado de resíduos a ser recebidos, armazenados e processados. Em geral, o tamanho da área é definido conforme expresso nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Área necessária para a triagem de resíduos nos centros de manejo dos grandes volumes de RCC

<i>Volume de resíduos triados diariamente</i>	<i>Área demandada</i>
70 m ³	1.100 m ²
135 m ³	1.400 m ²
270 m ³	2.300 m ²
540 m ³	4.800 m ²

Fonte: I&T INFORMAÇÕES TÉCNICAS *apud* PINTO e GONZÁLES, 2005, p. 48

Tabela 4 – Área necessária para a reciclagem de RCC da classe A nos centros de manejo dos grandes volumes de RCC

<i>Volume de RCC reciclado diariamente</i>	<i>Área demandada</i>
40 m ³	3.000 m ²
80 m ³	3.500 m ²
160 m ³	7.500 m ²
320 m ³	9.000 m ²

FONTE: I&T INFORMAÇÕES TÉCNICAS *apud* PINTO e GONZÁLES, 2005, p. 48

A reciclagem dos RCC de classe A abrange os processos de trituração e peneiração desses resíduos para a produção de agregados reciclados. Essas atividades são realizadas por um equipamento de reciclagem constituído por alimentador vibratório, britador, transportadores de correia, separador magnético, peneira vibratória, quadro de comando e outros equipamentos complementares. Dependendo da quantidade de RCC a ser processada, as usinas de reciclagem requerem 4 a 12 funcionários (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Os resíduos cuja reutilização ou reciclagem não seja imediatamente possível ou viável são enviados para aterros implantados nos moldes das normas da ABNT. Esses aterros podem servir a dois propósitos:

- A correção de nível de terrenos, visando a uma ocupação posterior da área, segundo um projeto de ocupação aprovado pelos órgãos públicos competentes
- A disposição de materiais classificados conforme estabelecido pelo CONAMA, tendo em vista o reaproveitamento futuro.

2.2.6.1.3 Programa de informação e conscientização

Parte indispensável do Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC é o desenvolvimento, por parte da Prefeitura Municipal, de um programa de informação e conscientização agentes relacionados à geração, à coleta e à destinação final dos RCC. O objetivo desse programa é difundir e estabelecer práticas que dêem sustentação aos sistemas

de gestão desses resíduos. Dentre essas práticas destacam-se a redução, a reutilização e a reciclagem *in loco* dos resíduos gerados; a classificação dos RCC enviados para os centros de coleta ou reciclagem; a utilização dos serviços de recebimentos dos RCC, ao invés de sua disposição irregular e outras.

O programa de informação e conscientização de geradores e coletores é executado através da entrega de panfletos informativos, da colocação de placas que indiquem os locais de coleta e outras ações (PINTO E GONZÁLES, 2005).

2.2.6.1.4 Disciplinação dos agentes envolvidos com a geração, a coleta e a destinação final dos RCC

A disciplinação dos agentes envolvidos com a geração, o transporte e a destinação final dos RCC é responsabilidade do Poder Público Municipal, que a realiza com o apoio de uma base jurídica e um rigoroso sistema de fiscalização (PINTO e GONZÁLES, 2005).

A base jurídica é composta por uma lei e um decreto municipal. A lei estabelece os princípios e diretrizes necessários para a gestão e o manejo sustentáveis dos RCC no âmbito do município. O decreto, por sua vez, detalha as responsabilidades dos agentes; os requisitos para a obtenção de licenças e incentivos; os procedimentos para o estabelecimento de parcerias e outros aspectos.

O programa de fiscalização, respaldado pela legislação concernente aos RCC visa a garantir que os agentes envolvidos com a geração e o manejo desses resíduos atuem em conformidade com as diretrizes estabelecidas na legislação municipal e na resolução do CONAMA, coibindo, dessa maneira, a atuação de coletores não-cadastrados, a operação de aterros não-licenciados, as disposições clandestinas de RCC e outras práticas que possam causar efeitos nocivos no meio ambiente.

As ações disciplinatórias executadas pelo Poder Público Municipal, representam a garantia do pleno funcionamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Em conjunto, as medidas previstas na Resolução do CONAMA, se implementadas de maneira eficiente e em conformidade com as realidades física, social e econômica dos municípios, podem contribuir, dentre outros, para a consecução dos seguintes objetivos (PINTO E GONZÁLES, 2005):

- Preservação do meio-ambiente
- Melhora da qualidade de vida no meio urbano
- Redução dos RCC na fonte
- Aumento do período de vida útil e melhor controle dos aterros de resíduos
- Encaminhamento dos grandes volumes de RCC à destinação adequada
- Facilitação do descarte dos pequenos volumes de RCC
- Formação de parcerias
- Atuação de novos agentes na limpeza dos centros urbanos
- Redução dos gastos do Governo Municipal

2.3 A reciclagem dos resíduos da construção civil

A *reciclagem*, assim como os métodos de *redução* e *reutilização* de resíduos, é uma das alternativas técnicas para o enfrentamento dos problemas gerados pelo descarte de lixo no meio-ambiente. A palavra, que adquiriu conotação preservacionista em meados da década de 1970, resulta da junção entre o prefixo “re”, que significa “repetir” e o vocábulo “kyclos”, traduzido do grego como “ciclo”. Assim, *reciclar* significa “trazer de volta ao ciclo” ou, em outras palavras, representa o “processo de transformar resíduos em novos recursos” (SHAW, 2005).

Na indústria da construção civil, esse conceito traduz-se na transformação de resíduos de concreto, asfalto, cerâmicas e outros tipos de RCC em materiais a ser incorporados em obras novas ou no próprio projeto que os originou.

Embora já venha sendo empregada desde a antiguidade, a reciclagem de RCC apenas recentemente começou a ser realizada de maneira sistemática. Na Holanda, na Alemanha, na Dinamarca e na Bélgica, as primeiras usinas de reciclagem de entulho entraram em funcionamento na década de 1980 (VÁZQUEZ, 2001). No Reino Unido, na França, na Espanha e nos Estados Unidos, a experiência apenas foi realizada na década seguinte (VÁZQUEZ, 2001; ZORDAN, 1997).

Desde que se apresentou como uma importante alternativa para a preservação ambiental em países europeus, a prática da reciclagem de entulhos vem se consolidando e difundindo por diversas partes do mundo. Métodos de processamento dos RCC e seu reaproveitamento no setor de construção têm sido objeto de estudos e pesquisas, os quais freqüentemente servem de base para a elaboração de novos projetos e especificações.

Esses estudos, somados às experiências obtidas através da prática crescente da reciclagem de RCC, vêm contribuindo para o desenvolvimento de diferentes maneiras e métodos de reciclar os RCC e a descoberta de aplicações diversas a ser dadas ao material processado, o que tem ampliado os benefícios trazidos pela prática da reciclagem no setor de construção civil.

2.3.1 Maneiras de promover a reciclagem dos RCC

Dependendo do local onde a separação e o beneficiamento dos RCC ocorrem, podem-se considerar três maneiras de promover a reciclagem desses resíduos: (a) separação e reciclagem no canteiro de obras; (b) reciclagem em diferentes unidades de processamento, depois que os resíduos foram separados no canteiro de obras e (c) reciclagem dos RCC

entregues de forma mista em uma usina de processamento de resíduos (BURGOYNE; MERRILL, 1997).

2.3.1.1 Separação, beneficiamento, armazenamento e reaproveitamento dos RCC no canteiro de obras – reciclagem primária

Havendo condições para a realização de todo o processo de beneficiamento e reaproveitamento no canteiro de obras, a reciclagem *in loco* é bastante eficiente. Para que se viabilize, é necessário que o local seja limpo e organizado, disponha de espaço livre e esteja devidamente equipado (BURGOYNE).

A reciclagem no canteiro de obras pode ser aplicada principalmente a materiais inertes como concreto, asfalto, rochas, solo e podas de vegetação, os quais são convertidos em base de estradas, agregados, adubo, aterro e outros. Numa pesquisa sobre como aproveitar parte dos RCC, com ou sem beneficiamento, nas obras onde eles se originaram, Grigoli (2002) identificou os seguintes empregos:

- Assentamento de batentes, esquadrias, contrapiso e blocos cerâmicos
- Enchimento de rasgos de paredes, rebocos internos, caixões perdidos e degraus de escadas
- Chumbamento de caixas elétricas e de tubulações elétricas e hidráulicas
- Embonecamento de tubulações
- Execução de remendos e emendas em alvenaria
- Confecção de estrado sobre o solo para lançamento de contra-piso e passeio público
- Confecção de contrapiso no interior de unidades habitacionais
- Produção de concreto para piso de abrigos de automóveis leves
- Construção de vigas e pilares de concreto com baixas solicitações (taxas de compressão inferior a 5,00 MPa)

- Construção de drenos em pátios de estacionamento, floreiras, visita de hidrantes, fundo de poços de elevadores e de escoamento de água de chuvas
- Aterramento de valetas junto ao solo
- Estaqueamento para fundações de muros com pequenas cargas

Os benefícios desse tipo de reciclagem são variados. O processamento dos RCC no local onde eles foram gerados evita a mistura e a contaminação dos resíduos. Isso faz com que os materiais produzidos sejam mais homogêneos e de melhor qualidade. Empregados na obra, reduzem os índices de perdas físicas de materiais e diminuem os custos com compra de matérias-primas e descarte de resíduos (NUNES, 2004; BURGOYNE, 2005)

2.3.1.2 Separação dos RCC no canteiro de obras e reciclagem por diferentes unidades de processamento

Esse tipo de reciclagem se aplica principalmente a obras menores, nas quais um tipo principal de resíduo é gerado. Ele consiste na separação dos RCC em contêineres especiais, um para cada tipo de resíduo. Esses containeres são então recolhidos por recicladores específicos.

Assim como o método anterior, a separação dos RCC no canteiro de obras requer espaço livre e depende da habilidade dos trabalhadores da obra em classificar adequadamente os materiais (BOURGOYNE).

2.3.1.3 Beneficiamento dos RCC em uma usina de reciclagem

As usinas de reciclagem são locais projetados e equipados para realizar o beneficiamento de tipos variados de resíduos. Utilizando um sistema sofisticado de imãs, britadores e peneiras, essas usinas são capazes de processar praticamente todo o RCC recebido em suas instalações (BURGOYNE, 2005).

A desvantagem desse método de reciclagem é que os resíduos normalmente são entregues na usina de forma mista, e dada a impossibilidade de segregá-los totalmente, os materiais obtidos pelo processo de reciclagem possuem valor relativamente baixo. Além disso, o investimento em equipamentos é elevado quando comparado com os outros métodos de reciclagem (BURGOYNE, 2005). Ainda assim, a existência de usinas de reciclagem é indispensável ao sucesso de qualquer projeto municipal de gestão dos RCC. Essas usinas podem atuar como alternativa complementar para a destinação dos resíduos (nos casos em que os geradores possuem condições de separar, reciclar e/ou reaproveitar parte dos entulhos gerados na obra) ou como única opção disponível para o encaminhamento dos RCC.

Este estudo abordará o beneficiamento dos entulhos de construção realizado em usinas de reciclagem, recebidos de acordo com padrões de classificação previamente especificados.

2.3.2 O processo de reciclagem dos RCC

O beneficiamento pode ser compreendido como “o ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria prima ou produto” (CONAMA, 2002).

Tradicionalmente, os programas de reciclagem de RCC envolvem o beneficiamento da parcela mineral desses resíduos e seu posterior emprego como sub-base de pavimentos ou como agregados na produção de concreto não-estrutural (VÁZQUEZ, 2001). Em termos gerais, esse processo, quando realizado em centrais de reciclagem, envolve as seguintes etapas (NUNES, 2004):

- Seleção dos materiais recicláveis e retirada de contaminantes
- Trituração por equipamentos apropriados (com possível classificação)
- Encaminhamento dos agregados reciclados

Esse processo normalmente ocorre da seguinte maneira: ao chegarem nas centrais de reciclagem, as cargas de RCC são inspecionadas visualmente. As centrais apenas recebem as cargas de boa qualidade, nas quais a fração mineral do entulho não se encontra contaminada por plástico, resíduos orgânicos, industriais e outros. Após descarregados no local apropriado, os RCC passam por uma nova inspeção para a retirada de contaminantes, principalmente ferragens. Uma vez descontaminados, os resíduos passam pelos processos de britagem e peneiramento, dos quais resultam os agregados reciclados. Os RCC podem ser britados uma ou mais vezes, dependendo das dimensões e da granulometria desejados para os agregados (NUNES, 2004).

2.3.3 Aplicação do RCC reciclado

Do ponto de vista técnico, as possibilidades de processamento dos RCC e a qualidade do material produzido variam conforme a composição do entulho. Esta é determinada pela origem desses resíduos e pelo tratamento que lhes foi dispensado no sentido de eliminar possíveis contaminantes (VÁZQUEZ, 2001; JOHN e AGOPYAN, 2000). Assim, o material reciclado pode receber desde as destinações mais simples, como o aterramento de áreas, até as mais complexas, como a produção de concreto estrutural (VÁZQUEZ, 2001).

De modo geral, quanto mais heterogêneos forem os RCC, menor será a qualidade do produto final; e quanto mais baixa a qualidade do produto final, mais restritas serão as possibilidades de reutilização do material reciclado (MERRILL, 1997; LIMBACHIYA, 2003).

Tradicionalmente, os componentes minerais dos RCC são reciclados em base e sub-base de pavimentos ou, de forma controlada, em agregados para a produção de concreto não-estrutural (VÁZQUEZ, 2001). Essas aplicações são vantajosas na medida em que envolvem menor consumo de energia, são menos dispendiosas e não requerem prévia segregação dos

resíduos (ZORDAN, 2005). Conforme avançam as pesquisas e são desenvolvidas novas tecnologias de reciclagem, entretanto, a tendência é que se produzam materiais de maior valor agregado, cujas aplicações valorizem de maneira mais intensa o elevado potencial dos RCC.

2.3.4 Benefícios gerados pela reciclagem de RCC

Os benefícios da reciclagem dos RCC são amplos e estendem-se pelos planos ambiental, econômico e social, atingindo a todos os agentes que de alguma maneira se relacionam com o setor construtivo: governos, geradores de resíduos, empreiteiros e sociedade de maneira geral. Os principais desses benefícios estão listados nos tópicos que seguem.

- O aproveitamento dos RCC que de outra maneira seriam lançados em aterros de resíduos ou em locais inapropriados contribui para o aumento do período de vida útil dos aterros, o arrefecimento dos problemas de saneamento público e contaminação ambiental, e a redução dos custos de limpeza urbana e gestão de aterros públicos (ÂNGULO; ZORDAN, 2005; EPA, 2002; JOHN, 2001; CARNEIRO et al., 2001).
- Por serem, em alguns casos, menos onerosos que seus equivalentes tradicionais, os componentes reciclados podem reduzir os custos das obras onde são empregados (JOHN, 2001).
- Os materiais reciclados podem substituir muitos dos recursos naturais tradicionalmente empregados como matéria-prima na construção civil, o que contribui para a redução dos impactos ambientais relacionados à exploração de jazidas naturais (ÂNGULO; JOHN, 2001).
- Os produtos reciclados também podem substituir muitos materiais de construção industrializados, o que reduz o impacto ambiental relacionado ao processamento e, em alguns casos, ao transporte desses produtos (ÂNGULO; JOHN, 2001). A

Tabela 5 demonstra a taxa de redução do impacto ambiental gerado pela produção de materiais da construção civil em função do emprego de produtos reciclados (seja eles oriundos da indústria da construção ou não).

Tabela 5 - Redução do impacto ambiental gerado pela produção de materiais da construção civil devido ao emprego de materiais reciclados (em %)

<i>Impacto Ambiental</i>	<i>Aço</i>	<i>Vidro</i>	<i>Cimento*</i>
Consumo de energia	74	6	40
Consumo de matéria-prima	90	54	50
Consumo de água	40	50	-
Emissão de poluentes atmosféricos	86	22	<50**
Poluição das águas	76	-	-
Liberação de resíduos em geral	105	54	-
Liberação de resíduos minerais	97	79	-

* Substituição por 50% de escória de alto forno

** Produção de CO2

Fonte: JOHN, 2001

2.4 Estudos de viabilidade: conceitos

A análise de viabilidade é um estudo que permite identificar se uma proposta de aplicação de capital deve ou não ser aceita (COSTA e ATTIE, 1990). Em outras palavras, é um estudo que objetiva fornecer uma base técnica, econômica e comercial para uma decisão de investimento (UNIDO, 1987). A análise de viabilidade considera os seguintes aspectos de um projeto (UNIDO, 1987):

- Capacidade de mercado e da fábrica
- Suprimento de materiais e insumos
- Localização do empreendimento
- Engenharia do projeto
- Organização da fábrica e custos gerais
- Recursos humanos
- Programa de implantação do projeto
- Avaliação econômica e financeira

A avaliação econômica e financeira, tema central do presente estudo, visa a determinar se um projeto cuja consistência já foi comprovada nas fases iniciais do estudo de viabilidade, é capaz de proporcionar os melhores resultados quando comparado com opções alternativas de investimento. Esse julgamento, entretanto, depende da perspectiva do avaliador.

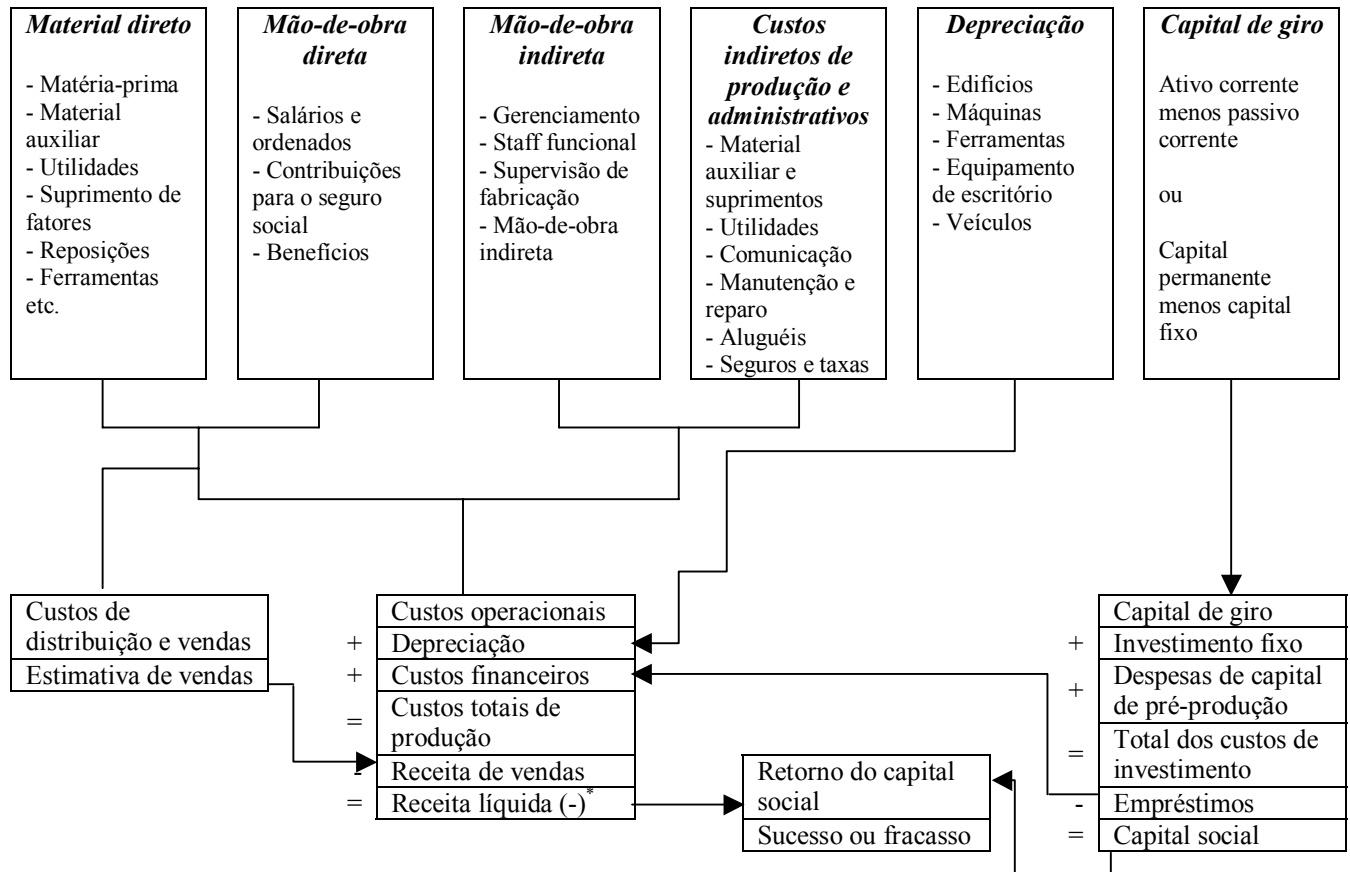
Investidores e empreendedores privados normalmente condicionam a viabilidade de um projeto ao retorno financeiro que ele pode gerar sobre o capital investido. Nesse caso, a viabilidade é verificada através da comparação entre as receitas obtidas e os gastos realizados durante o período de vida útil do projeto, ou seja, através de uma análise de viabilidade financeira (BUARQUE, 1991).

De outro lado, se o avaliador se situa no contexto da coletividade (como nos casos de projetos públicos), o julgamento do avaliador passa a depender também de uma análise de viabilidade econômica, que considera os efeitos do projeto sobre a economia nacional (seu potencial de gerar ocupação, poupança de divisas, emprego de recursos nacionais, etc.) (BUARQUE, 1991).

O projeto avaliado no presente estudo foi delineado como um empreendimento privado financiado com recursos públicos. Assim sendo, o estudo de viabilidade aqui realizado foi conduzido sob o enfoque do empreendedor privado, ou seja, o resultado foi julgado com base em uma análise de viabilidade econômico-financeira.

Como foi apontado anteriormente, para investidores e empreendedores privados, a viabilidade de um projeto é condição de sua capacidade de gerar retorno financeiro sobre o capital investido, isto é, de produzir lucro. Nesse caso, o resultado do projeto é determinado através da comparação entre o lucro e o capital investido (UNIDO, 1987). Os itens considerados no cálculo da rentabilidade do projeto estão demonstrados no esquema a seguir.

Figura 5 – Origem dos itens de custo para cálculo da rentabilidade (retorno sobre o capital)



* calcular imposto de renda sobre a sociedade, se aplicável

Fonte: UNIDO, 1987, p. 210

O cálculo da rentabilidade privada, que determina a viabilidade financeira do projeto, pode ser executado através de diferentes métodos, como a “Taxa Interna de Retorno”, o “Valor Presente Líquido”, o “Tempo de Recuperação do Capital Descontado” e a “Taxa de Retorno Simples” (UNIDO, 1987). Para Buarque (1981), os cálculos do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno, ambos baseados no conceito de atualização, são as melhores abordagens para a determinação da viabilidade financeira de um projeto. Os métodos utilizados na análise de viabilidade realizada neste estudo serão detalhados nos tópicos seguintes.

2.4.1.1 Valor Presente Líquido

O método do Valor Presente Líquido (VPL) consiste na transposição (desconto) dos resultados financeiros obtidos a cada ano para a suposta data em que o empreendimento foi implementado. Essa transposição é realizada através da aplicação de uma taxa de juros fixa e pré-determinada, conforme demonstra a fórmula abaixo (HOCHHEIM, 2002):

$$\text{VPL} = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

A taxa de desconto apresentada nessa fórmula reflete o “custo de oportunidade do capital”, ou seja, o possível retorno recebido caso o investidor optasse por outro investimento. O período de desconto equivale ao período de vida útil do projeto (UNIDO, 1987).

A obtenção de resultado positivo no cálculo do VPL de um projeto indica que o mesmo é capaz de gerar um lucro superior à taxa de desconto. O resultado nulo indica que a lucratividade é igual a essa taxa. Um projeto cujo VPL é positivo ou nulo é, portanto, passível de aceitação. O VPL negativo, de outro lado, indica que a lucratividade do projeto é inferior à taxa de desconto, o que demonstra que, sob o ponto de vista do investidor privado, o projeto não é viável (UNIDO, 1987).

2.4.1.2 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de desconto verificada quando o valor presente das saídas de caixa é igual ao valor presente das entradas de caixa; ou seja, quando o valor presente do fluxo de caixa do projeto é igual a zero. A TIR, deste modo, representa a exata rentabilidade do projeto (UNIDO, 1987).

Por essa definição, compreende-se que a TIR é a taxa i para a qual:

$$\sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = 0$$

(HOCHEIM, 2002).

O investimento proposto deve ser aceito se a TIR for maior do que a taxa de atratividade (definida como a menor taxa de investimento aceitável pelo capital investido) (UNIDO, 1987).

2.4.1.3 Tempo de recuperação do capital descontado

O Tempo de Recuperação do Capital Descontado, ou “*pay-back-period descontado*”, é definido como o prazo requerido para recuperar os gastos com o investimento original, através dos lucros gerados pelo projeto, levando-se em conta a “taxa mínima de atratividade” do investidor (HOCHHEIM, 2002).

Uma proposta de um projeto específico pode ser aceita se o Tempo de Recuperação do Capital for menor ou igual a um período de tempo aceitável, ou seja, um período condizente com o verificado em projetos similares (UNIDO, 1987).

2.4.1.4 Análise de sensibilidade

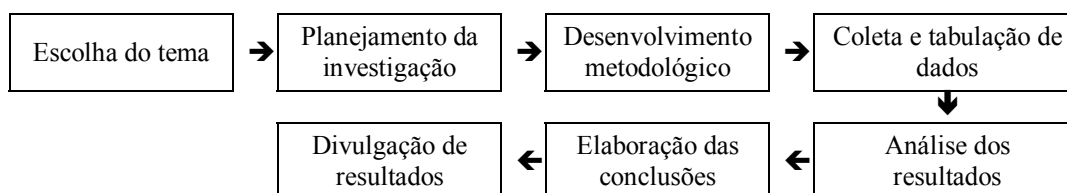
Além da aplicação de métodos para determinar a rentabilidade privada, o estudo de viabilidade financeira também envolve uma análise de sensibilidade. Essa análise demonstra como a rentabilidade do projeto seria afetada caso diferentes valores fossem atribuídos às variáveis utilizadas no cálculo (como o preço unitário de vendas, o custo unitário, o volume de vendas etc.). Os diferentes valores são definidos de forma a criar um cenário otimista (condições mais favoráveis ao projeto) e outro pessimista (condições menos favoráveis).

A análise de sensibilidade contribui para que seja reduzido o grau de incerteza inerente aos projetos e aumentar, dessa maneira, a confiabilidade da análise de viabilidade financeira (UNIDO, 1987).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos constituem um conjunto de etapas ordenadamente dispostas que devem ser vencidas na investigação de um fenômeno (SILVA e MENEZES, 2001). Essas etapas podem ser sintetizadas conforme apresentado na Figura abaixo.

Figura 6 – Procedimentos metodológicos



Fonte: SILVA e MENEZES, 2001

Cada uma dessas fases pode ser desenvolvida mediante a utilização de métodos e procedimentos variados.

Nos tópicos seguintes, será realizada a caracterização da pesquisa, dos dados e do método de análise utilizado no alcance dos objetivos deste estudo (análise de modelos bem-sucedidos de reciclagem de entulhos da construção civil, caracterização do manejo e da gestão dos RCC no município de Florianópolis, delineamento de uma usina de reciclagem para esse município e avaliação de sua viabilidade econômico-financeira e benefícios ambientais).

3.1 Classificação da pesquisa

Pesquisa é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico” (GIL *apud* SILVA e MENEZES, 2001, p.19). Seu objetivo fundamental é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

De acordo com a maneira como é desenvolvida, a pesquisa pode receber diferentes classificações. As quatro formas clássicas de classificar as pesquisas (tais quais expostas por Silva e Menezes (2001)), seguidas do enquadramento do presente estudo em cada uma das categorias classificatórias serão apresentadas nos próximos itens.

3.1.1 Quanto à natureza dos objetivos traçados

No que se refere à natureza dos objetivos traçados, esta pesquisa inseriu-se no conceito de “pesquisa aplicada”, que segundo Silva e Menezes (2001, p.20) “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos”.

3.1.2 Quanto à finalidade

Em relação à finalidade, este estudo caracterizou-se como “pesquisa exploratória”, pois visou a “proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses” (GIL apud SILVA e MENEZES, 2001, p.21). A pesquisa exploratória envolve, dentre outras medidas, levantamento bibliográfico e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Esse tipo de pesquisa “assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso” (GIL apud SILVA e MENEZES, 2001, p.21).

3.1.3 Quanto à abordagem

A abordagem deste estudo foi sobretudo “quantitativa”, ou seja, considerou a padronização e a quantificação dos dados, informações e resultados. A essa classificação, excetua-se a análise dos benefícios ambientais baseada na conservação dos recursos naturais, a qual foi realizada de maneira “qualitativa”.

3.1.4 Quanto aos procedimentos técnicos utilizados

No que concerne aos procedimentos técnicos utilizados para a realização da pesquisa, este estudo recebe as seguintes classificações (GIL *apud* SILVA e MENEZES, 2001)

- Pesquisa bibliográfica, definida como a pesquisa “elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet” (GIL *apud* SILVA e MENEZES, 2001, p.21).
- Pesquisa documental, “elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico” (GIL *apud* SILVA e MENEZES, 2001, p.21).
- Estudo de caso, que envolve o estudo de determinados objetos de maneira a obter seu conhecimento.

3.2 Fontes de dados

As pesquisas podem envolver o levantamento de dados secundários, primários ou ambos. Dados secundários são aqueles que já foram coletados, tabulados, ordenados e por vezes analisados, estando catalogados à disposição das partes interessadas (MATTAR, 1999).

Os dados primários, por sua vez, são aqueles que foram reunidos para um projeto de pesquisa específico (KOTLER, 1998). São dados que se encontram em posse dos pesquisados, nunca tendo sido coletados antes (MATTAR, 1999).

Para alcançar seus objetivos, este estudo valeu-se essencialmente de dados secundários. As principais fontes pesquisadas foram livros, dissertações, publicações periódicas, material disponível em *websites*, dados comerciais e fontes internas da Superintendência de Limpeza Urbana do município de Belo Horizonte.

Os dados que não se encontravam disponíveis à primeira-mão foram obtidos através de contato pessoal, telefônico ou por meio de correspondências eletrônicas trocadas com indivíduos aptos a fornecê-los.

3.3 Análise de dados

Para realizar o estudo das experiências de reciclagem de RCC em outras localidades, apontado dentre os objetivos deste estudo, elegeram-se o “Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho”, da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e o “Parque Ecológico de Reutilização / Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição”, gerenciado por uma empresa privada nos Estados Unidos. A escolha desses exemplos foi pautada pelos seguintes critérios:

- Na medida do possível, os exemplos deveriam abranger não apenas a usina de reciclagem, mas a legislação, o sistema de coleta de resíduos, a destinação do material reciclado e outros aspectos envolvidos com os RCC gerados na localidade.
- Os projetos deveriam mostrar-se viáveis e eficientes no controle dos impactos ambientais causados pelos RCC.
- Deveria haver dados confiáveis disponíveis sobre os empreendimentos.
- Os projetos deveriam representar setores diferentes da economia (um deveria ser público e o outro, pertencer à iniciativa privada).
- Os exemplos deveriam apresentar aspectos inovadores que fossem passíveis de aplicação no município de Florianópolis (quando da concepção do projeto da usina ou em uma etapa posterior).

Além da análise das experiências citadas, este estudo levantou as características dos RCC produzidos em Florianópolis e avaliou o sistema de manejo e gestão desses resíduos no município. Tais informações foram extraídas do estudo de Xavier (2001): “Subsídios para tomada de decisão visando melhoria do gerenciamento do resíduo urbano em Florianópolis/SC: enfoque no resíduo da construção civil”.

A pesquisa de Xavier, o estudo das experiências americana e de Belo Horizonte e o Manual de Manejo e Gestão dos Resíduos da Construção Civil, lançado pela Caixa Econômica Federal, foram os principais subsídios utilizados no delineamento da usina de reciclagem de RCC para o município de Florianópolis.

A análise de viabilidade econômico-financeira foi conduzida com base no modelo de análise engendrado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO, 1987). A avaliação dos benefícios ambientais, por sua vez, utilizou como critérios a conservação de recursos naturais e a preservação de áreas de aterro.

A análise dos dados da pesquisa, excetuando-se a avaliação do potencial de conservação de recursos naturais, foi realizada de forma predominantemente quantitativa.

3.4 Avaliação dos dados

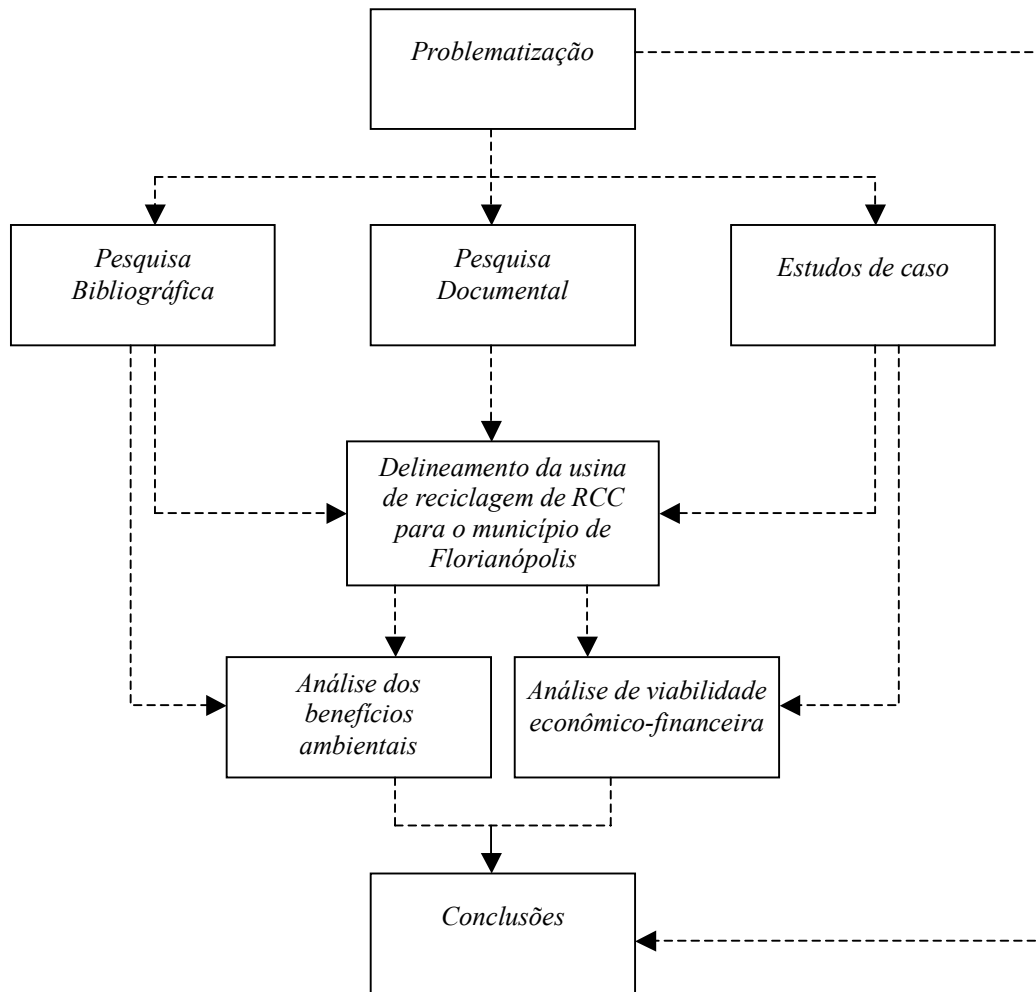
A análise da viabilidade econômico-financeira e dos benefícios ambientais da implantação de uma usina para reciclar os RCC produzidos em Florianópolis teve como objetivo fornecer fundamentos para uma decisão de investimento nessa área.

A avaliação buscou apresentar, com objetividade e clareza, valores que comprovassem ou impugnassem os benefícios do projeto sob o ponto de vista do investidor privado e da coletividade.

3.5 Etapas de desenvolvimento do trabalho

O esquema abaixo demonstra as etapas de realização deste trabalho e a maneira como elas foram interligadas.

Figura 7 – Etapas de desenvolvimento do trabalho



4 ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS DE RECICLAGEM REALIZADAS EM OUTRAS LOCALIDADES

Para que se pudessem obter dados e parâmetros para delineamento usina de reciclagem de RCC, optou-se pela análise de duas experiências bem-sucedidas de projetos nessa área. A primeira dessas experiências foi o “Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho”, implantado e gerenciado pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (MG). Esse programa foi uma das primeiras iniciativas brasileiras voltadas ao manejo e à gestão adequados dos RCC. Sua eficiência e eficácia o levaram a uma posição de destaque no âmbito nacional e internacional, tendo recebido prêmios e sido apontado por revistas, programas de telejornalismo e publicações científicas como um modelo a ser seguido por Prefeituras de todo o país (PAULICIS *apud* CUNHA et al., 2004; TRIGUEIRO, 2004; BOTA FORA..., 2003; ZORDAN, 1997).

O segundo modelo analisado foi o Parque Ecológico de Reutilização / Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição, concebido e gerenciado por uma empresa privada nos Estados Unidos. Ambos os projetos foram avaliados de maneira holística. Contudo, ênfase foi dada à reciclagem dos RCC, objeto deste estudo.

4.1 Modelo de gestão dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte, MG

O Município de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, possui uma população de mais de 2,2 milhões de habitantes (IBGE, 2002), a qual produz, diariamente, 4,255 mil toneladas de resíduos. Parte considerável desse lixo (cerca de 50%) é composta por

entulhos da construção civil (SLU⁶, 2005). Essa elevada fração de RCC explica a especial atenção destinada a esse tipo de resíduo quando da elaboração do atual Programa de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos de Belo Horizonte, iniciada em 1993.

Tendo em vista a velocidade com que eram saturados os aterros de inertes e a enorme quantidade de RCC lançada em locais impróprios, como terrenos baldios e vias públicas, a Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte estruturou o “Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho”, que atualmente representa um modelo de excelência na gestão de RCC a ser observado por Prefeituras de todo o Brasil (PAULICIS *apud* COSTA et al., 2004).

Quando de sua concepção, o programa previu a instalação de quatro usinas de reciclagem e uma rede de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes de Entulho (URPVs), as quais seriam paulatinamente implantadas em zonas estratégicas da cidade (ZORDAN, 1997). A primeira usina foi inaugurada em 1995 no bairro Estoril, local onde se constataram os maiores percentuais de geração de RCC no município. Atualmente, Belo Horizonte dispõe de duas usinas de reciclagem de RCC (Estoril e Pampulha) e 23 URPVs distribuídas em nove centros regionais (CUNHA JÚNIOR, 2005). A terceira usina prevista no projeto encontra-se em fase de implantação e vem sendo estudado o local para a instalação da quarta unidade de processamento (SLU, 2005).

O Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho também possui ações complementares de recuperação de áreas degradadas; apoio a transportadores de resíduos e orientação e fiscalização de agentes envolvidos.

⁶ Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte

4.1.1 Unidades de recebimento de pequenos volumes de entulho(URPVs)

As URPVs são centros de captação, classificação e direcionamento de RCC e outros resíduos volumosos (podas de vegetação, móveis, pneus, eletrodomésticos e outros). Nas 23 URPVs instaladas em Belo Horizonte, moradores ou transportadores cadastrados podem entregar cargas de até 2m³ (o equivalente a 10 tambores de 200 litros) por dia. As URPVs são equipadas com guarita, sanitários e pontos de água e energia elétrica.

No ano de 2003, como demonstra a Tabela 6, essas unidades receberam 38.531m³ de entulho, os quais foram entregues por diferentes tipos de transportadores.

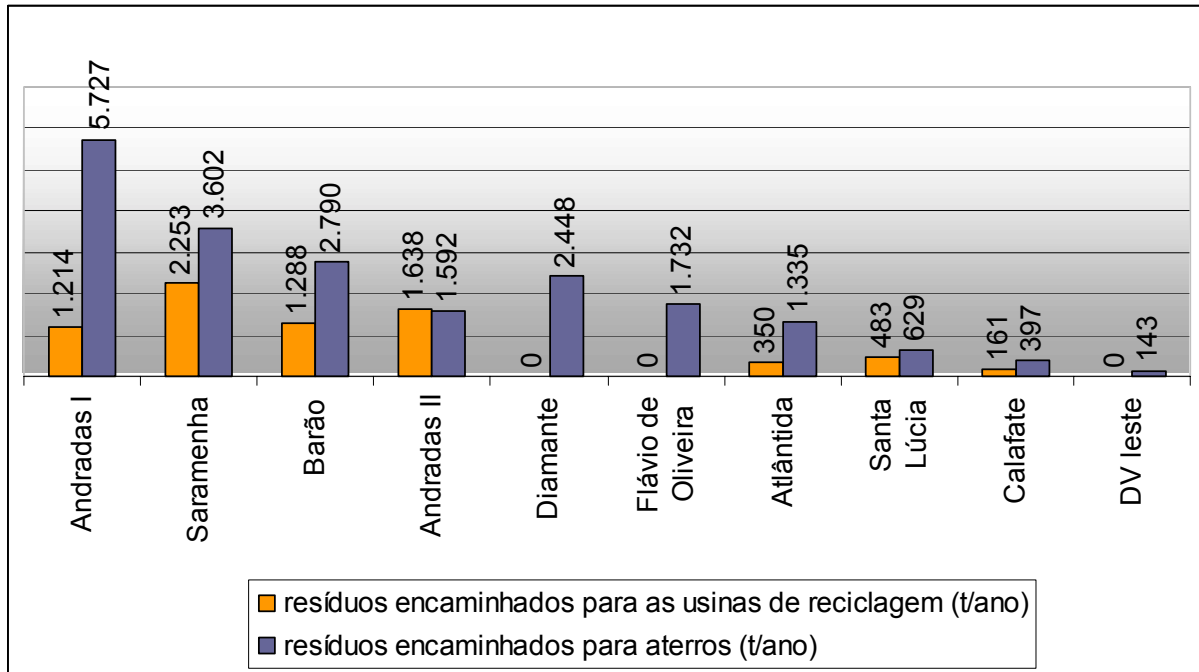
Tabela 6 – Material recebido nas URPVs no ano de 2003

<i>Transportador</i>	<i>Volume de resíduos (m³/ano)</i>	<i>Média mensal (m³)</i>
Veículos leves	10.059	838
Carroceiros	26.900	2.242
Carrinho de mão	1.572	131
<i>TOTAL</i>	<i>38.531</i>	<i>3.211</i>

Fonte: SMLU/NEPES *apud* SLU, 2005 b

O entulho entregue nas URPVs é classificado e armazenado em caçambas estacionárias específicas para cada categoria de material. Uma vez lotadas, as caçambas são recolhidas com caminhão poliguindaste e direcionadas para aterro sanitário ou uma das estações de reciclagem de RCC, dependendo das características do material (SLU, 2005 a). O Gráfico 1 demonstra a destinação dada aos resíduos recolhidos em algumas das URPVs no ano de 2003.

Gráfico 1 – Destino dos entulhos coletados em URPVs no ano de 2003



Fonte: SLU, 2005 a

Naquele ano, a Superintendência de Limpeza Urbana realizou a transferência de 38.532m³ de materiais das URPVs para as usinas de reciclagem, o que gerou um gasto anual de R\$310.182,60 (R\$8,05/m³) para a Prefeitura Municipal (SLU, 2005 b).

4.1.2 Estações de reciclagem de RCC

As estações (usinas) de reciclagem de RCC são locais onde se realiza a triagem, a classificação, o processamento dos resíduos e a produção de agregados e artefatos. As duas usinas de Belo Horizonte, instaladas nas regiões de Estoril e Pampulha, possuem áreas de, respectivamente, 8.000m² e 12.000m². Essas áreas dispõem de edificações de apoio (escritórios, sanitários, vestiários e outras), um pátio para recebimento e triagem de resíduos, uma área de beneficiamento e um pátio para estocagem (SLU, 2005 b).

O material recebido nas usinas pode ser proveniente de URPVs ou diretamente entregue por geradores e transportadores de entulhos. Apenas são admitidas cargas de RCC reciclável, havendo uma tolerância de até 10% para a presença de elementos contaminantes (excluindo-se resíduos orgânicos). Esse controle é realizado através de uma inspeção na entrada da usina (SLU, 2005 b).

Uma vez admitidos na estação de reciclagem, os RCC são submetidos a um processo de triagem manual, através da qual são removidos elementos como plástico, papelão e metais. Esses contaminantes são encaminhados para um aterro sanitário. Os demais resíduos são classificados de acordo com sua composição e encaminhados através de pás carregadeiras até o equipamento de britagem, onde são triturados.

O material processado é despejado sobre um transportador de correia, conduzido sob um eletroímã (para a retirada de pequenas partículas metálicas) e alocado em pilhas de estocagem.

Os agregados reciclados que possuem qualidade superior (tipo A⁷) são conduzidos para outra etapa do processo de reciclagem, onde são peneirados e acrescidos de cimento, areia e água. Com a mistura, são produzidos artefatos como blocos de concreto e meio-fios. Cada tonelada de entulho rende em média 800 blocos, os quais são empregados na construção de habitações populares, depósitos, armazéns municipais e outras obras da Prefeitura. O desempenho desses blocos é idêntico ao dos blocos de concreto convencional (TRIGUEIRO, 2004).

⁷ Resíduo composto por materiais minerais inertes como concreto, tijolos e outros produtos cerâmicos, blocos, argamassas, fibrocimento, areia, pedra etc., com a eliminação de impurezas como gesso, terra, metais, papel, vidro, plástico, madeira, matérias orgânicas etc. (SLU, 2005)

Ao contrário do destino dado ao material tipo A, o material britado tipo B⁸, que representa 94% do total de resíduos processados (SLU, 2005 b), é utilizado como sub-base e base na pavimentação de vias, construção de drenos e camadas drenantes e outras aplicações.

Os equipamentos utilizados no processamento dos RCC e sua capacidade estão apontados na tabela seguinte.

Tabela 7 – Equipamentos envolvidos no processamento de entulhos

<i>Itens</i>	<i>Usina de Estoril</i>	<i>Usina de Pampulha</i>
<i>Equipamentos utilizados para o processamento dos RCC (iguais em ambas as usinas)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alimentador vibratório ▪ Britador de impacto ▪ Calha metálica simples sob o britador ▪ Transportador de correia ▪ Separador magnético ▪ Quadro de comando ▪ Sistema de micro-aspersão ▪ Sistema de contenção de ruídos (mantas anti-choque) ▪ Pá carregadeira ▪ Caminhão poliguindaste 	
<i>Marca do equipamento britador</i>	Maqbrit	Maqbrit
<i>Capacidade nominal</i>	20t/h	30t/h
<i>Capacidade operacional</i>	34t/h	40t/h

Fonte: SLU, 2005 b

Para conter o lançamento de material particulado na atmosfera durante a britagem dos resíduos, o conjunto britador das usinas é equipado com um sistema de aspersão de água. Dependendo de suas condições, o material recebido também pode ser aspergido no pátio das usinas. Além disso, como forma de conter as poluições sonora e atmosférica, o terreno das usinas é isolado por uma barreira vegetal (SLU, 2005).

A usina de reciclagem da BR-040, que atualmente se encontra em fase de implantação, possuirá, além dos equipamentos básicos existentes nas usinas de Estoril e Pampulha, britador de mandíbulas (marca Maqbrit), calha dosadora, peneira vibratória apoiada, rebritador de cone

⁸ Resíduo com composição semelhante ao de tipo A, tijolos e outros produtos cerâmicos, onde se admite a presença de pequenas porções de terra ou material asfáltico. As impurezas retiradas dos resíduos de tipo A também são retiradas dos resíduos de tipo B (SLU, 2005).

e sistema de contenção de material particulado. Sua capacidade nominal será de 70 toneladas por hora.

A mão-de-obra mínima necessária para o processo de britagem dos entulhos inclui (SLU, 2005 b):

- 1 funcionário responsável
- 1 encarregado da inspeção das cargas recebidas
- 5 encarregados da triagem dos resíduos
- 1 operador do equipamento de britagem
- 1 operador do eletroímã
- 1 auxiliar de manutenção
- 1 operador de pá carregadeira

As usinas de Estoril e Pampulha receberam, em 2003, um volume de 127.679m³ de entulhos, perfazendo uma média de 385m³ diários⁹. Na estação de Estoril, o volume de contaminantes¹⁰ removidos em 2003 foi de 2.521m³, ou seja, cerca de 6% do volume total recebido naquela instalação. O volume de resíduos recebidos e materiais britados em cada uma das estações de reciclagem pode ser visualizado na tabela abaixo.

Tabela 8 – Volume recebido e produzido nas estações de reciclagem em 2003

<i>Usina</i>	<i>Estoril</i>	<i>Pampulha</i>	<i>Total</i>
<i>Entulho recebido (m³/ano)</i>	42.891	54.869	97.760
<i>Material britado (m³/ano)</i>	56.697	70.982	127.679

Fonte: SLU, 2005 a

As instalações que integram o Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho são estabelecidas preferencialmente em áreas públicas, sendo operadas

⁹ Considerando-se 254 dias úteis no ano.

¹⁰ Materiais que não podem ser processados pela usina, como por exemplo: papelão, plástico, pedaços de madeira, etc.

pela Prefeitura Municipal. As usinas de Estoril e Pampulha estão a encargo das Secretarias Regionais de Serviços Urbanos e a Estação que será instalada na BR-040 será de responsabilidade da Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (SLU, 2005 b).

4.1.3 Programas complementares

Além das estruturas de captação e manejo de RCC, o projeto de Belo Horizonte ainda compreende três sub-programas: (1) o de Comunicação e Mobilização Social; (2) o Sub-Programa de Fiscalização e (3) o de Recuperação de Áreas Degradadas. Esses sub-programas ajudam a dar consistência e sustentabilidade ao sistema de manejo e gestão dos RCC no município.

Para obter a colaboração da comunidade e evitar reações contrárias à implantação de instalações de captação e processamento de entulhos, a Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, através do Sub-Programa de Comunicação e Mobilização Social, desenvolve ações de interação com a comunidade e agentes envolvidos com a geração e o manejo dos RCC. Dentre essas ações, destacam-se a veiculação de campanhas em rádios, jornais e televisão; a apresentação de peças teatrais e a distribuição de impressos em estabelecimentos comerciais, escolas, entidades religiosas, instituições, postos de saúde e residências (SLU, 2005 a).

A inauguração de instalações físicas conta com eventos artísticos e outros atrativos que estimulam o comparecimento e a participação da comunidade. Uma vez em funcionamento, essas instalações são abertas à visita de estudantes, professores e população em geral. O Sub-Programa de Comunicação e Mobilização Social também oferece linhas telefônicas (Disque-Carroça e Disque-Limpeza) através das quais pode-se solicitar a coleta de pequenos volumes de entulho em domicílio.

Desde que o Disque-Carroça foi implantando, em junho de 2000, a demanda por seus serviços aumentou consideravelmente, como demonstra a Tabela 9.

Tabela 9 – Número de telefonemas recebidos pelo Disque-Carroça

<i>Ano</i>	<i>Número de solicitações</i>
2000 (a partir de junho)	832
2001	914
2002	1.095
2003	2.229

Fonte: SLU, 2005 b

Os outros dois sub-programas que integram o projeto de Belo Horizonte, Sub-Programas de Fiscalização e de Recuperação de Áreas Degradadas, têm como objetivo coibir as disposições clandestinas de entulho. O Sub-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas é vinculado ao Programa Ponto Limpo / Ponto Verde. Esse programa envolve a mobilização da população para a limpeza de áreas degradadas pela disposição irregular de entulhos, além do plantio de vegetação e da instalação de placas indicando que local foi recuperado e advertindo sobre as sanções legais aplicadas em casos de disposição clandestina de entulho. No caso de terrenos particulares, o proprietário é intimado a construir muro e passeio em sua propriedade (SLU, 2005 a).

O Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho também possui ações voltadas aos carroceiros que participam da coleta de RCC em Belo Horizonte. Essas ações, previstas no “Projeto Carroceiro”, envolvem a orientação, o cadastro, a análise das condições sociais e o estímulo à organização desses agentes de limpeza em entidades de classe. Os carroceiros que atuam na coleta dos RCC em Belo Horizonte recebem acesso gratuito a exames de sangue e cursos de manejo do lixo, além de carteira de condutor e certificado de registro e licenciamento de veículo de tração animal expedida pelo órgão de trânsito. As carroças são emplacadas e é prestada assistência veterinária gratuita pela Escola Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (SLU, 2005b).

Acredita-se que os sub-programas e as ações complementares contribuam sobremaneira para o sucesso do projeto de Belo Horizonte. O envolvimento da comunidade e dos agentes relacionados à geração e ao manejo dos RCC são primordiais para o alcance dos objetivos de cessação de disposições irregulares e de encaminhamento dos entulhos produzidos para a indústria da reciclagem ou outro destino adequado.

4.1.4 Investimento para a implantação e despesas de operação do programa de reciclagem em Belo Horizonte

Os valores despendidos na implantação de usinas de reciclagem estão condicionados em grande medida à quantidade de material a ser processado. A tabela abaixo apresenta o investimento realizado na instalação de cada uma das usinas de reciclagem de RCC no município de Belo Horizonte. As expensas incorridas na instalação da fábrica de produção de artefatos, que foi estabelecida posteriormente, não estão consideradas dentre os valores do investimento inicial.

Tabela 10 – Investimento realizado para a instalação das usinas de reciclagem em Belo Horizonte

<i>Item</i>	<i>Estoril (ano-base: 1994)</i>	<i>Pampulha (ano-base: 1996)</i>	<i>BR-040 (ano-base: 2004)</i>
<i>Equipamento (R\$)</i>	65.000,00 (capacidade nominal de 15 t/h)	140.000,00 (capacidade nominal de 30 t/h)	500.000,00 (capacidade nominal de 70 t/h)
<i>Obras de infra-estrutura (R\$)</i>	35.000,00	50.000,00	400.000,00
<i>TOTAL (R\$)</i>	<i>100.000,00</i>	<i>190.000,00</i>	<i>900.000,00</i>

Fonte: SLU, 2005 b

A Tabela 11, apresentada a seguir, demonstra os custos de funcionamento do programa de Belo Horizonte como um todo, incluindo a reciclagem dos resíduos, a gestão e a operação dos sub-programas complementares.

Tabela 11 – Despesas do programa de Belo Horizonte no ano de 2003 (em R\$)

<i>Itens</i>	<i>Usina de Estoril</i>	<i>Usina de Pampulha</i>	<i>Total geral</i>
<i>Mão-de-obra (salários e encargos)</i>	<i>136.840,20</i>	<i>101.558,31</i>	<i>238.398,51</i>
<i>Veículos, máquinas e equipamentos</i>			
Veículos próprios	-	-	-
Aluguel de veículos	35.273,34	37.437,75	72.711,09
Aluguel de máquinas	171.829,26	193.415,37	365.244,63
<i>Total</i>	<i>207.102,60</i>	<i>230.853,12</i>	<i>437.955,72</i>
<i>Despesas administrativas</i>			
Material de consumo	3.651,66	75.759,60	79.411,26
Ferraria	-	-	-
Consumo de água	30.255,45	20.171,64	50.427,09
Consumo de energia elétrica	11.616,51	16.472,07	28.088,58
Telefone	2.079,39	1.804,83	3.884,19
Serviços de Vigilância	68.186,52	68.256,00	134.442,52
Serviços técnicos especializados	-	-	-
Locação de máquinas copiadoras	-	-	-
Infra estrutura	-	-	-
Reparos em equip., instalações e materiais.	-	-	-
<i>Total</i>	<i>115.789,50</i>	<i>182.464,14</i>	<i>298.253,64</i>
<i>Outras despesas</i>			
Administrativo	31.236,15	56.219,25	87.455,40
Manutenção da Construção Civil	-	-	-
Mobilização social	-	-	-
Fiscalização	10.184,25	8.719,44	18.903,69
<i>Total</i>	<i>41.420,40</i>	<i>64.938,69</i>	<i>106.359,09</i>
<i>Depreciação de bens móveis</i>	<i>1.030,41</i>	<i>11.611,68</i>	<i>12.642,09</i>
<i>Total geral</i>	<i>501.152,70</i>	<i>579.814,26</i>	<i>1.080.966,90</i>

Fonte: SLU, 2005 b

Excluindo-se do total de gastos do programa os valores despendidos com a operação dos sub-programas complementares, calculou-se que os gastos relacionados com o funcionamento das usinas de reciclagem foi de R\$1.062.063,21 no ano de 2003.

Com a implantação do Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho, o Governo Municipal de Belo Horizonte obteve benefícios econômicos expressivos. Num diagnóstico realizado no ano de 1993, quando o programa foi desenvolvido, foram constatadas 134 áreas de disposição clandestina em Belo Horizonte, das

quais eram coletados 425m³ de material a cada dia. Com a implantação do programa, os gastos incorridos no gerenciamento dos RCC caíram de 18 para 10 dólares por tonelada (ZORDAN, 1997). Além disso, o emprego de material reciclado nas obras municipais fez com que as despesas com a compra de matérias-primas fossem reduzidas. Segundo Marcílio Rezende, coordenador do Programa de Reciclagem de Resíduos, no ano de 2003 foram produzidas 116 mil toneladas de material reciclado pelas usinas, o que representou uma economia de 870 mil reais (25%) na compra de materiais pela Prefeitura (TRIGUEIRO, 2004).

O Programa de Belo Horizonte recebeu diversos prêmios, dentre os quais destacam-se (SLU, 2005 b):

- Prêmio Super Ecologia – Revista Super Interessante, 2003
- Prêmio Global de Dubai (Emirados Árabes) sobre as melhores práticas de melhoria do meio ambiente – Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (Habitat II), 2002
- Prêmio Milton Santos de Saúde e Ambiente – Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), 2002
- Programa de Gestão Pública e Cidadania – Fundação Getúlio Vargas, 2000

4.2 Modelo privado de gestão dos RCC na Califórnia, Estados Unidos

Os programas de gestão de resíduos sólidos são comuns nos Estados Unidos, onde a maioria dos estados utiliza algum tipo de estratégia para evitar a disposição de lixo em aterros de resíduos. No estado da Califórnia, um “Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos”, editado em 1989, compeliu as municipalidades a encontrar outro destino que não aterros de resíduos e incineradores para no mínimo 50% de seu lixo até o ano de 2000. Na ocasião, o Conselho de Gestão Integrada do Lixo da Califórnia identificou o lixo orgânico e os RCC

como principais alvos a ser atingidos pelos programas de gestão de resíduos (RIDGLEY, 1998). Atualmente, o estado da Califórnia possui cerca de 400 empresas de reciclagem de RCC (BURGOIYNE, 2005), incluindo um dos mais eficientes e abrangentes modelos de gestão de RCC nos Estados Unidos: o “Parque Ecológico de Reutilização / Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição”, concebido pela empresa californiana Raisch Products.

A Raisch, que iniciou suas atividades há mais de um século como pavimentadora de estradas e construtora de sistemas de esgoto, dedica-se desde os anos 1970 à reciclagem de RCC (RIDGLEY, 1998). Essa atividade tornou-se mais expressiva no fim da década de 1990, quando um dos quatro centros de reciclagem da companhia (em Fremont, Califórnia) foi alvo da implantação do Parque Ecológico (também conhecido como Programa Raisch).

O Programa Raisch consiste no agrupamento de empresas que processam diferentes tipos de RCC em um único local. Sob a gestão da Raisch Products, as empresas de reciclagem e reutilização alugam uma área do Parque e processam de forma independente seus materiais-alvo, cada qual valendo-se de conhecimentos, experiências e métodos próprios (RIDGLEY, 1998).

Dentre as empresas instaladas no Parque Ecológico existem recicladoras de madeira, negócios de recuperação de materiais para reaproveitamento e outras. Todos os integrantes do Programa compartilham recursos e participam em conjunto do lançamento de propagandas. O projeto também dispõe de uma equipe de vendas e marketing, a qual trabalha ativamente com empreiteiros e agências governamentais em busca de novos usuários finais para seus produtos (RAISCH PRODUCTS, 2005; RIDGLEY, 1998).

Os resíduos reciclados ou recuperados pelas empresas do Programa Raisch são comercializados em uma “seção de reuso” dentro do próprio Parque. Essa seção consiste basicamente numa “casa de suprimento de material de construção usado”, onde empreiteiros

locais podem adquirir matérias-primas com preço reduzido (BARIS et al, 2002; RAISCH PRODUCTS, 2005).

Figura 8 – Planta do Parque Ecológico de Reutilização / Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição



Fonte: Raisch Products, 2005

O objetivo primário da Raisch, com o desenvolvimento do Parque Ecológico, é evitar que pelo menos 60% dos RCC produzidos na comunidade onde ele está instalado sejam depositados em aterros de inertes (RIDGLEY, 1998). Para tanto, o Programa dispõe de um projeto educacional intensivo dirigido aos geradores de lixo, os quais são instruídos a reduzir os RCC na fonte (RAISCH PRODUCTS, 2005). Os resíduos que inevitavelmente são produzidos devem ser encaminhados para o Parque Ecológico, cujas instalações são capazes de lidar com até 5.000 toneladas de material por dia (BERRY *apud* BARIS et al, 2002).

Os RCC que chegam ao Parque estão sujeitos a uma rigorosa política de aceitação. O Programa Raisch apenas recebe cargas limpas e que podem ser processadas dentro de suas instalações (RAISCH PRODUCTS, 2005; RIDGLEY, 1998). Se um carregamento de material não atende às especificações do Parque, ele é rejeitado. O empreiteiro que o encaminhou é contatado para que lhe seja esclarecido o motivo da rejeição e os requisitos a ser cumpridos a fim de que o carregamento possa ser entregue. A política de aceitação de resíduos é um

esforço no sentido de concretizar o intento do Programa Raisch de processar 90 a 95% de todo o material recebido em suas instalações (RAISCH PRODUTCS, 2005).

Os RCC que adentram no Parque Ecológico podem ser basicamente de três tipos: reutilizáveis, mistos ou recicláveis. O resíduo classificado como reutilizável (tijolo, madeira, azulejo, etc.) é encaminhado para a empresa que, no Parque, é responsável pela recuperação daquele tipo de material. Lá, os itens são classificados, limpos e colocados à venda na seção de reuso. Resíduos que chegam ao Parque de forma mista, por sua vez, são conduzidos para uma linha de separação, de onde seguem para as empresas apropriadas.

Por fim, os resíduos que não podem ser reaproveitados são encaminhados para o reciclador capaz de processá-los e tornar viável seu emprego em atividades diversas. Pedacos de madeira desgastada que não pode ser reaproveitada, por exemplo, são serrados e colocados à venda para que sejam utilizados como composto, combustível ou cama para animais. Outros materiais são reciclados de acordo com especificações do mercado e então vendidos como matéria-prima para empreiteiros locais. Esse é o caso de materiais como o asfalto e o concreto, que no Parque são convertidos em base para a pavimentação de estradas (BERRY *apud* BARIS et al, 2002). Esse material reciclado possui melhor qualidade que o agregado de rochas extraído em pedreiras locais. Prova disso é que a brita extraída das jazidas da Raisch Products (a empresa também atua no setor de mineração) não atende às especificações do Departamento de Transporte da Califórnia para emprego em auto-estradas estatais. Essa brita, ao contrário do que ocorre com o agregado reciclado, só pode ser utilizada para a pavimentação de estacionamentos e de vias privadas (BARIS, 2002; RIDGLEY, 1998).

O Programa Raisch tem se mostrado vantajoso para os empreiteiros locais, o Governo Municipal e a comunidade. Para os empreiteiros, o programa oferece um único local para a destinação de praticamente todo o tipo de RCC e a aquisição de materiais a um preço

reduzido, o que diminui as despesas com matérias-primas e transporte (RAISCH PRODUCTS, 2005).

Para o Governo Municipal e os moradores, os benefícios do Parque vão além da redução de resíduos outrora depositados em aterros de inertes. O Programa Raisch provê uma série de serviços à comunidade, como treinamento e colocação profissional, reabilitação de jovens drogados e infratores, desenvolvimento de projetos educacionais e outros serviços que atendem a demandas da comunidade onde está inserido (RIDGLEY, 1998).

Algumas cidades dos Estados Unidos demonstraram interesse pela implantação do Programa Raisch especialmente devido às possibilidades de geração de renda e emprego para seus moradores (tanto os qualificados quando os que possuem menor grau de instrução). Afinal, um Parque Ecológico completo pode envolver 40 funcionários ou até mais. (RIDGLEY, 1998).

O Programa Raisch pode ser implantado em qualquer local onde o montante de resíduos gerados e a demanda por materiais de construção sejam suficientes para garantir um uso satisfatório de sua capacidade instalada. Idealmente, o Parque deve ser instalado em locais que estejam experimentando um crescimento vertical, ou seja, que concentrem um elevado número de construções, reformas e demolições em uma área reduzida (RIDGLEY, 1998).

O Programa Raisch foi concebido para operar em cidades com população superior a 150 mil habitantes. O principal critério para a implantação do Programa é o ativo interesse do governo local em promover a reciclagem e a reutilização dos RCC gerados no município. Em muitos casos, a instalação do parque envolve pouco ou nenhum custo para a Prefeitura. Pelo contrário, o Governo Municipal ou o empreendedor privado (dependendo de onde partiram a iniciativa e os investimentos) pode obter uma renda substancial através da cobrança de *royalties* por tonelada de material processado (RIDGLEY, 1998).

Os principais obstáculos à instalação do Parque Ecológico são a definição do local e a obtenção de licenças ambientais e permissões legais. No que tange ao local, as dificuldades decorrem do tamanho da área demandada e das preocupações com a saúde e a segurança dos moradores (BERRY *apud* BARIS, 2002; RIDGLEY, 1998). Esse problema é tanto maior quanto mais próximo de áreas residenciais o Parque se encontrar.

Para reduzir o lançamento de partículas na atmosfera, evitando assim danos à saúde da população, a Raisch utiliza um sistema de controle de poeira conhecido como *water blanket* (BERRY *apud* BARIS, 2002). Esse sistema consiste basicamente na formação de uma barreira de vapor d'água entre a camada de material particulado e a atmosfera. Outra medida adotada pela Raisch para garantir o bem-estar da comunidade é zelar pela limpeza e a organização do Parque.

O caso do Parque Ecológico desenvolvido pela Raisch Products confirma que as vantagens de promover a reciclagem de entulhos da construção civil estendem-se além da esfera ambiental. O Programa Raisch possui diversos benefícios, dentre os quais um dos mais importantes, embora pouco mencionado, é o incentivo ao empreendimento privado. Micro e pequenas empresas, como as que poderiam integrar um programa similar no Brasil, são as maiores geradoras de emprego no país (KANITZ, 2004).

Um exemplo de um dos integrantes do Parque Ecológico da Raisch é a Western Recovery, uma empresa de reciclagem de restos de asfalto e telhado. A Western Recovery transforma esses resíduos em agregados ideais para emprego como sub-base de estradas ou na cobertura de vias que não necessitam pavimentação (ORAVEZ, 1999).

Ao enviar suas cargas de resíduos para a Western Recovery, empreiteiros reduzem as despesas com disposição desses entulhos em pelo menos 20%, uma vez que a taxa cobrada pela empresa é inferior aos valores pagos para depositar resíduos nos aterros de inertes da Califórnia (ORAVEZ, 1999).

A primeira unidade da Western Recovery foi instalada no Parque Ecológico em 1998. Após alguns meses de operação, a empresa começou a planejar a implantação de novas instalações na cidade de Pittsburg, onde o leque de materiais processados seria mais abrangente (ORAVEZ, 1999).

A Western Recovery também expressou interesse em prestar serviços de manutenção de estradas através de uma técnica conhecida como *cold patch*. Esse é um método simplificado de cobrir fissuras e buracos no pavimento. O objetivo declarado pela empresa foi de produzir um *cold patch* utilizando 20 a 25% de componentes reciclados (ORAVEZ, 1999).

O exemplo da Western Recovery ilustra como o incentivo ao empreendimento privado na área de processamento de RCC pode ser traduzido em empregos, impostos, inovações e ainda maiores benefícios ao meio-ambiente.

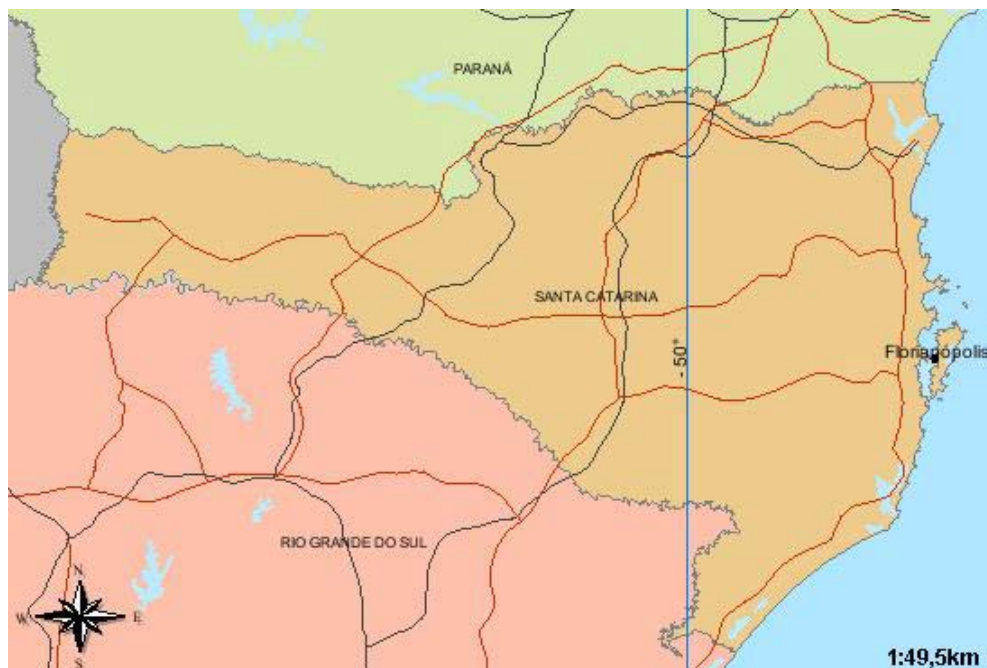
5 DELINEAMENTO DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC PARA O MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS

Neste capítulo será realizada a caracterização do local abrangido pela pesquisa (município de Florianópolis) e o delineamento da usina de reciclagem de RCC.

5.1 Caracterização do município de Florianópolis

O município de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, está localizado entre os paralelos 27°10' e 27°50' de latitude sul e no meridiano 48°25' de longitude oeste. Abrangendo duas porções de terra, uma continental e uma insular, o município possui uma área de 436,5Km². Seus limites geográficos são, ao leste, o Oceano Atlântico, ao oeste, o município de São José; ao norte e ao sul, respectivamente, as baías norte e sul (PMF, 2005).

Figura 9 – Localização do município de Florianópolis. FONTE: IBGE, 2005 b



A população de Florianópolis vem crescendo notavelmente desde a década de 1940. A atual marca de 386.913 habitantes é resultado de um aumento populacional de 827% ocorrido nas últimas seis décadas (IBGE, 2005 a; MACEDO, 1996). O crescimento da taxa de urbanização foi igualmente expressivo. Atualmente, 97,04% dos habitantes da capital residem em área urbana (IBGE, 2005 a).

Florianópolis tem sua economia alicerçada no setor terciário. No ano de 2000, a prestação de serviços contribuiu com 66,12% e o comércio, com 27,53% do PIB municipal (SEDUMA; SINE apud PMF, 2005).

O município de Florianópolis possui doze Distritos Administrativos: Barra da Lagoa, Cachoeira do Bom Jesus, Campeche, Canasvieiras, Ingleses do Rio Vermelho, Lagoa da Conceição, Pântano do Sul, Ratoles, Ribeirão da Ilha, Santo Antônio de Lisboa, São João do Rio Vermelho e Sede. Cada Distrito possui uma Intendência responsável por sua administração. Essas intendenções são vinculadas ao Gabinete da Prefeitura Municipal.

Ao longo de sua extensão, Florianópolis possui 25 unidades de conservação ambiental, as quais perfazem 42% de seu território. Essas áreas contribuem para a preservação de mangues, dunas, praias, ilhas, lagoas, florestas e outros recursos e paisagens naturais encontrados no município. O controle ambiental, como será visto adiante, é realizado por diferentes órgãos públicos, dentre eles o Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF), a Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos (SUSP), a Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM) e a Fundação do Meio Ambiente (FATMA).

5.1.1 Gestão e manejo dos resíduos sólidos gerados no município de Florianópolis

O acelerado crescimento populacional de Florianópolis vem trazendo sérios desafios para o setor de saneamento, incluindo o manejo e a destinação dos resíduos sólidos. Os 386.913 habitantes do município produzem cerca de 350 toneladas de lixo diariamente, valor

que chega a 500 toneladas durante os meses de maior fluxo turístico. A destinação desses resíduos representa um problema antigo (COMCAP, 2005).

Até 1877, os próprios moradores encarregavam-se da destinação de seus resíduos, os quais eram lançados em sarjetas, terrenos baldios e praias. A partir daquele ano, teve início um serviço de coleta executado com carroças puxadas por burros, que realizavam o despejo dos resíduos na Baía Norte, parte setentrional da porção oeste da ilha. O acúmulo de lixo no local levou à construção, entre 1910 e 1914, do “forno do lixo”, que funcionou durante quase 50 anos. Com o crescimento da população, o lixo passou a ser transportado para o “Aterro do Itacorubi”, uma área de 12 hectares coberta por mangue. Lá, os resíduos eram dispostos de maneira inadequada (sem impermeabilização do solo, drenagem do chorume, captação do gás ou compactação das camadas cobertas), o que acarretou sérios problemas de saúde pública e levou à degradação do mangue. Em 1978, foi proposto um “Plano Diretor de Limpeza Pública do Aglomerado Urbano de Florianópolis”, que previa uma solução conjunta para os resíduos gerados nos municípios de Florianópolis, Biguaçu, São José e Palhoça (OROFINO *apud* VIDAL e MEURER, 1996).

Atualmente, a coleta, o transporte e o tratamento dos resíduos sólidos produzidos em Florianópolis são realizados pela Companhia de Melhoramentos da Capital (COMCAP), uma empresa de economia mista que presta serviços mediante contrato com a Prefeitura Municipal de Florianópolis, sua acionista majoritária. A COMCAP dispõe de três modalidades de coleta: a convencional, a seletiva e a coleta de lixo pesado (COMCAP, 2005).

A coleta de lixo convencional (resíduos sólidos não-volumosos e não-recicláveis) é realizada em todas as localidades do município, seguindo um roteiro pré-estabelecido. Na maioria dos locais, o lixo é recolhido três vezes por semana, sendo que em algumas regiões comerciais, ruas gerais e bairros específicos, esse número chega a seis vezes por semana.

Os resíduos recolhidos pelo sistema de coleta convencional são encaminhados para o Centro de Transferência de Resíduos Sólidos (CTReS), que ocupa o local do antigo “Aterro do Itacorubi”. O CTReS conta com um moderno sistema de manejo limpo dos resíduos sólidos. De lá, os resíduos são encaminhados para um aterro sanitário privado, de propriedade da empresa Formaco Construções e Comércio Ltda, no município de Biguaçu (COMCAP, 2005). Com 186.981,82m², esse aterro recebe resíduos domiciliares, hospitalares e inertes provenientes de seis cidades: Florianópolis, Biguaçu, Governador Celso Ramos, Tijucas, Bombinhas e Porto Belo. O aterro da Formaco possui licenciamento ambiental concedido pela FATMA (XAVIER, 2001).

O outro sistema de coleta efetuado pela COMCAP, a “coleta seletiva” (recolhimento de resíduos recicláveis) é realizado de uma a duas vezes por semana em todos os bairros da capital. O lixo recolhido por esse sistema é encaminhado para o CTReS. Lá, o material é separado através de esteiras rolantes. A classificação é realizada conforme o tipo do material: papel, plástico, metal, vidro, etc. Depois de separado, o material é prensado, armazenado e vendido ou transferido para comerciantes.

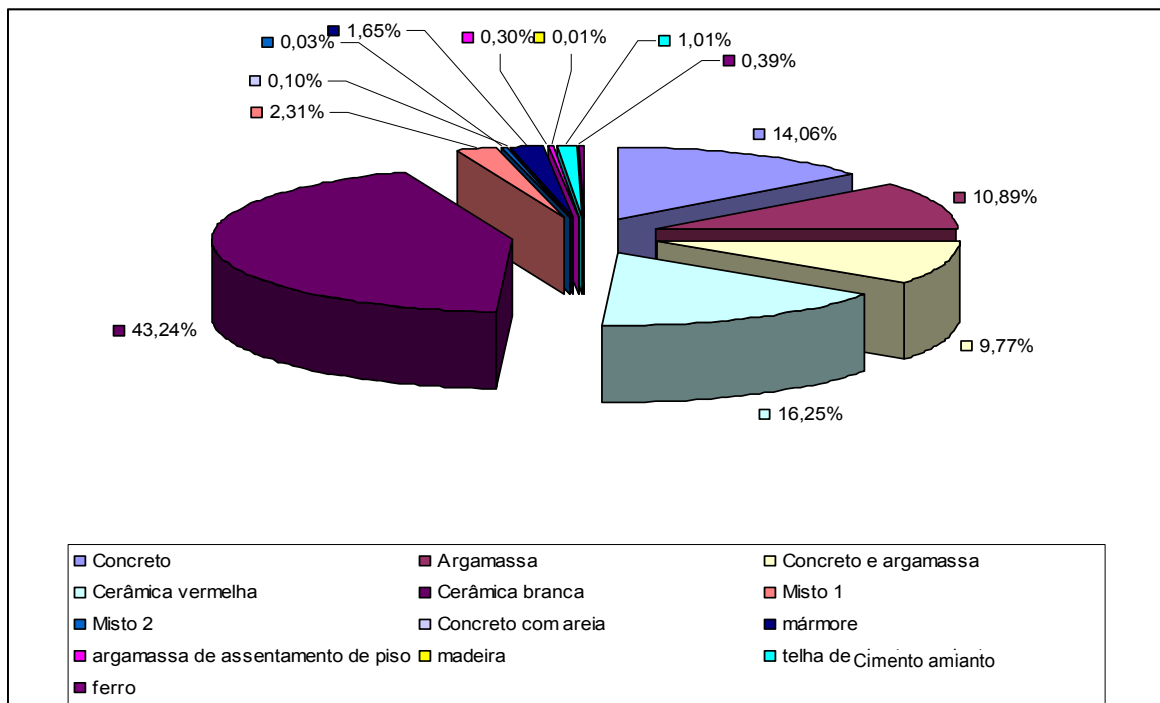
O terceiro tipo de coleta, a coleta de lixo pesado, consiste no recolhimento de materiais volumosos como móveis, equipamentos, pedaços de madeira, restos de cerâmica, pneus e outros (não incluem RCC). Essa coleta ocorre semanalmente, seguindo uma escala indicativa do conjunto de bairros a ser atendidos. No ano de 2003 foram recolhidas 694 toneladas de resíduos através da coleta de lixo pesado (COMCAP, 2005). Após recolhidos, os materiais volumosos são levados para o CTReS, onde são classificados de acordo com a possibilidade de sua reciclagem. Os itens que não podem ser reciclados são encaminhados para um aterro de inertes localizado no bairro Saco Grande. Esse aterro é gerenciado pela COMCAP, possui uma área de 48.000m² e capacidade para receber até 279.000m³ de material. Além de resíduos volumosos, o aterro também recebe restos de poda de vegetação e varrição de ruas.

5.1.2 Classificação, gestão e manejo dos RCC produzidos no município de Florianópolis

Em um estudo intitulado “Subsídios para tomada de decisão visando à melhoria do gerenciamento do resíduo urbano em Florianópolis/SC: enfoque no resíduo da construção civil”, Luciana Lopes Xavier (XAVIER, 2001) estimou que são geradas, no município de Florianópolis, 795,18 toneladas de RCC por dia.

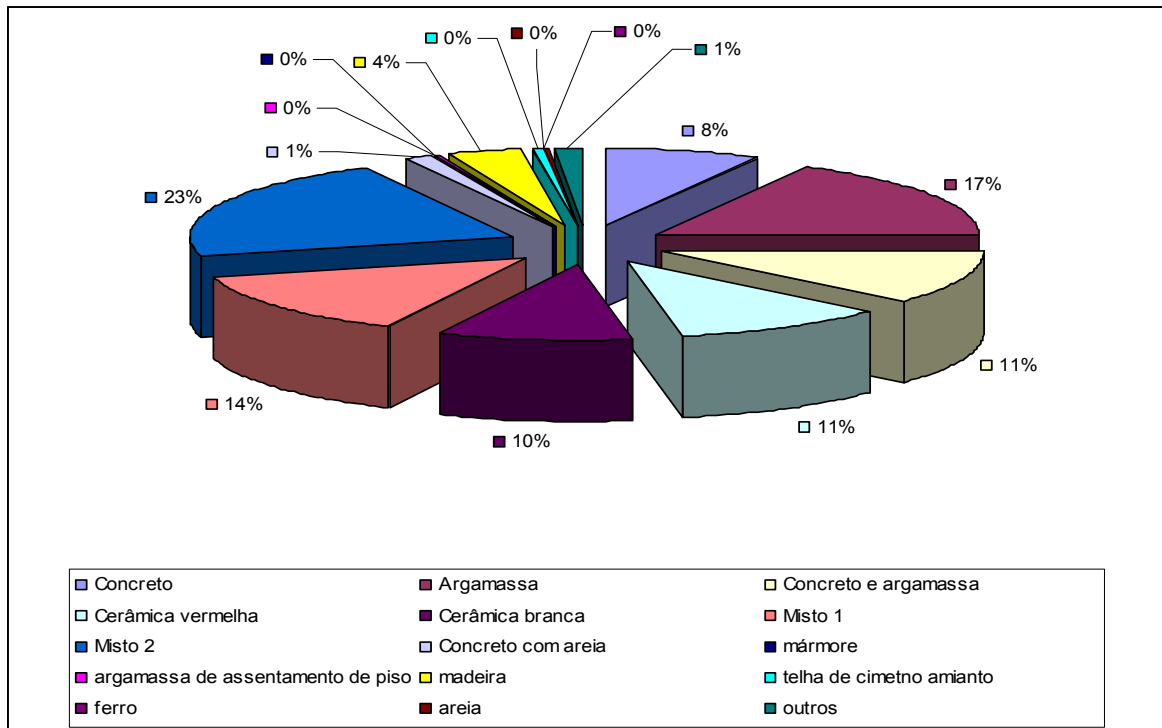
A maior porção desses resíduos é constituída por materiais com características cimentícias (concreto e argamassa). Outra parcela significativa dos RCC produzidos no município consiste numa mistura de fragmentos de diferentes materiais, os quais não podem ser separados manualmente (Misto 2). A composição dos resíduos gerados em Florianópolis, tanto em peso quanto em volume, pode ser verificada nos gráficos a seguir.

Gráfico 2 – Classificação dos RCC gerados em Florianópolis – com base no peso dos resíduos (em Kg)



FONTE: XAVIER, 2001, p. 129

Gráfico 3 – Classificação dos RCC gerados em Florianópolis – com base no volume dos resíduos (em L)



FONTE: XAVIER, 2001, p. 129.

Os RCC gerados em Florianópolis recebem diferentes destinos: parte é encaminhada para aterros licenciados, parte é disposta em terrenos particulares ou aterros não-licenciados e parte é lançada clandestinamente em terrenos baldios, às margens de córregos e estradas ou outros locais impróprios.

Conforme exposto por Xavier (2001), a maioria dos geradores de RCC atuantes no município opta pela contratação de empresas particulares de coleta para remover seus resíduos. Valendo-se de caminhões com poliguindaste e caçamba estacionária, as 17 empresas que operam em Florianópolis recolhem cerca de 17.745m³ de RCC por mês. Destes, uma parcela é encaminhada para aterros de resíduos (licenciados ou não), outra é utilizada no aterramento de terrenos particulares (sendo alguns de propriedade das empresas coletoras) e outra é disposta irregularmente em lugares inadequados.

Em seu estudo, Xavier (2001) apontou três aterros de resíduos não-licenciados, sendo dois localizados no município vizinho de São José (localidades de Potecas e Forquilhas) e o terceiro situado em Palhoça. Os aterros de Forquilhas e de Palhoça são de propriedade particular e cobram uma taxa para a disposição dos resíduos.

Ainda segundo Xavier (2001), a maioria das empresas de coleta que atuam em Florianópolis possui caráter informal. A capacidade dos equipamentos e o volume de RCC recolhido mensalmente por essas empresas podem ser verificados a seguir.

Tabela 12 – Capacidade dos equipamentos e volume de RCC recolhido pelas empresas privadas de coleta

<i>Empresa</i>	<i>Número de caminhões</i>	<i>Número de caçambas</i>	<i>Média de caçambas locadas (dia)</i>	<i>Média de caçambas locadas (mês)</i>	<i>Média de RCC coletado (m³ / mês)</i>
Empresa 01	1	10	5	130	585
Empresa 02	4	67	20	520	2.340
Empresa 03	2	8	8	208	936
Empresa 04	2	50	15	390	1.755
Empresa 05	3	70	17	442	1.989
Empresa 06	2	52	15	390	1.755
Empresa 07	1	20	8	208	936
Empresa 08	1	10	5	130	585
Empresa 09	2	8	5	130	585
Empresa 10	3	40	12	312	1.404
Empresa 11	1	30	10	260	1.365
Empresa 12	1	18	7	182	819
Empresa 13	1	10	2	52	234
Empresa 14	1	10	2	52	234
Empresa 15	1	6	1	26	117
Empresa 16	2	20	12	312	1.404
Empresa 17	1	40	6	156	702
<i>TOTAL</i>	<i>31</i>	<i>489</i>	<i>150</i>	<i>3.900</i>	<i>17.745</i>

Fonte: XAVIER, 2001, p. 121 – 122.

Conforme demonstra a Tabela 13, a maior parte das coletas de RCC efetuadas por empresas particulares ocorre no Distrito Sede.

Tabela 13 – Percentual de RCC recolhido por empresas de coleta particular nos Distritos Administrativos de Florianópolis

<i>Distrito</i>	<i>Percentual de RCC recolhido</i>
Sede	84,51
Lagoa da Conceição	8,21
Ribeirão da Ilha	1,90
Canasvieiras	1,67
Santo Antônio de Lisboa	1,44
Campeche	0,80
Ingleses do Rio Vermelho	0,48
São João do Rio Vermelho	0,30
Pântano do Sul	0,23
Barra da Lagoa	0,23
Cachoeira do Bom Jesus	0,19
Ratones	0,04
<i>TOTAL</i>	<i>100</i>

Fonte: XAVIER, 2001, p. 126.

Um grave problema identificado pelo estudo de Xavier (2001) foram os pontos de disposição irregular de RCC. A autora localizou 94 focos de descarte clandestino em Florianópolis, sendo 27 com até 10m³ de resíduos, 47 contendo entre 11 e 50m³ e 9 contendo mais de 100 m³ de entulhos da construção civil.

Embora os locais onde ocorrem os lançamentos irregulares não sejam fixos, a verificação da tabela abaixo possibilita uma compreensão aproximada da distribuição dos pontos de disposição clandestina nos Distritos Administrativos de Florianópolis.

Tabela 14 – Quantidade de focos de disposição irregular de RCC nos Distritos Administrativos de Florianópolis (em%)

<i>Distrito</i>	<i>Quantidade de focos de disposição irregular (%)</i>
Sede	33
Ribeirão da Ilha	13,83
Ingleses do Rio Vermelho	11,70
Lagoa da Conceição	11,70
Canasvieiras	8,51
Cachoeira do Bom Jesus	6,38
Campeche	5,32
Pântano do Sul	4,25
Barra da Lagoa	2,12
Santo Antônio de Lisboa	1,06
São João do Rio Vermelho	1,06
Ratones	1,06

Fonte: XAVIER, 2001, p.140

Segundo a autora, as disposições irregulares de RCC verificadas no município são reflexo da falta de centros de captação desses resíduos, além da não-existência de legislação específica e fiscalização assídua (XAVIER, 2001).

Com base no estudo de Xavier (2001), verificou-se que o sistema de manejo e gestão dos resíduos sólidos gerados em Florianópolis é ineficaz no que se refere ao cumprimento da Resolução número 307 do CONAMA. A coleta e a destinação final dos RCC produzidos no município, deixadas a encargo de empresas privadas, não possuem regulamentação específica e freqüentemente ocorrem de maneira inadequada. O descarte clandestino dos RCC em locais impróprios, prática corrente em Florianópolis, gera danos no meio-ambiente, afeta a qualidade de vida da população e traz gastos para a Prefeitura Municipal.

A situação do manejo e da gestão dos RCC em Florianópolis poderia ser consideravelmente melhorada caso o município adotasse as medidas necessárias para cumprir as determinações da Resolução número 307 do CONAMA. No que tange especificamente à reciclagem dos RCC, essas medidas encontram, em Florianópolis, um contexto até certo ponto favorável à sua implementação.

Embora o município não disponha de um sistema estruturado de captação de RCC nem tampouco de instrumentos reguladores e fiscalizadores específicos (que são importantes na garantia da sustentabilidade de projetos de processamento de resíduos), Florianópolis apresenta uma série de outras características que podem influenciar positivamente o resultado de um programa de reciclagem de RCC.

Numa pesquisa sobre fatores regionais que interferem no sucesso da implantação de tais programas, Costa et al. (2004) constataram que o município de Florianópolis está entre aqueles que possuem as condições mais propícias à instalação de projetos de reciclagem na área da construção civil. Dentre os fatores considerados na pesquisa destacam-se a existência de coleta seletiva (recolhimento de lixo reciclável), o nível de vida da população, o grau de

instrução dos funcionários públicos e outros. Além disso, a forte concentração dos focos de geração de RCC em um único Distrito Administrativo e o fato de que 64,21% dos RCC gerados em Florianópolis é passível de processamento para a obtenção de agregados (XAVIER, 2001), também contribuem para que Florianópolis seja considerado um local com elevado potencial para a operação de programas bem-sucedidos de reciclagem de RCC.

5.1.3 Órgãos públicos estaduais e municipais relacionados ao meio-ambiente e à construção civil em Florianópolis

5.1.3.1 Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos (SUSP)

A SUSP é responsável pelo cumprimento das normas urbanísticas, pela preservação da paisagem natural e pela realização de outras atividades voltadas à garantia da qualidade de vida do ambiente urbano. Para realizar suas incumbências, a secretaria executa a fiscalização, a supervisão e o licenciamento de atividades relacionadas ao uso do solo urbano, além de prestar determinados serviços de caráter público.

No que diz respeito aos RCC, a SUSP é encarregada da fiscalização de obras, incluindo a verificação das caçambas utilizadas na retirada dos resíduos (XAVIER, 2001).

5.1.3.2 Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM)

A FLORAM promove a preservação ambiental do município de Florianópolis através da realização das seguintes atividades: jardinagem; arborização; concessão de autorização para a realização de determinadas atividades; implantação, gestão e fiscalização de áreas de preservação ambiental; fiscalização de atividades potencialmente nocivas ao meio ambiente; expedição de autos de infração e outras. No caso de construções irregulares e disposições clandestinas de RCC, a fundação pode autuar os indivíduos envolvidos e, no caso das construções, determinar a demolição da estrutura (FLORAM, 2005).

5.1.3.3 Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF)

O IPUF tem como finalidade planejar a ocupação e executar serviços que garantam a qualidade do ambiente urbano em curto, médio e longo prazos. Através do planejamento, o IPUF promove a ocupação ordenada do solo e o desenvolvimento urbano de maneira contínua e integrada com outros municípios. Além do planejamento, o IPUF realiza o controle e avaliação do uso do solo, elabora pesquisas, realiza projetos arquitetônicos e executa obras em espaços públicos (IPUF, 2005).

5.1.3.4 Fundação do Meio Ambiente (FATMA)

Vinculada à Secretaria Estadual do Meio Ambiente, a FATMA tem a função de zelar pela preservação ambiental no Estado de Santa Catarina. Isso é realizado através da execução, do controle e da avaliação de atividades de preservação ambiental e da fiscalização e emissão de licença para a realização de atividades que possam exercer impacto ambiental.

Dessa maneira, a FATMA é encarregada da liberação de áreas para a disposição final de resíduos sólidos urbanos (dentre eles, os RCC) em aterros sanitários. A secretaria também fiscaliza denúncias de danos ambientais, como a disposição irregular de RCC, por exemplo (FATMA, 2005).

5.2 Delineamento da usina de reciclagem para o município de Florianópolis

Com base no estudo dos modelos de manejo e gestão de RCC de Belo Horizonte e dos Estados Unidos, nas orientações do manual da CEF e nas disposições da Resolução número 307 do CONAMA, traçaram-se as características consideradas na análise de viabilidade econômico-financeira da usina de reciclagem de Florianópolis.

Em atenção às recomendações contidas no manual da CEF, projetou-se a usina de Florianópolis como um empreendimento de caráter privado. Assumiu-se que o projeto será

financiado pela CEF por meio de um programa destinado a fornecer recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) a projetos vinculados ao manejo dos RCC.

A seguir, serão apresentadas as principais características e aspectos considerados na análise de viabilidade econômico-financeira da usina de reciclagem.

5.2.1 Mercado e capacidade da usina de reciclagem

Como foi verificado no estudo do Programa de Gestão dos Resíduos Sólidos de Belo Horizonte, as duas usinas de reciclagem que operam naquele município realizam o processamento de aproximadamente 32% do total de RCC captado pelos equipamentos municipais de limpeza urbana (URPVs, Estações de Reciclagem de Entulho e Central de Tratamento de Resíduos Sólidos)¹¹.

Similarmente ao que foi verificado em Belo Horizonte, admitiu-se, no caso de Florianópolis, que a usina de reciclagem terá capacidade de processar 35% do total de RCC recolhido no município. Considerando-se o montante de RCC coletado igual ao montante produzido (795,18 toneladas diárias, segundo Xavier (2001)), conjeturou-se que a usina de Florianópolis processará 278 toneladas diárias (equivalente a 267,31 m³)¹² de RCC.

¹¹ Esse índice foi alcançado através dos seguintes cálculos: de acordo com Cunha Júnior (2005), a Superintendência de Limpeza Urbana arrecadou, em 2003, 1.352 toneladas diárias de RCC. Considerando-se o ano com 254 dias úteis, chega-se ao valor de 351.028,00 toneladas de RCC recolhido naquele ano. Conforme exposto pela SLU (2005), as duas usinas de reciclagem de Belo Horizonte receberam, em 2003, 116.881 toneladas de material. Excluindo-se 6% desse valor (índice de rejeitos verificado na usina de Estoril), chega-se a um total de 109.868,14 toneladas de material submetido a britagem no ano de 2003. Esse valor corresponde a 31,3% da massa total de RCC coletado pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte.

¹² Segundo Xavier (2001), a massa unitária dos RCC produzidos em Florianópolis é de 1,04 ton./m³

Tabela 15 – Comparativo da quantidade de RCC processado na usinas de Belo Horizonte e na usina delimitada para o município de Florianópolis

Itens	<i>Usina de Estoril</i>	<i>Usina de Pampulha</i>	<i>Total em Belo Horizonte</i>	<i>Projetado para Florianópolis</i>
Entulho recebido nas usinas em 2003 (ton / ano)	51.470,00	65.411,00	116.881,00	75.119,15
Contaminantes extraídos* (ton / ano)	3.088,20	3.924,66	7.012,86	4.507,15
Entulho encaminhado para o processo de britagem** (ton / ano)	48.381,80	61.486,34	109.868,14	70.612,00
Entulho encaminhado para o processo de britagem (tonelada / dia***)	190,48	242,07	432,55	278,00
Material expedido (ton/ano)	55.211	76.658	131.869	84.752,24

*6% do total recebido

**entulho recebido, descontados os contaminantes

***considerando-se 254 dias úteis em um ano

Fonte: dados de Estoril e Pampulha extraídos de SLU, 2005 b.

O programa de produção, que define os níveis de produtividade do empreendimento em períodos específicos (UNIDO, 1987), considerou que a usina de reciclagem apenas atingirá seu potencial total no quarto ano de funcionamento. Nos três primeiros anos, considerou-se que a produção será de, respectivamente, 70%, 80% e 90% da capacidade da empresa.

Tabela 16 – Programa de produção da usina de reciclagem dos RCC produzidos em Florianópolis

<i>Item</i>	<i>Ano 1</i>	<i>Ano 2</i>	<i>Ano 3</i>	<i>Anos seguintes</i>
Capacidade	70%	80%	90%	100%
Entulho encaminhado para o processo de britagem (ton / ano)	49.428,40	56.489,60	63.550,80	70.612,00
Material expedido (ton/ano)	59.326,57	67.801,79	76.277,02	84.752,24

Ao contrário do que ocorre nas estações de reciclagem de Belo Horizonte, não foi projetada a produção de artefatos na usina de Florianópolis. Como se verificou no estudo daquele município, pouco mais de 5% do material britado nas usinas de Belo Horizonte pode ser utilizado na manufatura de artefatos. Por esse motivo, segundo a Superintendência de Limpeza Urbana daquele município, a produção desses itens é menos lucrativa do que a de agregados, que é realizada em maior escala (SLU, 2005 b). Assim sendo, considerou-se que o

processo de reciclagem na usina de Florianópolis envolverá apenas a classificação e a trituração dos RCC para a produção de agregados.

Tomando-se por base os preços praticados pela usina de reciclagem Urbem, localizada em São Bernardo do Campo, São Paulo¹³, projetou-se o valor médio de comercialização dos agregados gerados na usina de Florianópolis em R\$12,00 por tonelada. Admitindo-se que o município disponha de legislação específica que incite o Poder Público Municipal a utilizar agregados reciclados em suas obras sempre que possível; e dada a inexistência de outras usinas de reciclagem de RCC na região da Grande Florianópolis, calculou-se que a produção da empresa será totalmente comercializada. Multiplicando-se o total produzido pelo valor médio de comercialização, avaliou-se que a receita bruta anual da empresa com a venda de agregados reciclados será de R\$1.017.026,88.

Em contato com funcionário da “Associação das Empresas de Entulho da Grande Florianópolis”, constatou-se que as empresas coletoras vinculadas a essa Associação possuem um aterro próprio para a disposição de resíduos, o qual está localizado no município de São José. As cargas coletadas, desde que sejam compostas por materiais aceitos no aterro, podem ser descarregadas indiscriminadamente no local, sem o pagamento de nenhuma taxa de disposição. O valor que essas empresas recolhem à Associação é de R\$70,00 mensais. Para atrair o envio de cargas de resíduos para a usina de reciclagem, este estudo não considerou a cobrança de taxas de disposição.

Com base no programa de produção e no valor estimado para a venda dos agregados, procedeu-se o cálculo da receita bruta obtida com a comercialização de agregados reciclados em cada ano de funcionamento da empresa, como pode ser verificado na Tabela 17.

¹³ Segundo Bet e D'Acâmpora (2005), naquela usina, a bica corrida, a brita graduada e a areia média são comercializadas por R\$12,00, R\$20,00 e R\$20,00, respectivamente.

Tabela 17 – Receita bruta anual projetada para a usina de reciclagem dos RCC produzidos em Florianópolis

<i>Item</i>	<i>Ano 1</i>	<i>Ano 2</i>	<i>Ano 3</i>	<i>Anos seguintes</i>
Capacidade	70%	80%	90%	100%
Receita bruta anual (R\$)	711.918,84	813.621,48	915.324,24	1.017.026,88

5.2.2 Localização

A escolha da área para a implantação da usina de reciclagem foi pautada principalmente pelos seguintes critérios (UNIDO, 1987; PINTO e GONZÁLES, 2005):

- Dimensões condizentes com a necessidade do empreendimento
- Proximidade dos locais onde ocorre a geração das maiores quantidades de RCC no município de Florianópolis
- Facilidades de transporte
- Existência de infra-estrutura necessária (sistema de remoção de esgoto, abastecimento de água e energia elétrica, etc.)
- Custo do terreno acessível
- Atenção às exigências dos órgãos ambientais e de planejamento urbano e às disposições da norma NBR 15114 da ABNT (resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação)

Conforme foi exposto anteriormente, considerou-se que a usina de reciclagem de Florianópolis realiza o processamento de 267,31m³ de RCC diariamente. Confrontando-se esse valor com as tabelas para a definição de área apresentadas no Manual da CEF (páginas 55 e 56 deste trabalho), entendeu-se que a área necessária para a triagem dos resíduos em Florianópolis (284,37m³ diários, conforme definido na Tabela 3) é de 2.300m² a 4.800m². O processamento dos resíduos (267,31m³ diários) demanda uma área de 7.500 a 9.000m². Assim, a área total necessária para a triagem e o processamento dos RCC recebidos na usina de

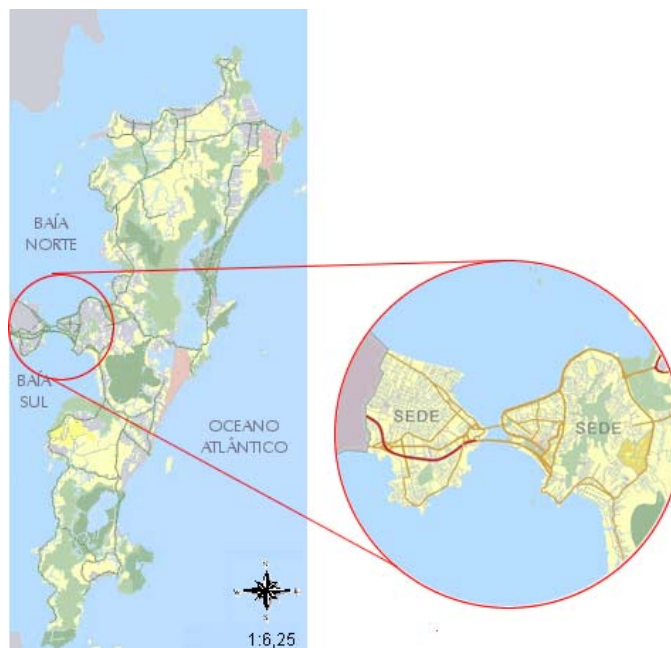
Florianópolis deve situar-se entre 9.800m² e 13.800m². Para efeito da análise de viabilidade econômico-financeira, foi adotado o valor intermediário de 11.800 m².

Para a instalação das demais estruturas, avaliou-se a necessidade de um espaço de 1.200m². Assim, a área total necessária para a instalação da usina de reciclagem de Florianópolis foi estimada em 13.000m². Esse espaço é condizente com o verificado na usina de Pampulha, em Belo Horizonte. Aquela estação, que processa cerca de 15% a menos do que foi conjecturado para a usina de Florianópolis, possui área de 12.000m².

Em Florianópolis, segundo Xavier (2001), 84,51% dos RCC recolhidos por empresas particulares de coleta e 33% dos focos de disposição clandestina estão localizados no Distrito Sede, que envolve bairros da parte continental (Balneário, Canto, Estreito, Capoeiras, Coloninha, Bom Abrigo, Abraão, Monte Cristo, Pró-Morar, Sapé, Vila São João e outras); e da área insular (Monte Verde, Saco Grande I e II, Itacorubi, Trindade, Santa Mônica, Córrego Grande, Pantanal, Saco dos Limões, Costeira do Pirajubaé, José Mendes, Prainha e Centro).

A Figura 10 oferece uma noção da localização do Distrito Sede no mapa de Florianópolis.

Figura 10 – Localização do Distrito “Sede” no mapa do município de Florianópolis

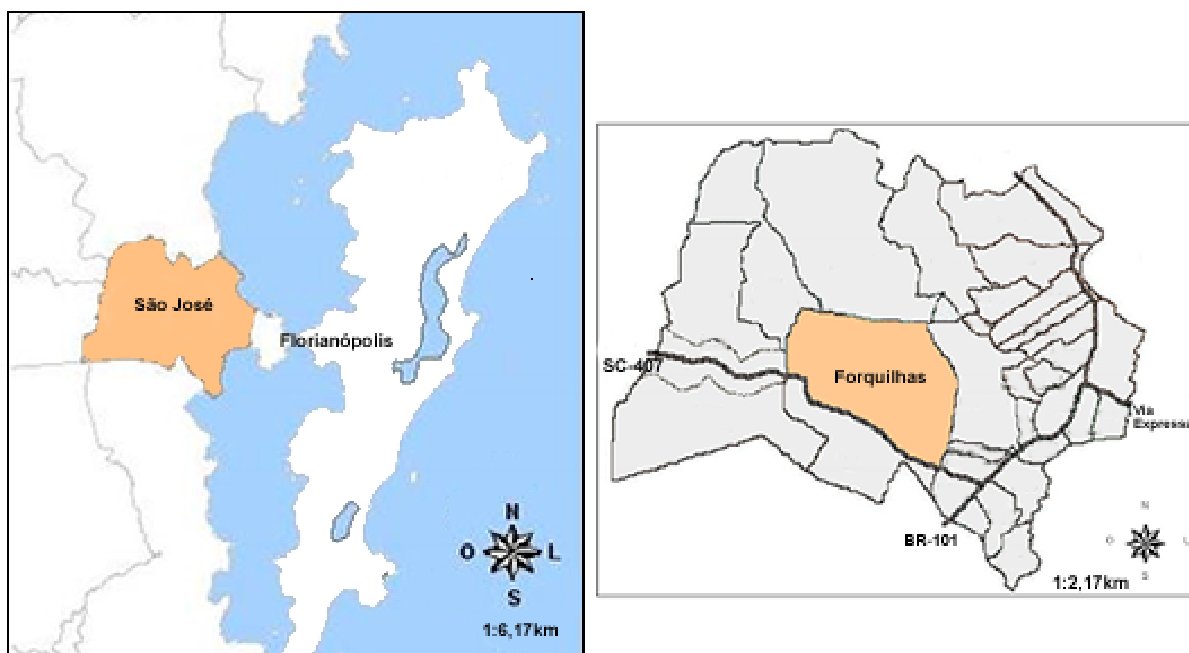


Dados os critérios para a definição da área apresentados no início deste Item 5.2.2, constatou-se a inexistência de um local apropriado para a instalação da usina de reciclagem no município de Florianópolis. Uma vez que o Distrito Sede se localiza na divisa com o município de São José, optou-se pela seleção de uma área naquele município.

Considerando-se especialmente as necessidades de transporte facilitado, distância de áreas residenciais e existência de infra-estrutura, elegeu-se o bairro Forquilhas para a projeção da usina. Nesse bairro, já se encontram instalados um aterro sanitário (XAVIER, 2001), uma usina de reciclagem de resíduos e a Saibrita Mineração e Construção, uma empresa que efetua, dentre outras atividades, a extração e a britagem de rochas.

A localização do bairro Forquilhas pode ser visualizada na Figura 11.

Figura 11 – À esquerda: Localização do município de São José; À direita: Localização do bairro Forquilhas no mapa de São José



Um terreno situado em área industrial na estrada geral de Forquilhas, distando 10 quilômetros da BR-101, pronto para a instalação de indústria, está sendo ofertado, pela empresa Brognoli Negócios Imobiliários por R\$28/m² (BROGNOLI NEGÓCIOS IMOBILIÁRIOS, 2005). Como a área necessária para a instalação da usina foi estimada em 13.000m³, calculou-se um gasto de R\$364 mil para a compra do terreno. Somando-se impostos e demais despesas, chegou-se ao valor de R\$373.244,64 a ser investido na aquisição da área, como demonstra a Tabela 18.

Tabela 18 – Valor total a ser investido na aquisição da área para a instalação da usina de reciclagem

<i>Item</i>	<i>Valor (R\$)</i>
Terreno	364.000,00
Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI)*	7.280,00
Registro do imóvel e lavratura da escritura pública**	1.964,46
Total	373.244,46

* 2% do valor do imóvel

** Essas taxas são condicionadas ao valor patrimonial do imóvel. O preço aqui apresentado é uma média para imóveis de R\$210.000,01 a R\$420.000,00, conforme estimado por uma empresa de contabilidade.

5.2.3 Obras de engenharia civil

Segundo exposto por Pinto e Gonzáles (2005) no manual da CEF, a estrutura física das centrais de reciclagem deve envolver:

- Locais de triagem
- Cercamento leve com arame liso ou alambrado
- Portões de acesso
- Guarita
- Edificação para a instalação de escritório, depósito, vestiário, copa etc.
- Dispositivos de drenagem superficial

- Baias de concreto para a disposição de resíduos triados
- Área para a disposição de RCC de classe D
- Entrada rebaixadora de energia
- Rede de distribuição de energia elétrica
- Reservatório elevado para água
- Rede de distribuição de água
- Sistema de esgotamento sanitário
- Sistema de proteção contra emissões de poluentes na atmosfera
- Sistema de prevenção e combate a incêndios
- Placa de identificação
- Elementos de paisagismo

O investimento necessário para o desenvolvimento de tais estruturas foi conjeturado a partir da multiplicação do Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB) verificado no mês de outubro de 2005 pela área projetada para a construção das estruturas, conforme demonstra a tabela a seguir.

Tabela 19 – Investimento total em obras de Engenharia Civil¹⁴

Item	Quant	Área (m ²)	Área total (m ²)	Valor unitário (R\$/m ²)	Valor total (R\$)
<i>Edificação do setor administrativo*</i>	1	63	63	710,97	44.791,11
<i>Edificações externas</i>					
Vestiário com banheiro*	2	6	12	710,97	8.531,64
Guarita**	1	6	6	355,49	2.132,91
Telheiro com baias***	1	150	150	123,61	18.541,50
Depósito****	1	12	12	370,83	4.449,96
Estrutura para conjunto britador (verba)					39.308,00
<i>Outras obras e instalações*****</i>					11.988,80
<i>Total</i>					129.743,92

* Valor unitário igual ao CUB comercial

** Valor unitário igual a metade do valor do CUB comercial

*** Terça parte do valor unitario do CUB de galpões industriais

**** Valor unitário igual ao CUB de galpões industriais

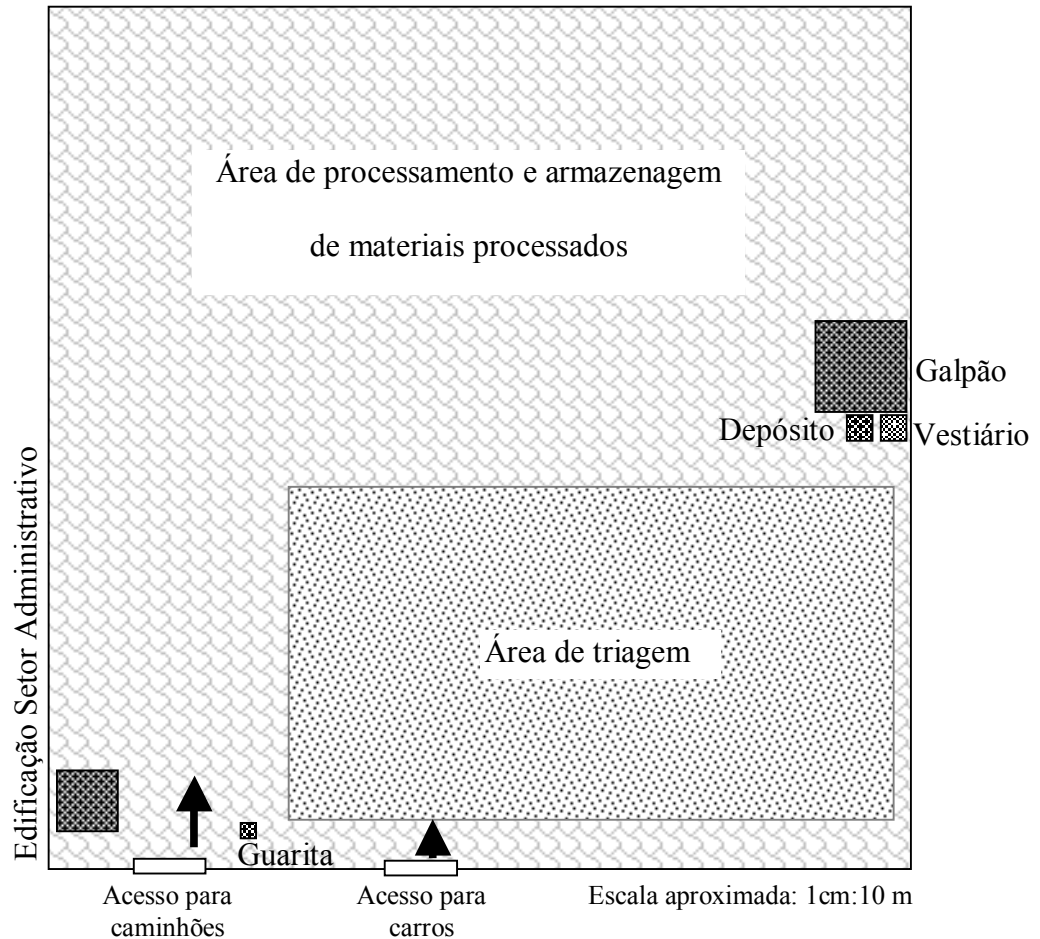
***** Calculado a partir da aplicação de 10% ao valor total despendido na execução das edificações externas e do setor administrativo

Assim sendo, o investimento total em obras de engenha civil necessárias para a instalação da usina de reciclagem será de R\$129.743,92.

A imagem seguinte apresenta um esboço do *lay-out* projetado para a usina de Florianópolis.

¹⁴ Valores estimados junto a uma empresa de construção civil de Florianópolis no mês de dezembro de 2005. O Custo Unitário Básico (CUB) foi obtido no *website* do Sistema Sinduscom da Grande Florianópolis (SINDUSCON, 2005).

Figura 12 – Esboço do *lay-out* projetado para a instalação da usina de reciclagem dos RCC produzidos em Florianópolis



5.2.4 Móveis, utensílios e equipamentos

Para Pinto e Gonzáles (2005), os equipamentos empregados em usinas de processamento de RCC são semelhantes aos utilizados por mineradoras. A transformação de entulhos da construção civil em agregados envolve basicamente a seleção, a trituração, o peneiramento e a classificação granulométrica desses resíduos. Essas operações são realizadas por uma máquina trituradora e equipamentos acessórios, que reunidos são conhecidos como “conjunto de britagem”.

Para avaliar as características dos equipamentos necessários e o valor associado à sua obtenção pela usina de Florianópolis, contatou-se uma das sucursais da empresa Metso Brasil Indústria e Comércio Ltda, localizada em Sorocaba, no estado de São Paulo. A Metso é uma fornecedora mundial de maquinário e sistemas de processamento de rochas e minerais. No Brasil, a empresa dispõe de uma fábrica de equipamentos e uma fundição, ambas localizadas no estado de São Paulo.

Questionada sobre as máquinas mais recomendadas para o processamento de 25 toneladas de RCC por hora em uma usina de reciclagem, a empresa apontou os equipamentos e valores descritos na Tabela 20.

Tabela 20 – Características e preço do conjunto de britagem a ser utilizado na usina de reciclagem de Florianópolis

<i>Item</i>	<i>Descrição</i>	<i>Preço Total (R\$)</i>
Alimentador vibratório	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo: MV-35080 ▪ Potência: 2X5HP ▪ Alimentador completo, incluindo base, mesa vibrante com mecanismo vibratório, bica coletora de finos, molas de apoio, base de acionamento (com eixo cardan, polias, correias “V” e proteção de correias) e revestimento da mesa em SAE-1045 ▪ Tremonha ▪ Motores elétricos, IP-55, isol. B, 380/440V, 60Hz, cupla plaridade IV / VI pólos ▪ Mesa vibrante: uma seção de grelha ▪ Três jogos do Manual de Instruções e de Peças com desenho de instalação 	93.300,00
Britador de mandíbulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo: 6240E ▪ Potência: 40HP ▪ Britador básico completo, incluindo mandíbulas, cunhas laterais, abanadeira de comprimento adequado ▪ Motor elétrico IP-55, 380/440V, 60HZ, VI pólos ▪ Polia para o motor ▪ Trilho para o motor ▪ Correias “V” ▪ Três jogos do Manual de Instruções e de Peças com desenho de instalação 	253.400,00
Peneira vibratória MNS (utiliza malhas de ¼ a 4”)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo: MNS-30012/3A ▪ Quantidade de decks: 3 ▪ Potência: 12,5HP ▪ Peneira básica completa, incluindo chapas laterais, caixa de alimentação, quadros, mecanismo vibratório, apoios fixos com molas de acionamento ▪ Motor elétrico IV pólos, cat. H, IP-55, isol. B, 380/440V ▪ Base de apoio para peneira ▪ Três jogos do Manual de Instruções e de Peças com desenho de 	60.600,00

<i>Item</i>	<i>Descrição</i>	<i>Preço Total (R\$)</i>
	instalação	
Telas standard	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conjunto de telas em aço carbono para peneira vibratória 	3.700,00
Transportadores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 transportador semi-móvel de 24"x7m (5HP); motorizado, com apoios e bica de descarga 	43.300,00
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 transportador semi-móvel de 24"x19m (5HP); motorizado, com rodeio sem motorização, separador eletromagnético e limpeza manual; suporte para passadiço de apoios. 	141.400,00
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 transportadores semi-móveis de 16"x15m (4HP); motorizados, com suporte para passadiço e apoios. 	31.600,00
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 Transportador semi-móvel de 16"x10m (4HP); motorizado, com suporte para passadiço e apoios 	45.500,00
Sistema de abatimento de pó	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de supressão de pó com surfactante diluído em água, utilizando bomba centrífuga e bicos aspersores simples ▪ Componentes: estação de bombeamento e dosagem, painel elétrico, sistemas de filtragem, bicos de atomização hidráulica, acessórios para bicos 	115.000,00
<i>Total</i>		<i>787.800,00</i>

Fonte: METSO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, 2005

O valor do conjunto de britagem fornecido pela Metso inclui consultoria técnica para supervisão e montagem dos equipamentos. As máquinas são garantidas contra defeitos na fabricação ou em materiais componentes durante um período de 12 meses a partir do início de sua operação ou 18 meses desde a data em que o comprador é notificado da liberação dos equipamentos para embarque. O projeto básico do conjunto de britagem proposto pela Metso pode ser visualizado no Anexo 1.

Além do conjunto de britagem, Pinto e Gonzáles (2005) destacam a necessidade de uma pá carregadeira articulada para o transporte de materiais no interior da usina de reciclagem. A largura da pá deve ser cerca de 25% inferior à da abertura do alimentador do aparelho de britagem (que no caso do equipamento considerado neste estudo é de 2,5m). Em pesquisa mercadológica realizada no mês de novembro de 2005, identificou-se que o preço desse equipamento é de, em média, R\$200.000,00.

Os demais equipamentos e móveis necessários para a operação da usina de reciclagem, juntamente com seus respectivos preços e quantidades, foram estimados conforme demonstra a Tabela 21.

Tabela 21 – Preço e quantidade dos móveis, utensílios e demais equipamentos a ser utilizados na usina de reciclagem de Florianópolis.

<i>Item</i>	<i>Quantidade necessária</i>	<i>Custo unitário (R\$)</i>	<i>Custo total (R\$)</i>
<i>Ferramentas de pequeno porte</i>	<i>conjunto</i>	<i>190,70</i>	<i>190,70</i>
<i>Equipamentos de proteção individual</i>			
Capacetes	7	6,90	48,30
Luvas de raspa de couro	8	3,68	29,44
Botas de borracha	8	25,50	204
Uniforme	8	26,65	213,20
Protetor auricular	10	14,90	149
<i>Equipamentos para escritório</i>			
Computador	2	1.399,00	2.798,00
Impressora	1	289,00	289,00
Telefone	3	31,90	95,70
<i>Móveis de escritório</i>			
Mesa	3	160,00	480,00
Cadeira	5	90,00	450,00
Mesa para impressora	1	90,00	90,00
Armário	3	196,00	588,00
<i>Equipamentos para cozinha</i>			
Forno de microondas	1	369,00	369,00
Geladeira	1	899,00	899,00
Fogão	1	379,00	379,00
Filtro	1	79,00	79,00
<i>Móveis para cozinha</i>			
Mesa plástica	4	24,90	99,60
Poltrona plástica	16	13,90	222,40
Armário	1	229,00	229,00
<i>Utensílios de cozinha</i>	<i>conjunto</i>	<i>130,00</i>	<i>130,00</i>
<i>Equipamentos de limpeza</i>			
Aspirador de pó	1	199,00	199,00
Utensílios de limpeza	conjunto	70,00	70,00
<i>Total</i>			<i>8.301,34</i>

O preço dos itens apresentados na tabela 21 foi definido conforme pesquisa mercadológica realizada nas lojas Colombo, Cassol Centerlar e no Superatacado Makro durante os meses de outubro e novembro de 2005.

O total do investimento em móveis e equipamentos pode ser verificado na tabela a seguir.

Tabela 22 – Investimento projetado para a aquisição de móveis, utensílios e equipamentos para a usina de reciclagem de Florianópolis

<i>Item</i>	<i>Valor (R\$)</i>
Equipamento britador	787.800,00
Pá carregadeira	200.000,00
Móveis, utensílios e demais equipamentos	8.301,34
Total	996.101,34

5.2.5 Recursos humanos

Segundo orientação da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, o funcionamento das usinas de reciclagem requer um mínimo de onze funcionários: um responsável, um encarregado da inspeção das cargas recebidas, cinco encarregados da triagem de resíduos, um operador de equipamento de britagem, um operador de eletroímã, um auxiliar de manutenção e um operador de pá carregadeira (SLU, 2005 b, conforme apresentado nas páginas 67 e 68 deste trabalho).

Além desses funcionários, considerou-se a necessidade de um faxineiro, um recepcionista e um gerente administrativo (responsável por atividades financeiras, mercadológicas, de compras e estoques, de recursos humanos e outras).

A Tabela 23 apresenta os cargos, o número de funcionários e a remuneração mensal dos colaboradores considerados no delineamento da usina de reciclagem de Florianópolis.

Tabela 23 – Cargos, salários e situação contratual dos funcionários

Cargo	Número de colaboradores	Remuneração mensal (R\$)¹⁵
Gerente administrativo	1	2.602,72
Recepcionista	1	486,54
Responsável técnico	1	1.818,36
Auxiliar de produção	5	511,11
Conferente de recebimento	1	594,65
Operador de máquinas de produção	2	522,90
Auxiliar de manutenção	1	602,52
Motorista	1	585,81
Faxineiro	1	315,71

Considerando-se os salários brutos, o número de funcionários e os benefícios previstos na legislação brasileira, pôde-se realizar a estimativa dos custos anuais com pessoal, conforme demonstra a Tabela 24.

¹⁵ Para determinar o valor dos salários, utilizou-se uma pesquisa realizada pelo Instituto Datafolha, que identificou os salários mínimo, máximo e intermediário atribuídos a diferentes cargos no Estado de São Paulo em setembro de 2005 (DATAFOLHA INSTITUTO DE PESQUISAS, 2005). A seguir, apropriaram-se esses valores para o Estado de Santa Catarina. Esse cálculo foi realizado com base na diferença salarial constatada entre os dois Estados numa pesquisa do IBGE (IBGE, 2005 c). Baseado nessa pesquisa, verificou-se que os salários pagos em indústrias catarinenses é aproximadamente 1,71% inferior aos pagos em São Paulo.

Tabela 24 – Estimativa das despesas anuais com pessoal

Função	Num. Func.	Remuneração anual (R\$)	Benefícios (R\$) / ano				Total por func. (R\$)	Total (R\$)
			13º salário	Férias*	FGTS**	Contr. social***		
Gerente administrativo	1	31.232,64	2.602,72	867,57	2.498,61	3.435,59	40.637,13	40.637,13
Recepcionista	1	5.838,48	486,54	162,18	467,08	446,64	7.400,92	7.400,92
Responsável técnico	1	21.820,32	1.818,36	606,12	1.745,63	2.400,24	28.390,66	28.390,66
Auxiliar de produção	5	6.133,32	511,11	170,37	490,67	469,20	7.774,66	38.873,30
Conferente de recebimento	1	7.135,80	594,65	198,22	570,86	545,89	9.045,42	9.045,42
Operador de máquinas de produção	2	6.274,80	522,90	174,30	501,98	480,02	7.954,01	15.908,02
Auxiliar de manutenção	1	7.230,24	602,52	200,84	578,42	553,11	9.165,13	9.165,13
Motorista	1	7.029,72	585,81	195,27	562,38	537,77	8.910,95	8.910,95
Faxineiro	1	3.788,52	315,71	105,24	303,08	289,82	4.802,37	4.802,37
<i>Total</i>								<i>163.133,90</i>

* 1/3 do salário mensal

** 8% do salário anual

*** 7,65% do salário anual para remunerações mensais de até R\$800,45 e 11% para remunerações mensais de R\$1.334,08 até R\$2.688,15

5.2.6 Despesas fixas e variáveis

As despesas relacionadas com o funcionamento da usina de reciclagem de Florianópolis foram projetadas com base nos valores gastos na operação da estação de reciclagem de Pampulha no ano de 2003 (Tabela 11 da página 86 deste trabalho). Os itens considerados nesta análise, seguidos de seus respectivos valores, estão apontados na Tabela 25.

Tabela 25 – Despesas anuais da usina de Pampulha – Belo Horizonte consideradas na estimativa das despesas da usina de Florianópolis (ano-base: 2003)

<i>Itens</i>	<i>Valores anuais (R\$)</i>
Material de consumo	75.759,60
Fornecimento de água	20.171,64
Fornecimento de energia elétrica	16.472,07
Telefone	1.804,83
Serviços de Vigilância	68.256,00
Outras despesas	56.219,25
<i>Total</i>	

A apropriação do valor total mensal da Tabela 25 à usina de Florianópolis foi realizada através de um acréscimo de 15% às despesas variáveis (neste caso, material de consumo, telefone e fornecimento de água e energia elétrica), uma vez que a produção projetada para a usina de Florianópolis é 15% superior à verificada no ano de 2003 em Pampulha. Aplicando-se essa porcentagem aos gastos incorridos na aquisição de materiais, no uso de telefone e no consumo de água e energia, esses valores saltaram para, respectivamente, R\$87.123,54, R\$2.075,55; R\$23.197,39 e R\$18.942,88 por ano. O novo total anual, considerada a adequação dos gastos da estação de Pampulha à usina de Florianópolis, foi calculado em R\$255.814,61.

Corrigindo-se esse valor pela variação do IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna) no período de dezembro de 2003 a outubro de 2005, obteve-se um total anual de R\$290.957,85 em despesas fixas e variáveis conjeturadas para a usina de Florianópolis. Os procedimentos utilizados no cálculo das despesas anuais da usina de reciclagem dos RCC produzidos em Florianópolis podem ser verificados na tabela seguinte.

Tabela 26 – Despesas anuais projetadas para a usina de reciclagem dos resíduos produzidos em Florianópolis (considerando-se a utilização de 100% da capacidade da usina de reciclagem)

Itens	<i>Despesas anuais da usina de Pampulha (R\$)</i>	<i>Despesas variáveis adaptadas a Florianópolis (R\$)</i>	<i>Despesas corrigidas pela inflação (R\$)</i>
<i>Despesas variáveis</i>			
Material de consumo	75.759,60	87.123,54	99.092,38
Fornecimento de água	20.171,64	23.197,39	26.384,20
Fornecimento de energia elétrica	16.472,07	18.942,88	21.545,21
Telefone	1.804,83	2.075,55	2.360,68
<i>Total</i>	114.208,14	131.339,36	149.382,47
<i>Despesas fixas</i>			
Serviços de Vigilância	68.256,00	68.256,00	77.632,86
Outras despesas	56.219,25	56.219,25	63.942,52
<i>Total</i>	124.475,25	124.475,25	141.575,38
<i>Total geral</i>	238.683,39	255.814,61	290.957,85

Além da apropriação das despesas observadas na estação de Pampulha, a estimativa das despesas da usina de Florianópolis também envolveu a contabilização dos tributos Federais, Estaduais e Municipais incidentes sobre o balanço financeiro da empresa. Esses tributos e suas características estão sintetizados na Tabela 27.

Tabela 27 – Tributos Federais, Estaduais e Municipais incidentes sobre Pessoa Jurídica*

<i>Tributo</i>	<i>Alíquota aplicada à usina de Florianópolis</i>	<i>Incidência</i>
Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ)	15%	Lucro presumido
Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP)	0,65%	Receitas
Imposto sobre a circulação de mercadorias e serviços (ICMS)**	7%	Receitas
Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL)	9%	Lucro presumido
Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS)	3%	Receitas
Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)	0%	
Imposto sobre Serviços (ISS)	0%	
<i>Total</i>		

* Tributação sobre o lucro presumido (8% do faturamento). Informações fornecidas por Cláudio F. de Souza, da empresa Patercon Serviços Contábeis Ltda em 30 nov. 2005.

** Valor informado através de contato telefônico com funcionário da Secretaria Estadual da Fazenda em 30 nov. 2005.

Como demonstrou a Tabela 27, os impostos incidentes foram avaliados com base no cálculo do “lucro presumido”. Para a empresa em questão, a opção pelo uso do “lucro presumido” ao invés do “lucro real” mostrou-se financeiramente mais vantajosa e aceitável sob o aspecto legal (o lucro bruto anual projetado é inferior a 48 milhões de reais e as características da empresa (atividade exercida, constituição societária e natureza jurídica) não obrigam sua tributação pelo lucro real).

O total de despesas com impostos, que varia conforme o faturamento e o lucro anual da empresa, será demonstrado no fluxo de caixa da usina de reciclagem, apresentado no item 6.4.

5.2.7 Implantação

A fase de implantação do projeto começa no momento em que é realizada a decisão de investimento e perdura até o início da produção comercial. Ela envolve atividades como (UNIDO, 1987):

- Formulação do projeto
- Negociações de financiamento
- Cotações e negociações para o suprimento de máquinas, equipamentos e matérias-primas
- Celebração de contratos
- Execução de obras de engenharia civil
- Supervisão, coordenação, teste e instalação de equipamentos
- Formação do corpo administrativo e recrutamento de funcionários
- Compra de suprimentos
- Preparação do mercado de vendas
- Aprovações governamentais

- Despesas preliminares e de provisionamento de capital

Os gastos incorridos na fase de implementação, conhecidos como “custos de pré-produção”, são realizados com base em um cronograma em que é detalhado o período de realização de cada uma das atividades.

Este estudo considerou os seguintes custos de pré-produção:

- Salário do gerente administrativo por um período de três meses antes do início da produção
- Transporte e acomodação do consultor de supervisão e montagem dos equipamentos da Metso (a consultoria é fornecida gratuitamente, mas é encargo do investidor arcar com os custos de transporte e acomodação do consultor). O período estimado para a realização da consultoria é de 20 dias.
- Salário do responsável técnico por um período de um mês antes do início da produção
- Salário dos demais funcionários durante um período de treinamento (1 semana antes do início da produção)
- Publicidade
- Custos com licenciamento ambiental e outras exigências legais

Os valores despendidos com cada um desses itens serão apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 – Custos de pré-produção

<i>Item</i>	<i>Valor (R\$)</i>
Salário do administrador	10.159,28
Transporte do consultor (aéreo)*	460,00
Acomodação do consultor (19 diárias a um valor de R\$70,00)*	1.330,00
Salário do responsável técnico	2.365,89
Salário dos demais funcionários	1.804,78
Publicidade	2.000,00
Custos com licenciamento ambiental e outras exigências legais**	2.593,56
Tarifa de registro junto ao órgão de financiamento***	250,00
Tarifa para análise técnica do pedido de financiamento***	2.779,72
<i>Total</i>	<i>23.743,23</i>

*Tarifas obtidas junto à empresa Gol Transportes Aéreos e o Hotel Itaguaçu no mês de nov. 2005.

**Incluindo: Registro da empresa na Junta Comercial, inscrição na Receita Federal para obtenção de CNPJ, registro no INSS, registro no sindicato patronal, obtenção de alvará da prefeitura, obtenção de alvará de licença do corpo de bombeiros e obtenção de Licenças Ambientais (Prévia, de Instalação e de Operação). Esses custos foram estimados com base em informações fornecidas por um escritório de contabilidade

*** FONTE: CEF, 2005

5.2.8 Capital de Giro

Devido às incertezas inerentes ao projeto (não existe empreendimento similar na região, a cultura de reciclar RCC ou utilizar material reciclado em obras ainda não se encontra difundida entre empreiteiros locais), considerou-se que o capital de giro deve ser suficiente para financiar as operações da empresa durante 3 meses. Estas despesas estão relacionadas, em termos anuais, nos tópicos 5.2.5 (recursos humanos) e 5.2.6 (despesas fixas e variáveis), correspondendo a R\$454.091,75. Assim, estima-se a necessidade de capital de giro em R\$113.522,94.

6 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC

6.1 Investimento inicial total

A totalidade dos valores despendidos com a instalação da usina de reciclagem de Florianópolis foi avaliada com base no valor do investimento estimado nos tópicos 5.2.2 (Localização), 5.2.3 (Obras de engenharia civil), 5.2.4 (Móveis, utensílios e equipamentos), 5.2.7 (Implantação) e 5.2.8 (Capital de giro). O investimento total para a implantação da usina, como demonstra a tabela a seguir, foi orçado em R\$1.636.355,89.

Tabela 29 – Investimento inicial total

<i>Item</i>	<i>Valor</i>	<i>Referência</i>
Terreno	373.244,46	Tabela 18
Obras de engenharia civil	129.743,92	Tabela 19
Móveis, utensílios e equipamentos	996.101,34	Tabela 22
Pré-produção	23.743,23	Tabela 28
Capital de Giro	113.522,94	
<i>Total</i>	<i>1.636.355,89</i>	

6.2 Financiamento da usina de reciclagem

A análise de viabilidade da usina de reciclagem delineada para o município de Florianópolis partiu do princípio de que o empreendimento possuirá caráter privado e obterá financiamento da Caixa Econômica Federal (CEF). A modalidade de financiamento considerada neste estudo é um programa destinado à concessão de recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) a projetos vinculados ao manejo de RCC.

Para empresas privadas, o financiamento da CEF limita-se a 75% do valor do investimento inicial. Os encargos de operação de crédito, cobrados nas fases de carência e amortização, constituem-se de (1) taxa nominal de juros de 8% ao ano, cobrada mensalmente; (2) remuneração de 2% ao ano, calculada sobre o saldo devedor da operação contratada, cobrada junto com as prestações mensais e (3) taxa de risco de crédito do proponente, incidente sobre o saldo devedor e cobrada juntamente com as prestações mensais (PINTO e GONZÁLES, 2005). Segundo funcionário da CEF, essa taxa situa-se em torno de 2% ao ano.

O pagamento das prestações é realizado com base no Sistema Francês de Amortização (Sistema PRICE). O saldo devedor é atualizado conforme os índices e a periodicidade de correção aplicados às contas vinculadas ao FGTS (PINTO E GONZÁLES, 2005).

O prazo máximo para início da utilização do recurso contratado é de doze meses a partir da data de assinatura do contrato para a realização do primeiro desembolso. O prazo de desembolso, correspondente ao tempo de execução do empreendimento, é limitado a até 24 meses. O período de carência equivale ao prazo previsto para a execução das obras, acrescido de dois meses, limitando-se ao prazo máximo de 24 meses. O período da amortização pode se estender por até 180 meses a partir da data prevista para o primeiro desembolso (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Sendo o valor avaliado para o investimento inicial da usina de reciclagem de Florianópolis igual a R\$1.499.089,72 (excluídos os custos de pré-produção e o capital de giro), assumiu-se a realização de um empréstimo de R\$1.124.317,29 (75% do valor do investimento). O prazo de carência considerado na análise foi de 6 meses e o período para o pagamento do empréstimo, de 120 meses (10 anos).

Somadas, as taxas incidentes sobre o financiamento são de 12% ao ano. A taxa efetiva mensal é 1% ao mês. Por não ter sido aplicada nas demais etapas do estudo de viabilidade, a correção monetária foi desconsiderada do cálculo do financiamento.

O valor das prestações mensais foi conjecturado com base na seguinte fórmula para cálculo de prestações no sistema PRICE:

$$p = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Nessa fórmula, “p” representa o valor das prestações constantes; “P” é a dívida inicial, “i” representa a taxa de juros e “n” é o número de períodos em que a dívida será amortizada (HOCHHEIM, 2002).

Aplicados os devidos índices e valores na fórmula anterior; e considerando-se a apropriação dos juros incorridos no período de carência ao saldo devedor, calculou-se que o valor das prestações mensais será de R\$17.123,05. A planilha de amortização é apresentada no Anexo 2.

6.3 Despesas fixas e variáveis

O cálculo das despesas totais da usina Florianópolis foi realizado com base nos valores estimados nos tópicos 5.2.5 (Recursos humanos) e 5.2.6 (Despesas fixas e variáveis). As despesas totais, conforme demonstra a Tabela 30, foram orçadas em R\$454.091,75.

Tabela 30 – Total de despesas anuais

<i>Item</i>	<i>Valor (R\$)</i>	<i>Referência</i>
Recursos humanos	163.133,90	Tabela 24
Outras despesas fixas	141.575,38	Tabela 26
Despesas variáveis	149.382,47	Tabela 26
<i>Total</i>	<i>454.091,75</i>	

6.4 Avaliação econômico-financeira

A avaliação econômico-financeira foi realizada com base em um fluxo de caixa delineado para um período de 15 anos. Esse número corresponde ao tempo de vida útil mínimo estimado para os equipamentos fornecidos pela Metso (METSO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, 2006). Embora seja provável que após esse período os equipamentos possam continuar sendo utilizados se submetidos a reformas estruturais, considerou-se que seu valor residual será igual a 10% do valor de aquisição (valor estimado para sua comercialização como sucata). O valor residual do terreno, das edificações e da pá carregadeira foi estimado em 100%, 40% e 10%, respectivamente. Assim sendo, considerou-se que, após um período de 15 anos, o valor residual da usina de reciclagem será de R\$515.530,73. A esse valor, somou-se o valor do capital de giro, obtendo-se um total de R\$629.053,67.

A avaliação econômico-financeira foi realizada partindo-se do princípio de que o projeto será implementado de maneira isolada, e não como um investimento realizado por uma empresa já existente. A determinação da taxa de desconto utilizada no cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) levou em consideração a taxa de juros Selic acumulada no período de dezembro de 2004 a novembro de 2005 (19,06%), descontada a inflação do mesmo período (aproximadamente 1,22% pelo índice IGP-M) e a alíquota do Imposto de Renda (15%). Assim sendo, a taxa líquida após o Imposto de Renda foi de aproximadamente 15%. A essa taxa, somou-se uma taxa de risco de 5%, obtendo-se uma taxa de desconto igual a 20% ao ano.

Os fluxos de caixa da usina de reciclagem dos RCC gerados em Florianópolis, sem e com financiamento, podem ser visualizados nas tabelas seguintes.

Tabela 31 – Fluxo de caixa anual sem financiamento (continua)

Valores/ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Programa de produção	0%	70%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%
ENTRADAS EM CAIXA									
Receita com vendas	0.00	711,918.82	813,621.50	915,324.19	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88
Valor residual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de entradas em caixa	0.00	711,918.82	813,621.50	915,324.19	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88
SAÍDAS DE CAIXA									
Investimento	1,636,355.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Despesas fixas	0.00	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28
Despesas variáveis	0.00	104,567.73	119,505.98	134,444.22	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47
Total de saídas de caixa	1,636,355.89	409,277.01	424,215.26	439,153.50	454,091.75	454,091.75	454,091.75	454,091.75	454,091.75
RESULTADO BRUTO	-1,636,355.89	302,641.81	389,406.25	476,170.69	562,935.13	562,935.13	562,935.13	562,935.13	562,935.13
IMPOSTOS									
Lucro presumido	0.00	56,953.51	65,089.72	73,225.94	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15
Imposto de renda	0.00	8,543.03	9,763.46	10,983.89	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32
PIS/PASEP	0.00	4,627.47	5,288.54	5,949.61	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67
COFINS	0.00	21,357.56	24,408.65	27,459.73	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81
CSLL	0.00	5,125.82	5,858.07	6,590.33	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59
ICMS	0.00	49,834.32	56,953.51	64,072.69	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88
Total de despesas com impostos	0.00	89,488.20	102,272.22	115,056.25	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28
RESULTADO LÍQUIDO	-1,636,355.89	213,153.61	287,134.02	361,114.44	435,094.85	435,094.85	435,094.85	435,094.85	435,094.85

Valores/ano	9	10	11	12	13	14	15
Programa de produção	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ENTRADAS EM CAIXA							
Receita com vendas	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88
Valor residual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	629,053.67
Total de entradas em caixa	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,646,080.55
SAÍDAS DE CAIXA							
Investimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Despesas fixas	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28
Despesas variáveis	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47
Total de saídas de caixa	454,091.75	454,091.75	454,091.75	454,091.75	454,091.75	454,091.75	454,091.75
RESULTADO BRUTO	562,935.13	562,935.13	562,935.13	562,935.13	562,935.13	562,935.13	1,191,988.80
IMPOSTOS							
Lucro presumido	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15
Imposto de renda	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32
PIS/PASEP	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67
COFINS	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81
CSLL	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59
ICMS	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88
Total de despesas com impostos	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28
RESULTADO LÍQUIDO	435,094.85	435,094.85	435,094.85	435,094.85	435,094.85	435,094.85	1,064,148.52

Tabela 32 – Fluxo de caixa com financiamento (continua)

Valores/ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Programa de produção</i>	0%	70%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%
ENTRADAS EM CAIXA									
Financiamento	1,124,317.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Receita com vendas	0.00	711,918.82	813,621.50	915,324.19	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88
Valor residual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Total de entradas em caixa</i>	<i>1,124,317.29</i>	<i>711,918.82</i>	<i>813,621.50</i>	<i>915,324.19</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>
SAÍDAS DE CAIXA									
Investimento	1,636,355.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Despesas fixas	0.00	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28
Despesas variáveis	0.00	104,567.73	119,505.98	134,444.22	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47
Pagamento do empréstimo bancário	0.00	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59
<i>Total de saídas de caixa</i>	<i>1,636,355.89</i>	<i>614,753.60</i>	<i>629,691.85</i>	<i>644,630.09</i>	<i>659,568.34</i>	<i>659,568.34</i>	<i>659,568.34</i>	<i>659,568.34</i>	<i>659,568.34</i>
RESULTADO BRUTO	-512,038.60	97,165.22	183,929.66	270,694.10	357,458.54	357,458.54	357,458.54	357,458.54	357,458.54
IMPOSTOS									
Lucro presumido	0.00	56,953.51	65,089.72	73,225.94	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15
Imposto de renda	0.00	8,543.03	9,763.46	10,983.89	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32
PIS/PASEP	0.00	4,627.47	5,288.54	5,949.61	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67
COFINS	0.00	21,357.56	24,408.65	27,459.73	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81
CSLL	0.00	5,125.82	5,858.07	6,590.33	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59
ICMS	0.00	49,834.32	56,953.51	64,072.69	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88
<i>Total de despesas com impostos</i>	<i>0.00</i>	<i>89,488.20</i>	<i>102,272.22</i>	<i>115,056.25</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>
RESULTADO LÍQUIDO	-512,038.60	7,677.02	81,657.43	155,637.85	229,618.26	229,618.26	229,618.26	229,618.26	229,618.26

Valores/ano	9	10	11	12	13	14	15
<i>Programa de produção</i>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ENTRADAS EM CAIXA							
Financiamento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Receita com vendas	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88
Valor residual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	629,053.67
<i>Total de entradas em caixa</i>	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,646,080.55
SAÍDAS DE CAIXA							
Investimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Despesas fixas	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28
Despesas variáveis	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47	149,382.47
Pagamento do empréstimo bancário	205,476.59	205,476.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Total de saídas de caixa</i>	659,568.34	659,568.34	454,091.75	454,091.75	454,091.75	454,091.75	454,091.75
RESULTADO BRUTO	357,458.54	357,458.54	562,935.13	562,935.13	562,935.13	562,935.13	1,191,988.80
IMPOSTOS							
<i>Lucro presumido</i>	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15
Imposto de renda	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32
PIS/PASEP	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67
COFINS	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81
CSLL	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59
ICMS	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88
<i>Total de despesas com impostos</i>	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28	127,840.28
RESULTADO LÍQUIDO	229,618.26	229,618.26	435,094.85	435,094.85	435,094.85	435,094.85	1,064,148.52

A avaliação econômico-financeira, como foi mencionado anteriormente, foi realizada através do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Tempo de Recuperação do Capital Descontado. As fórmulas e conceitos utilizados na realização dos cálculos e na análise dos resultados estão expostos no Item 2.4.1.

No fluxo de caixa **sem financiamento**, o VPL foi de R\$108.232,86. Isso significa que o investimento é financeiramente viável para uma taxa de desconto de 20% ao ano. A Taxa Interna de Retorno, de 21%, reafirma a viabilidade do investimento. O Prazo de Recuperação do Capital Descontado foi de 13 anos.

O fluxo de caixa **com financiamento** mostrou-se igualmente viável nos três métodos de análise. O VPL foi de R\$371.095,29, a TIR, de 30% e o Tempo de Recuperação do Capital Descontado, de 8 anos. Embora ambas as alternativas (sem e com financiamento) tenham se revelado viáveis, a segunda opção mostrou-se mais vantajosa sob o ponto de vista do investidor privado.

A análise de sensibilidade, que considerou o fluxo de caixa **com financiamento**, previu a ocorrência de dois cenários pessimistas:

- Uma redução de 5% no uso da capacidade produtiva
- Um aumento de 10% no total de despesas fixas e variáveis

No primeiro caso, o VPL foi reduzido para R\$209,758.58 e a TIR, para 25%. O Tempo de Recuperação do Capital Descontado foi estendido para 11 anos. No segundo cenário pessimista, o VPL foi de R\$138,187.06, a TIR, 23% e o Tempo de Recuperação do Capital Descontado, de 13 anos. Em ambas as situações, que podem ser observadas no Anexo 3, o investimento manteve-se viável sob o ponto de vista financeiro.

Avaliando-se a variação do VPL em função da alteração da taxa de desconto, constatou-se que, num intervalo de 15% a 22%, o fluxo de caixa **sem financiamento** manteve-se viável para taxas de até 21%. O fluxo de caixa **com financiamento**, de outro lado,

conservou-se viável em todo o intervalo. A variação do VPL em função da alteração da taxa de desconto nos fluxos de caixa sem e com financiamento pode ser observada nos gráficos que seguem.

Gráfico 4 – Perfil do VPL: fluxo de caixa sem financiamento

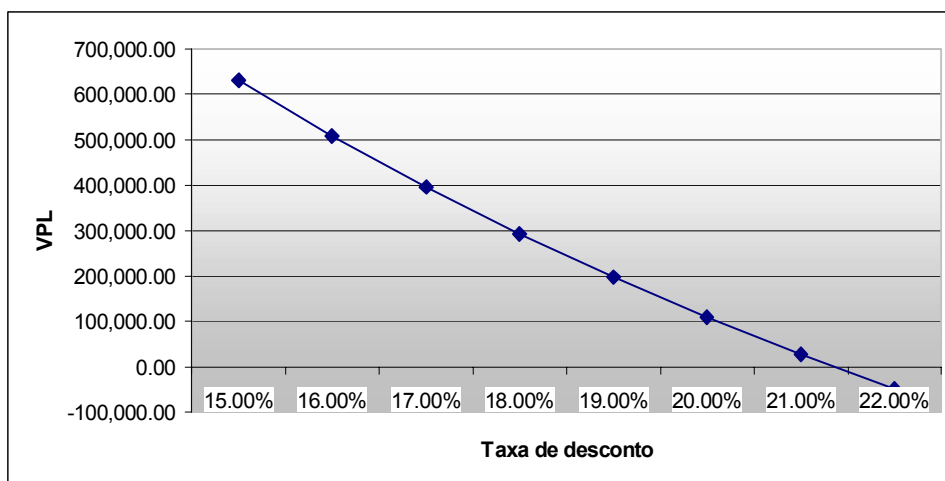
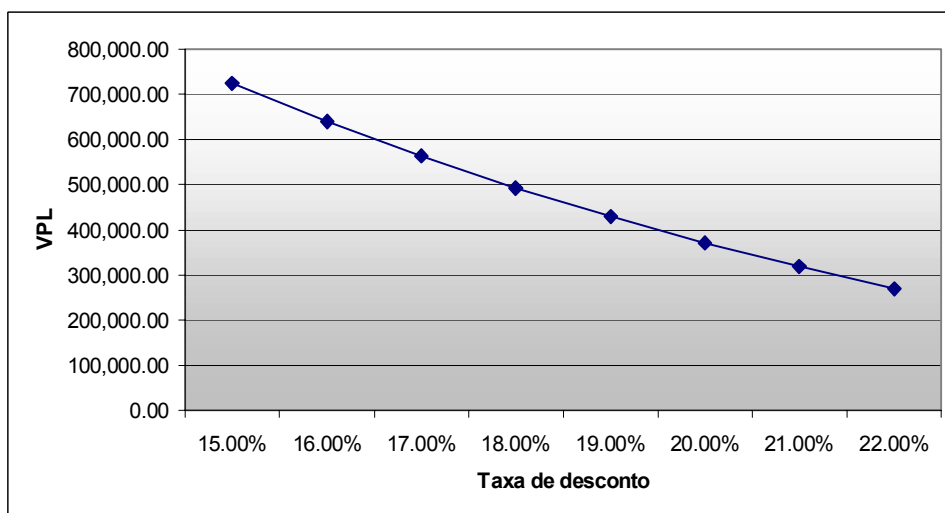


Gráfico 5 – Perfil do VPL: fluxo de caixa com financiamento



7 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS GERADOS PELA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA PARA RECICLAR OS RCC PRODUZIDOS EM FLORIANÓPOLIS

Como foi mencionado em capítulos anteriores, a maior parte dos problemas gerados pelos RCC decorre da disposição desses resíduos em aterros ou em locais inapropriados, como terrenos baldios, margens de córregos, estradas e outros. Tais práticas podem provocar o surgimento de problemas sanitários, ambientais, sociais e econômicos, como proliferação de vetores nocivos à saúde, enchentes, interdição parcial de vias, desvalorização econômica de áreas, poluição visual e contaminação do solo e das águas (GÜNTER *apud* KAMIKAWA et al, 2003; PINTO, 2001).

Quando dispostos em aterros de inertes, os RCC podem apresentar riscos de acidentes e contaminação ambiental. Além disso, em zonas urbanas, os aterros de resíduos impedem o melhor aproveitamento de um solo cada vez mais escasso e valorizado, causam transtornos no tráfego, acarretam a desvalorização de áreas circunvizinhas e, em conseqüência, geram a insatisfação de moradores da região. Afastados das áreas urbanas, os aterros demandam um uso mais intenso do transporte rodoviário, o que contribui, dentre outros aspectos, para a poluição atmosférica e o encarecimento do processo de descarte (JOHN e AGOPYAN, 2000).

Como foi demonstrado na análise do “Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho” do município de Belo Horizonte, a minimização das disposições irregulares de pequenos volumes de RCC está condicionada, em grande medida, ao sucesso do Poder Público Municipal em desenvolver regulamentações, fiscalizar agentes envolvidos e fornecer alternativas viáveis para o descarte apropriado dos RCC.

A implantação de usina para reciclar entulhos da construção civil produzidos em dada localidade é uma medida complementar essencial ao bom desempenho das ações do Poder Público, uma vez que oferece uma alternativa ambientalmente adequada para a destinação de RCC que, sem a atuação da Prefeitura Municipal, seriam dispostos de forma inapropriada.

Além disso, a reciclagem de RCC contribui para o aumento do período de vida útil de aterros, a diminuição dos custos das obras onde são empregados e a redução dos impactos ambientais relacionados à exploração de jazidas naturais (pois substituem recursos naturais tradicionalmente empregados como matéria-prima na construção civil) (ÂNGULO; JOHN, 2001).

Dada a inexistência, no município de Florianópolis, de programas de manejo e gestão de RCC nos moldes do previsto pela Resolução número 307 do CONAMA, avalia-se que os principais benefícios trazidos pela implantação de uma usina de reciclagem nesse município resumir-se-iam à preservação de áreas de aterramento e à conservação de recursos naturais.

7.1 Preservação de áreas de aterramento

Como foi apresentado no Capítulo 5, estimou-se que a usina de reciclagem dos RCC gerados em Florianópolis terá capacidade de processar 70.612,00 toneladas ($67.896,15\text{m}^3$)¹⁶ de resíduos por ano. Considerando-se o programa de produção da empresa (para o qual foi projetada a utilização de 70% da capacidade da usina em seu primeiro ano de funcionamento, 80% no segundo, 90% no terceiro e 100% nos demais períodos), calculou-se que, após os 15 anos de vida útil do empreendimento, terão sido processados $977.704,57\text{m}^3$ de RCC. Posto de outra maneira, durante seu período de vida útil, a usina de reciclagem delineada neste estudo poderá evitar a disposição de $977.704,57\text{m}^3$ de entulhos da construção civil em aterros ou locais impróprios do município de Florianópolis e regiões vizinhas.

¹⁶ Segundo Xavier (2001) a massa unitária dos RCC produzidos em Florianópolis é de $1,04\text{ton}/\text{m}^3$

O estudo de Xavier (2001), citado anteriormente, apontou que o único aterro de inertes do município de Florianópolis, localizado no Bairro Saco Grande, possui área de 48.000m² e capacidade para receber até 279.000m³ de material. A partir do confronto desses valores com a quantidade estimada de resíduos processados na usina delineada, constatou-se que, durante os 15 anos de sua operação, a empresa poderá preservar 168.207,24m² de área que, de outra maneira, precisaria servir à disposição de entulhos.

A título de comparação, o espaço preservado representa cerca de 61% do somatório da área das 73 praças públicas localizadas no município de Florianópolis. Essa área é suficiente para a construção de pouco mais de 25 praças públicas com 6.665m² (equivalente à área da Praça XV de Novembro, localizada no centro de Florianópolis)¹⁷.

7.2 Conservação de recursos naturais

Dada a possibilidade de utilizar agregados reciclados em substituição a agregados naturais oriundos de jazidas em diferentes obras de construção civil (como execução de sub-base e base na pavimentação de vias, construção de drenos e camadas drenantes, produção de blocos, etc.), considerou-se que a operação da usina de reciclagem de Florianópolis pode reduzir uma parcela significativa dos impactos ambientais adversos produzidos pela prática da extração mineral.

Em geral, a mineração produz grande quantidade de poluição e resíduos, provoca a alteração das condições do solo, das águas e da vegetação; gera conflitos com moradores de áreas circunvizinhas e produz outros impactos ambientais adversos (UNEP, 2003 a, EPA, 2002; FARIAS, 2002).

¹⁷ Dados sobre área e número de praças e parques públicos do município de Florianópolis disponibilizados pela FLORAN e o Gabinete de Planejamento da Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF, 2005)

A imagem abaixo demonstra a jazida da empresa Pedrita Planejamento e Construção Ltda., que atua no setor de mineração e construção pesada nos municípios de Florianópolis e Biguaçu.

Figura 13 – Jazida da empresa Pedrita Planejamento e Construção Ltda.



Embora disponha de programa de prevenção de impactos ambientais e certificação ISO 14001, a empresa ainda não conseguiu eliminar completamente os impactos ambientais decorrentes da atividade de mineração, como vibração, ruído e emissão de material particulado devido à detonação de rochas e eventuais conflitos com moradores de áreas adjacentes (informação concedida por Valter Chagas, técnico de meio ambiente da Pedrita, no mês de maio de 2005).

Tendo em vista os efeitos ambientais negativos inerentes à atividade de mineração para a geração de agregados naturais, considerou-se que o beneficiamento de RCC para a produção de agregados reciclados pode contribuir para a redução do uso excessivo do solo, da extração de recursos naturais finitos, da poluição atmosférica e do desmatamento.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 Conclusões

A cada vez mais expressiva quantidade de resíduos da construção civil produzida em áreas urbanas e a inadequação de seu descarte e/ou aproveitamento, criam uma equação perversa com resultados extremamente impactantes nas esferas ambiental, social e econômica. Para o enfrentamento dessa situação têm surgido pressões para que a indústria da construção civil altere práticas culturalmente estabelecidas. No Brasil, tais pressões são exercidas essencialmente através de normas técnicas e atos governamentais, dentre os quais se destaca a Resolução número 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): Gestão dos Resíduos da Construção Civil.

Para que as diretrizes preventivas e mitigadoras previstas nessa Resolução sejam atendidas, é indispensável, dentre outras medidas, a instalação de usina para reciclar os RCC produzidos em um ou mais municípios. Este estudo se propôs a verificar a viabilidade econômico-financeira e os benefícios ambientais da implantação de uma usina de reciclagem dos RCC gerados no município de Florianópolis.

Os resultados da pesquisa, considerados à luz dos objetivos que a nortearam, podem ser verificados nos itens que seguem.

8.1.1 Analisar a viabilidade econômico-financeira da implantação de uma usina para reciclar os RCC produzidos no município de Florianópolis

A análise de viabilidade da usina de reciclagem delineada para o município de Florianópolis partiu do princípio que o empreendimento obterá financiamento da Caixa

Econômica Federal (CEF). A modalidade de financiamento considerada neste estudo é um programa destinado à concessão de recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) a projetos vinculados ao manejo de RCC.

O cálculo das prestações mensais, que resultou no valor de R\$17.123,05, foi realizado com base no sistema de prestações constantes (PRICE), com um período de carência de 6 meses, amortização de 120 meses e juros de 1% ao mês.

A análise de viabilidade econômico-financeira foi realizada a partir dos métodos do Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Tempo de Recuperação do Capital Descontado.

A análise de viabilidade a partir da adoção desses métodos demonstrou que o investimento é viável sob o aspecto econômico-financeiro. O Resultado do cálculo Valor Presente Líquido, para uma taxa de desconto igual a 20% ao ano e um período de vida útil de 15 anos, foi de R\$371.095,29. A Taxa Interna de Retorno foi de 30% e o Tempo de Recuperação do Capital Descontado, de 11 anos.

Desconsiderando-se o financiamento, o resultado do Valor Presente Líquido caiu para R\$108,232.86; a TIR, para 21% e o Tempo de Recuperação do Capital Descontado foi acrescido em dois anos, subindo para 13 anos. Percebeu-se, dessa maneira, que para uma taxa de desconto de 20% ao ano, o investimento sem financiamento também é viável.

A análise econômico-financeira também considerou a ocorrência de dois cenários pessimistas: no primeiro, o uso da capacidade produtiva seria reduzido em 5% em todos os períodos. No segundo, haveria um aumento de 10% no total de despesas fixas e variáveis. A utilização dos métodos de análise demonstrou que, mesmo nessas condições mais desfavoráveis, a viabilidade econômico-financeira do investimento financiado foi mantida.

Avaliando-se a variação do Valor Presente Líquido em função da alteração da taxa de desconto (considerou-se uma oscilação de 15% a 22% para essa taxa), percebeu-se que o

empreendimento com financiamento conservou sua viabilidade econômico-financeira. O projeto sem financiamento, por sua vez, apenas manteve-se viável quando aplicadas taxas inferiores a 21%.

Concluiu-se que a implantação de uma usina para reciclar os RCC produzidos no município de Florianópolis, se financiada através dos recursos do programa de financiamento de projetos vinculados ao manejo de RCC gerenciado pela Caixa Econômica Federal, apresenta-se viável sob o aspecto econômico-financeiro.

8.1.2 Avaliar os benefícios ambientais da implantação de uma usina para reciclar os RCC produzidos no município de Florianópolis

Acredita-se que os benefícios ambientais de um programa de reciclagem de RCC sejam tão maiores quanto mais eficientes forem as medidas do Poder Público Municipal no que se refere à regulamentação, à fiscalização e à captação de pequenos volumes de resíduos. No município de Florianópolis, dada a inexistência de tais medidas públicas, considerou-se que os principais benefícios trazidos pela implantação de uma usina de reciclagem resumir-se-iam à preservação de áreas de aterramento e à conservação de recursos naturais.

Calculou-se que, durante seu período de vida útil (15 anos), a usina de reciclagem dos RCC produzidos em Florianópolis possa contribuir para a preservação de 168.207,24m² de área que de outra maneira teria de ser utilizada para o aterramento de resíduos.

A análise ambiental em função da conservação de recursos naturais foi avaliada com base em método qualitativo. Conjeturou-se que, com a substituição de parte dos agregados naturais extraídos de jazidas por agregados reciclados na usina, os impactos ambientais produzidos pela extração de minérios para a indústria da construção civil seriam atenuados. Dentre esses impactos, destacaram-se o uso excessivo do solo, a extração de recursos naturais não-renováveis, o desmatamento e o ruído, a vibração e a emissão de partículas devido à detonação de rochas.

8.1.3 Analisar experiências bem-sucedidas de reciclagem de RCC que se encontram em operação em outras localidades

Para que se pudessem obter dados e parâmetros para delineamento usina de reciclagem de RCC, optou-se pela análise de duas experiências bem-sucedidas de projetos nessa área. A primeira dessas experiências foi o “Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho”, implantado e gerenciado pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (MG). O segundo modelo analisado foi o Parque Ecológico de Reutilização / Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição, concebido e gerenciado pela empresa Raisch nos Estados Unidos.

Ambos os empreendimentos apresentaram-se como parâmetros de excelência na gestão dos RCC a ser observados por governos, empresas ou instituições que prezem a adoção de práticas sustentáveis na indústria da construção civil. Ambos os programas exigem ativa participação de todos os agentes envolvidos de maneira direta ou indireta com os RCC.

O projeto de Belo Horizonte aproxima-se em grande medida das diretrizes contidas na Resolução número 307 do CONAMA. O modelo da empresa americana, por possuir maior abrangência, representa o ponto para o qual devem convergir as iniciativas de manejo e gestão dos RCC gerados em uma localidade. Os processos operacionais do Programa Raisch priorizam a reutilização de resíduos e voltam-se à produção de materiais reciclados com maior valor agregado, o que apenas recentemente está sendo buscado pelo projeto de Belo Horizonte.

Ambos os casos, entretanto, demonstraram que o adequado manejo de resíduos da construção civil proporciona diversos benefícios a governos, sociedades e empresas privadas. A realização deste estudo comprovou que, além de ambientalmente benéfica, a reciclagem de RCC pode ser lucrativa para empreendedores privados.

8.1.4 Verificar a atual situação do manejo e da gestão dos RCC no município de Florianópolis

A verificação das características dos RCC produzidos no município de Florianópolis e a análise da situação de seu manejo e gestão foram realizados com base no estudo de Xavier (2001): “Subsídios para tomada de decisão visando melhoria do gerenciamento do resíduo urbano em Florianópolis/SC: enfoque no resíduo da construção civil”. Verificou-se que o município produz 795,18 toneladas diárias de RCC, das quais 64,21% são passíveis de processamento para a obtenção de agregados.

Embora Florianópolis esteja entre as cidades que possuem as condições mais propícias à instalação de projetos de reciclagem na área da construção civil (COSTA et al, 2004), o município não dispõe de um sistema apropriado de manejo e gestão dos RCC. Isso leva à disposição desses resíduos em aterros irregulares ou em locais inapropriados, como terrenos baldios, beiras de estradas e margens de córregos, o que gera diferentes impactos sociais, econômicos e ambientais (XAVIER, 2001).

8.1.5 Delinear uma usina de reciclagem para os RCC gerados no município de Florianópolis

O delineamento da usina para processar os RCC gerados no município de Florianópolis foi realizado com base (a) na verificação das características dos RCC gerados no município; (b) na avaliação do manejo e da gestão desses resíduos por parte da Prefeitura Municipal e de geradores de entulhos; (c) do estudo de programas bem-sucedidos de reciclagem de RCC e (d) na análise do plano de “Manejo e Gestão dos Resíduos da Construção Civil” proposto pela Resolução número 307 do CONAMA.

O empreendimento foi vislumbrado como um projeto privado, com capacidade para processar 35% do total de RCC gerados no município (795,18 toneladas diárias, segundo

Xavier (2001)). Considerou-se que o produto final do processo de beneficiamento serão agregados reciclados.

O valor médio de comercialização de cada tonelada de agregado reciclado foi avaliado em R\$12,00. O cálculo do valor total de receitas brutas anuais resultou em R\$1.017.026,88. O plano de produção previu que nos três anos iniciais de funcionamento, a usina utilizará, respectivamente, 70%, 80% e 90% de sua capacidade de produção. A partir do quarto ano, considerou-se que a empresa passará a usar sua capacidade máxima de produção.

As despesas fixas e variáveis, estimadas com base nos valores observados em uma das usinas de reciclagem de Belo Horizonte e no cálculo dos dispêndios com o pagamento de salários e encargos trabalhistas, foram de R\$481.022,31 anuais.

Finalmente, o investimento total, que incluiu os valores despendidos com a aquisição de área, a execução de obras de engenharia, a compra de móveis, utensílios e equipamentos e os gastos realizados na fase de implantação do projeto foi estimado em R\$1.471.192,52.

Considera-se que a instalação de uma usina de reciclagem possa arrefecer grande parte dos problemas associados à disposição irregular e à carência de alternativas para o adequado encaminhamento dos RCC produzidos no município de Florianópolis. Como foi mencionado anteriormente, seus benefícios sob o ponto de vista ambiental poderão ser consideravelmente maiores caso o Poder Público Municipal se engaje no cumprimento das ações que lhe foram impostas pela Resolução número 307 do CONAMA.

8.2 Recomendações para trabalhos futuros

A realização deste estudo levou à identificação de novas oportunidades de pesquisa na área de resíduos da construção civil. Dentre estas oportunidades, destacam-se:

- A concepção de materiais de construção tendo em vista o modelo “do nascimento ao renascimento”, ou seja, materiais que possam ser infinitamente reciclados ou reaproveitados sem causar danos ao meio-ambiente
- O levantamento quali-quantitativo das implicações econômicas, sociais e ambientais das disposições irregulares de resíduos da construção civil em um ou mais municípios brasileiros
- A avaliação das implicações econômicas da implantação de um Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (conforme previsto pelo CONAMA e explicitado no Manual da CEF) por parte do Poder Público Municipal de dada localidade
- A avaliação das implicações ambientais da implantação do mesmo Plano
- Um estudo de mercado para conjeturar a demanda e avaliar as possibilidades de absorção de materiais da construção civil reutilizados e/ou reciclados.

9 REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2004**. Disponível em <www.abrelpe.com.br> Acesso em 4 mar. 2005.

ADAS, Melhem. **Panorama geográfico do Brasil**: contradições, impasses e desafios socioespaciais. 3 ed. São Paulo: Moderna, 1998.

AEERJ – Associação das empresas de engenharia do Rio de Janeiro. **Classificados máquinas**. Disponível em <<http://www.aeerj.com.br/html/classificadosVenda.asp?codigo=199&pagina=Detalhe&aba=Venda>> Acesso em 26 nov. 2005.

ANBID – Associação Nacional dos Bancos de Investimento. **Dados de rentabilidade dos fundos de investimento do Brasil**. Disponível em <http://novosite.anbid.com.br/institucional/servlet/CalandraRedirect?temp=1&proj=ANBID&pub=T&comp=sec_FUNDOS_DE_INVESTIMENTO&db=CalSQL2000> Acesso em 14 dez. 2005.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Indicadores econômicos**. Disponível em <<http://www.bcb.gov.br/pec/indeco/Port/ie3-01.xls>> Acesso em 6 dez. 2005.

BARIS, Mackenzie et al. Industrial Symbiosis in New Haven Harbor: English Station West 2001. **Yale F&ES Bulletin**. New Haven, n 106, p. 413 – 438, fev. 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/bulletin/106pdfs/106english_station_west.pdf> Acesso em 4 maio 2005

BET, Daniel E.; D'ACÂMPORA, Renato F. **Análise de viabilidade técnico-econômica de uma usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil na região de Florianópolis – SC**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis. 119p.

BRASIL, Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm> Acesso em 02 ago. 2005.

BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de junho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em 02 ago. 2005.

BRASIL. Projeto de Lei n. 121, de 19 de fevereiro de 2003. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, seus princípios, objetivos e instrumentos, e estabelece diretrizes e normas de ordem pública e interesse social para o gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos

sólidos. Disponível em <<http://www.abes-rs.org.br/noticias/VerApAntLeiPNRS.doc>> Acesso em 11 ago. 2005.

BOTA-FORA: programa para reciclar entulhos de construção civil substitui a areia e a brita em obras de manutenção de Belo Horizonte. **Revista Cidades do Brasil**, Curitiba: ano 4, n. 41, mai. 2003. Disponível em <http://www.cidadesdobrasil.com.br/cgi-cn/news.cgi?cl=09910510_0097100101098114&arecod=19&newcod=24> Acesso em 25 abr. 2005.

BROGNOLI NEGÓCIOS IMOBILIÁRIOS. Disponível em <<http://www.brognoli.com.br>> Acesso em 25 nov. 2005.

BUARQUE, Cristovam; OCHOA, Hugo Javier. **Avaliação econômica de projetos**: uma apresentação didática . 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266p.

BURGOYNE, Dan. **Construction & demolition (C&D) waste diversion in California**. Estados Unidos, Integrated Waste Management Board. Disponível em <<http://www.ciwmb.ca.gov/ConDemo/CaseStudies/DGSDiversion.pdf>> Acesso em 20 jul. 2005.

CALDERONI, Sabetai. **Os bilhões perdidos no lixo**. 3. ed. São Paulo: Humanitas: FFLCH/USP, 1999. 345p.

CARNEIRO, Alex P. et al. Características do entulho e do agregado reciclado. In: CARNEIRO, A.P.; BRUM, I. A. S; Cassa, J. C. S. (org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.

CEF – Caixa Econômica Federal. **Tabela de tarifas**: pessoa física e jurídica. Disponível em <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/tabela_tarifas/pf_pj/Tabela_de_Tarifas_11_11_2005.pdf> Acesso em 28 nov. 2005.

CNIA – Centro Nacional de Informações, Tecnologias Ambientais e Editoração. Base de dados de legislação ambiental. Disponível em <<http://www2.ibama.gov.br/cgi-bin/wxis/?IsisScript=/home/misis/www/cgi-bin/cnia/lema.xis&opc=home>> Acesso em 02 ago. 2005.

COMCAP – Companhia de Melhoramentos da Capital. Disponível em <<http://www.comcap.org.br>> Acesso em 23 de março de 2005

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Resolução n. 307, de 05 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>> Acesso em 10 out. 2004.

COSTA, Nébel A. A. da et al. A reciclagem do resíduo de construção e demolição: uma aplicação da análise multivariada. In: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1º e 10º, 2004, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004. 1 CD-ROM

COSTA, Paulo Henrique Soto; ATTIE, Eduardo Vieira. **Análise de projetos de investimento**. 3.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1990. 222p.

CUNHA JÚNIOR, Nelson B. (org.). **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2005. 38p.

DATAFOLHA INSTITUTO DE PESQUISAS. **Consulta de cargos e salários: setembro de 2005**. Disponível em <http://datafolha.folha.com.br/folha/datafolha/scripts/tb_salarios.php?data=10102005&action=lista> Acesso em 20 nov. 2005.

DECONSTRUCTION INSTITUTE. **A guide to deconstruction**. Gainesville, Flórida, Estados Unidos, jan. 2003. Disponível em <http://www.deconstructioninstitute.com/files/learn_center/45762865_guidebook.pdf?PHPSESSID=e8f1a69810a11d3a9c6239c6d741e6e8> Acesso em 13 jul. 2005.

EDWARDS, Susy; BENNETT, Philip. Construction products and life-cycle thinking. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 57-61, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 de setembro de 2004.

EPA – United States Environmental Protection Agency. **Indoor Air Facts No. 4 (revised): sick building Syndrome (SBS)**. Disponível em <<http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>> Acesso em 02 de abril de 2005.

EPA – United States Environmental Protection Agency. Building for the future. **Waste Wise Update**. Washington, n.16, fev. 2002. Disponível em <<http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/reduce/wstewise/pubs/wwupda16.pdf>> Acesso em 6 mar. de 2005.

EPA – United States Environmental Protection Agency. Building savings: strategies for waste reduction of construction and demolition debris from buildings. **EPA**, Washington, 530-F-00-001, jun. 2000. Disponível em <<http://www.ilsr.org/recycling/buildingdebris.pdf>> Acesso em 6 mar. 2005.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.fatma.sc.gov.br/fatma/fatma.htm>> Acesso em 31 out. 2005.

FARIAS, Carlos E.G. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2002.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. **IGPs**. Disponível em <http://www2.fgv.br/dgd/asp/dsp_IGP.asp> Acesso em 28 nov. 2005.

FLORAM – Fundação Municipal do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.pmf.sc.gov.br/floram/>> Acesso em 31 out. 2005.

GOTTFRIED, David. A blueprint for green building economics. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 20-21, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 de setembro de 2004.

GRIGOLI, Ademir S. O uso de entulho de obra na própria obra como parâmetro de organização de canteiro e redução de custos. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, IX, 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, 2002.

HABITARE. Website do Programa de Tecnologia de Habitação. Disponível em <<http://habitare.infohab.org.br>> Acesso em 25 de fevereiro de 2005.

HOCHHEIM, Norberto. **Análise de investimentos imobiliários**, 2002. (mimeo)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do censo demográfico 2000**: resultados da amostra por município. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE cidades**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> Acesso em 31 out. 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas geográfico escolar**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlascolar/mapas_brasil.shtm#> Acesso em 31 out. 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa industrial mensal de emprego e salário**: indicadores conjunturais da indústria: folha de pagamento real: setembro de 2005. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 20 nov. 2005.

IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Disponível em <<http://www.ipuf.sc.gov.br/index.htm>> Acesso em 25 de outubro de 2005.

JOHN, Vanderley. **A construção e o meio-ambiente**. Disponível em <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a_construcao_e.htm> Acesso em 8 jul. 2005.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. Tese (Livre Docência) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, EPUSP, São Paulo. 102p.

JOHN, Vanderley M.; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de resíduos da construção. In: Seminário – Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos, 2000, São Paulo, SP. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/fatos%20e%20numeros.htm>> Acesso em 9 nov. 2003

JOHN, Vanderley M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: CARNEIRO, A.P.; BRUM, I. A. S; Cassa, J. C. S. (org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.

KAMIKAWA, Miriam Yoshie et al. Potencial de reciclagem dos resíduos de construção e demolição. In: Encontro Tecnológico de Engenharia Civil e Arquitetura, 4º, 2003, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM, 2003. (cd-room).

KANITZ, Stephen. O fim das pequenas empresas. **Veja**, São Paulo, ano 37, n. 11, p. 20, mar. 2004.

KELLER, Edward A. **Environmental geology**. 8 ed. Upper Saddle River, Estados Unidos: Prentice Hall, 2000.

KLEIN, Sheila E. S. **Diretrizes de Gestão ambiental na indústria da construção civil de edificações**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Centro de Ciências Tecnológicas, FURB, Blumenau. 87p.

KOHLER, Niklaus; MOFFATT, Sebastian. Life-cycle analysis of the built environment. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 17-21, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 de setembro de 2004.

KOTLER, Philip. Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1998. 725 p.

LEVY, Salomon M. **Problemas gerados pelo entulho**. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/artigos/problemas%20gerados/Artigo1%20salomon%20problemas%20entulho.pdf>> Acesso em 22 jul. 2005.

LIMBACHYIA, Mukesh. Construction and demolition waste recycling for reuse as aggregate in concrete production. **Kingston University**, Kingston, Reino Unido, abr. 2003. Disponível em <<http://technology.kingston.ac.uk/strc/documents/Interim%20Report1.pdf>> Acesso em 6 jan. 2004.

MACEDO, Antônio Odilon. Existe limite para o crescimento populacional na ilha? Diário Catarinense, Florianópolis, 1 mar. 1996. Florianópolis origens e destino de uma cidade à beira mar, n.1, p. 11.

MATTAR, Fauze N. **Pesquisa de marketing** v.1: metodologia, planejamento. 5ed. São Paulo: Atlas, 1999. 337p.

McDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 13-16, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 set. 2004.

MERRILL, Lynn. Where the rubble meets the road. **Waste Age**, Estados Unidos, mai. 1997. Disponível em <http://wasteage.com/mag/waste_rubble_meets_road/> Acesso em 06 jan. 2004.

METRAMAQ. Disponível em <www.metramaq.com.br> Acesso em 26 nov. 2005.

METSO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, 2005. **Proposta técnico-comercial DD-254419TC1** [mensagem pessoal]. Mensagem enviada por <hugo.athayde@metso.com> em 23 nov. 2005.

METSO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, 2005. **Informações sobre equipamentos** [mensagem pessoal]. Mensagem enviada por <alfredo.reggio@metso.com> em 02 jan. 2006.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Alíquotas e Tabelas de Incidência de Tributos e Contribuições Federais**. Disponível em <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Aliquotas/default.htm>> Acesso em 29 nov. 2005.

NUNES, Kátia Regina Alves. **Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos sólidos de construção e demolição**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004. 275 p.

ORAVEZ, Michele. Recycling provides cost-saving, ecologically correct resource for roofing company demolition wastes. **IRCC Quarterly Update**, v. 12, n. 2, jun. – jul. 1999. Disponível em <<http://www.ircc.org/news/V12N02/news0299.htm>> Acesso em 4 mai. 2005.

PAULICIS, Veronika (org.). **125 Dicas: idéias para ação municipal**. São Paulo: Pólis, 1996.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. **Reciclagem de entulho da construção civil**. Disponível em <http://portal2.pbh.gov.br/pbh/index.html?id_conteudo=701&id_nivel1=-1> Acesso em 9 jul. 2005.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. **Reciclagem do entulho da construção civil**. Disponível em <<http://www.pbh.gov.br/siga/limpeza/entulho.htm>> Acesso em 9 jul. 2005.

PINTO, Tarcísio de P. **Gestão dos resíduos de construção e demolição em áreas urbanas: da ineficácia a um modelo de gestão sustentável**. In: CARNEIRO, A.P.; BRUM, I. A. S.; Cassa, J. C. S. (org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.

PINTO, Tarcísio de P; GONZÁLES, Juan L. R. (coord.). **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. Brasília: CAIXA, 2005.

PMF – Prefeitura Municipal de Florianópolis. **Perfil de Florianópolis**. Disponível em <<http://www.pmf.sc.gov.br/index.php?link=perfil>> Acesso em 31 out. 2005.

RAISCH PRODUCTS. **Raisch Products Construction and Demolition Reuse / Recycling Ecological Park: zero waste... is it a reality or just a dream?** Disponível em <<http://www.raischproducts.com/NewsStand3.htm>> Acesso em 4 mai. 2005.

REZENDE, Vera F. Política urbana ou política ambiental, da Constituição de 88 ao Estatuto da Cidade. In: RIBEIRO, Luiz C. Q.; CARDOSO, Adauto L. **Reforma urbana e gestão democrática: promessas e desafios do Estatuto da Cidade**. Rio de Janeiro: Revan: FASE, 2003.

RIDGLEY, Heidi. Riding the C&D wave in California. **Waste Age**, Estados Unidos, v. 6, n. 29, p. 108 – 115, jun. 1998.

RIFKIN, J. **O fim dos empregos: o declínio inevitável dos níveis dos empregos e a redução da força global de trabalho**. São Paulo: Makron Books, 1995. 348p.

ROVERS, Ronald. The role of policies in promoting sustainable practices. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 20-21, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 set. 2004.

SHAW, Jane S. **Recycling**. Disponível em <<http://www.econlib.org/library/Enc/Recycling.html>> Acesso em 21 jul. 2005.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estera M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

SINDUSCON – Sistema Sinduscon Grande Florianópolis. **Custo Unitário Básico**. Disponível em <http://www.sinduscon-fpolis.org.br/retorno_texto.asp?cat=304> Acesso em 6 dez. 2005.

SLU – Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte. **O manejo e a reciclagem de entulho em Belo Horizonte** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <mrezende@pbh.gov.br> em 21 nov. 2005.

SLU – Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte. **Programa de reciclagem de entulho: perguntas frequentes** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <mrezende@pbh.gov.br> em 21 nov. 2005.

SYMONDS. **Construction and Demolition Waste Management practices, and their economic impacts**. Report to DG XI, European Commission. Fev. 1999. Disponível em <http://europa.eu.int/comm/environment/waste/studies/cdw/cdw_report.htm > Acesso em 10 jul. 2005.

TRIGUEIRO, André (diretor). **Cidades e soluções 1**. Brasil, documentário, 20 min., cor, 2004.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Sustainable building and construction: facts and figures. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 5-8, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 set. 2004.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. International Environmental Technology Centre. Division of Technology, Industry and Economics. **Environmentally sound technologies for sustainable development**. Japão, 2003. 105p. Disponível em <http://www.unep.or.jp/ietc/techTran/focus/SustDev_EST_background.pdf> Acesso em 6 mar. 2005.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. International Environmental Technology Centre. Division of Technology, Industry and Economics. **Sustainable building and construction**. Disponível em <http://www.unep.or.jp/ietc/Activities/Urban/sustainable_bldg_const.asp> Acesso em 29 mar. 2005.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Sustainable building and construction: facts and figures. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 5-8, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 set. 2004.

UNIDO – Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial. **Manual de preparação de estudos de viabilidade industrial**. São Paulo: Atlas, 1987. 286p.

USGBC – U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **Leed: Leadership in Energy and Environmental Design**. Disponível em <<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19>> Acesso em 7 jul. 2005.

VÁZQUEZ, Enric. Introdução. In: CARNEIRO, A.P.; BRUM, I. A. S; Cassa, J. C. S. (org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.

VIDAL, Ney; MEURER, Mauro (coord.). Crescimento trouxe grandes desafios. Diário Catarinense, Florianópolis, 29 mar. 1996. Florianópolis origens e destino de uma cidade à beira mar, n.29, p. 5 e 6.

WHEELER, Jo. One million sustainable homes. **UNEP Industry and Environment** , Japão, v. 26, n. 2-3, p. 26-27, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 set. 2004.

XAVIER, Luciana Lopes. **Subsídios para tomada de decisão visando melhoria do gerenciamento do resíduo urbano em Florianópolis/SC: enfoque no resíduo da construção civil**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis. 156p.

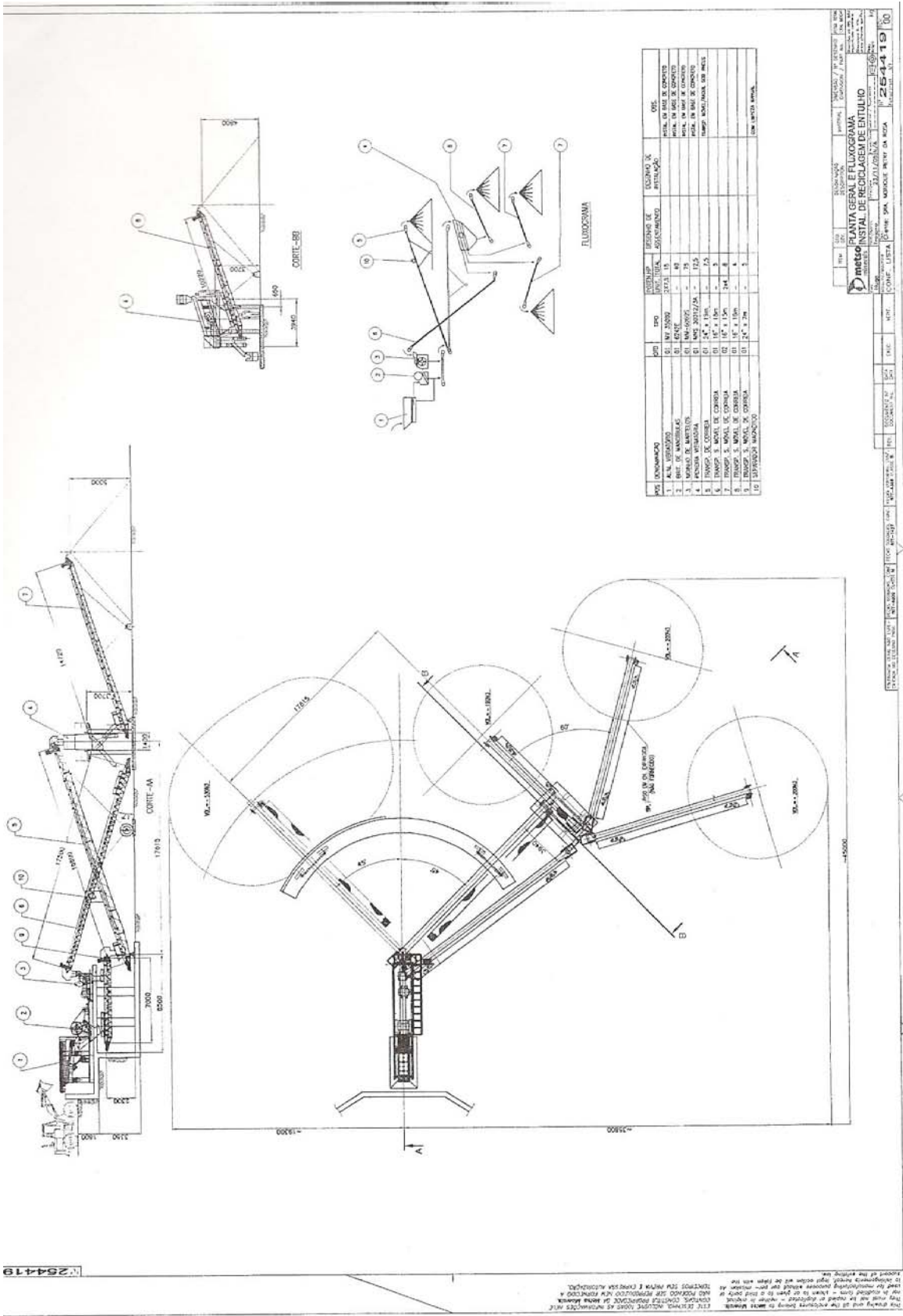
XAVIER, Luciana Lopes, ROCHA, Janaíde Cavalcante. Caracterização do resíduo da construção e demolição na cidade de Florianópolis. In: Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2º e 1º, 2001, Canela, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS. 2001. p 271 – 278.

ZORDAN, Sérgio E. **A utilização do entulho como agregado, na produção do concreto**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – FEC, Departamento de Hidráulica e Saneamento, UNICAMP, Campinas. 140p.

ZORDAN, Sérgio E. **Entulho da indústria da construção civil**. Disponível em <www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm> Acesso em 25 fev. 2005.

10 ANEXOS

Anexo 1 – Projeto básico do conjunto de britagem proposto pela Metso



254419

PLANTA GERAL E FLUXOGRAMA
INSTAL DE REDUÇAO DE ENTULHO

254419

Anexo 2 – Cálculo do Financiamento da usina de reciclagem

<i>Per.</i>	<i>Meses</i>	<i>Amortização</i>	<i>Juros</i>	<i>Prestação</i>	<i>SD</i>	<i>Total a ser pago no ano</i>
0	0	0.00	0.00	0.00	1,124,317.29	0.00
	1	0.00	11,243.17	0.00	1,135,560.46	
	2	0.00	11,355.60	0.00	1,146,916.07	
	3	0.00	11,469.16	0.00	1,158,385.23	
	4	0.00	11,583.85	0.00	1,169,969.08	
	5	0.00	11,699.69	0.00	1,181,668.77	
1	6	0.00	11,816.69	0.00	1,193,485.46	205,476.59
	7	5,188.19	11,934.85	17,123.05	1,188,297.26	
	8	5,240.08	11,882.97	17,123.05	1,183,057.19	
	9	5,292.48	11,830.57	17,123.05	1,177,764.71	
	10	5,345.40	11,777.65	17,123.05	1,172,419.31	
	11	5,398.86	11,724.19	17,123.05	1,167,020.45	
	12	5,452.84	11,670.20	17,123.05	1,161,567.61	
	13	5,507.37	11,615.68	17,123.05	1,156,060.24	
	14	5,562.45	11,560.60	17,123.05	1,150,497.79	
	15	5,618.07	11,504.98	17,123.05	1,144,879.72	
	16	5,674.25	11,448.80	17,123.05	1,139,205.47	
	17	5,730.99	11,392.05	17,123.05	1,133,474.47	
18	5,788.30	11,334.74	17,123.05	1,127,686.17		
2	19	5,846.19	11,276.86	17,123.05	1,121,839.98	205,476.59
	20	5,904.65	11,218.40	17,123.05	1,115,935.33	
	21	5,963.70	11,159.35	17,123.05	1,109,971.63	
	22	6,023.33	11,099.72	17,123.05	1,103,948.30	
	23	6,083.57	11,039.48	17,123.05	1,097,864.74	
	24	6,144.40	10,978.65	17,123.05	1,091,720.33	
	25	6,205.85	10,917.20	17,123.05	1,085,514.49	
	26	6,267.90	10,855.14	17,123.05	1,079,246.58	
	27	6,330.58	10,792.47	17,123.05	1,072,916.00	
	28	6,393.89	10,729.16	17,123.05	1,066,522.11	
	29	6,457.83	10,665.22	17,123.05	1,060,064.28	
	30	6,522.41	10,600.64	17,123.05	1,053,541.88	
3	31	6,587.63	10,535.42	17,123.05	1,046,954.25	205,476.59
	32	6,653.51	10,469.54	17,123.05	1,040,300.74	
	33	6,720.04	10,403.01	17,123.05	1,033,580.70	
	34	6,787.24	10,335.81	17,123.05	1,026,793.46	
	35	6,855.11	10,267.93	17,123.05	1,019,938.34	
	36	6,923.67	10,199.38	17,123.05	1,013,014.68	
	37	6,992.90	10,130.15	17,123.05	1,006,021.77	
	38	7,062.83	10,060.22	17,123.05	998,958.94	
	39	7,133.46	9,989.59	17,123.05	991,825.48	
	40	7,204.79	9,918.25	17,123.05	984,620.69	
	41	7,276.84	9,846.21	17,123.05	977,343.85	
	42	7,349.61	9,773.44	17,123.05	969,994.24	
4	43	7,423.11	9,699.94	17,123.05	962,571.13	205,476.59
	44	7,497.34	9,625.71	17,123.05	955,073.79	
	45	7,572.31	9,550.74	17,123.05	947,501.48	
	46	7,648.03	9,475.01	17,123.05	939,853.45	
	47	7,724.51	9,398.53	17,123.05	932,128.93	

<i>Per.</i>	<i>Meses</i>	<i>Amortização</i>	<i>Juros</i>	<i>Prestação</i>	<i>SD</i>	<i>Total a ser pago no ano</i>
	48	7,801.76	9,321.29	17,123.05	924,327.17	
	49	7,879.78	9,243.27	17,123.05	916,447.39	
	50	7,958.58	9,164.47	17,123.05	908,488.82	
	51	8,038.16	9,084.89	17,123.05	900,450.66	
	52	8,118.54	9,004.51	17,123.05	892,332.12	
	53	8,199.73	8,923.32	17,123.05	884,132.39	
	54	8,281.73	8,841.32	17,123.05	875,850.66	
5	55	8,364.54	8,758.51	17,123.05	867,486.12	205,476.59
	56	8,448.19	8,674.86	17,123.05	859,037.93	
	57	8,532.67	8,590.38	17,123.05	850,505.26	
	58	8,618.00	8,505.05	17,123.05	841,887.27	
	59	8,704.18	8,418.87	17,123.05	833,183.09	
	60	8,791.22	8,331.83	17,123.05	824,391.87	
	61	8,879.13	8,243.92	17,123.05	815,512.74	
	62	8,967.92	8,155.13	17,123.05	806,544.82	
	63	9,057.60	8,065.45	17,123.05	797,487.22	
	64	9,148.18	7,974.87	17,123.05	788,339.04	
	65	9,239.66	7,883.39	17,123.05	779,099.38	
6	66	9,332.06	7,790.99	17,123.05	769,767.33	205,476.59
	67	9,425.38	7,697.67	17,123.05	760,341.95	
	68	9,519.63	7,603.42	17,123.05	750,822.32	
	69	9,614.83	7,508.22	17,123.05	741,207.50	
	70	9,710.97	7,412.07	17,123.05	731,496.52	
	71	9,808.08	7,314.97	17,123.05	721,688.44	
	72	9,906.16	7,216.88	17,123.05	711,782.27	
	73	10,005.23	7,117.82	17,123.05	701,777.05	
	74	10,105.28	7,017.77	17,123.05	691,671.77	
	75	10,206.33	6,916.72	17,123.05	681,465.44	
	76	10,308.39	6,814.65	17,123.05	671,157.04	
7	77	10,411.48	6,711.57	17,123.05	660,745.57	205,476.59
	78	10,515.59	6,607.46	17,123.05	650,229.97	
	79	10,620.75	6,502.30	17,123.05	639,609.22	
	80	10,726.96	6,396.09	17,123.05	628,882.27	
	81	10,834.23	6,288.82	17,123.05	618,048.04	
	82	10,942.57	6,180.48	17,123.05	607,105.47	
	83	11,051.99	6,071.05	17,123.05	596,053.48	
	84	11,162.51	5,960.53	17,123.05	584,890.96	
	85	11,274.14	5,848.91	17,123.05	573,616.82	
	86	11,386.88	5,736.17	17,123.05	562,229.94	
	87	11,500.75	5,622.30	17,123.05	550,729.19	
8	88	11,615.76	5,507.29	17,123.05	539,113.43	205,476.59
	89	11,731.91	5,391.13	17,123.05	527,381.52	
	90	11,849.23	5,273.82	17,123.05	515,532.29	
	91	11,967.73	5,155.32	17,123.05	503,564.56	
	92	12,087.40	5,035.65	17,123.05	491,477.16	
	93	12,208.28	4,914.77	17,123.05	479,268.88	
	94	12,330.36	4,792.69	17,123.05	466,938.52	
	95	12,453.66	4,669.39	17,123.05	454,484.85	
	96	12,578.20	4,544.85	17,123.05	441,906.65	
	97	12,703.98	4,419.07	17,123.05	429,202.67	

<i>Per.</i>	<i>Meses</i>	<i>Amortização</i>	<i>Juros</i>	<i>Prestação</i>	<i>SD</i>	<i>Total a ser pago no ano</i>
	98	12,831.02	4,292.03	17,123.05	416,371.65	
	99	12,959.33	4,163.72	17,123.05	403,412.32	
	100	13,088.93	4,034.12	17,123.05	390,323.39	
	101	13,219.82	3,903.23	17,123.05	377,103.58	
	102	13,352.01	3,771.04	17,123.05	363,751.56	
9	103	13,485.53	3,637.52	17,123.05	350,266.03	205,476.59
	104	13,620.39	3,502.66	17,123.05	336,645.64	
	105	13,756.59	3,366.46	17,123.05	322,889.05	
	106	13,894.16	3,228.89	17,123.05	308,994.89	
	107	14,033.10	3,089.95	17,123.05	294,961.79	
	108	14,173.43	2,949.62	17,123.05	280,788.36	
	109	14,315.17	2,807.88	17,123.05	266,473.19	
	110	14,458.32	2,664.73	17,123.05	252,014.87	
	111	14,602.90	2,520.15	17,123.05	237,411.97	
	112	14,748.93	2,374.12	17,123.05	222,663.05	
	113	14,896.42	2,226.63	17,123.05	207,766.63	
10	114	15,045.38	2,077.67	17,123.05	192,721.24	205,476.59
	115	15,195.84	1,927.21	17,123.05	177,525.41	
	116	15,347.79	1,775.25	17,123.05	162,177.61	
	117	15,501.27	1,621.78	17,123.05	146,676.34	
	118	15,656.29	1,466.76	17,123.05	131,020.05	
	119	15,812.85	1,310.20	17,123.05	115,207.21	
	120	15,970.98	1,152.07	17,123.05	99,236.23	
	121	16,130.69	992.36	17,123.05	83,105.54	
	122	16,291.99	831.06	17,123.05	66,813.55	
	123	16,454.91	668.14	17,123.05	50,358.63	
	124	16,619.46	503.59	17,123.05	33,739.17	
	125	16,785.66	337.39	17,123.05	16,953.51	
	126	16,953.51	169.54	17,123.05	0.00	

Anexo 3 – Análises de sensibilidade

Análise de sensibilidade: redução de 5% no índice de capacidade produtiva

<i>Valores/ano</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Programa de produção	0%	65%	75%	85%	95%	95%	95%	95%	95%
<i>ENTRADAS EM CAIXA</i>									
<i>Financiamento</i>	1,124,317.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Receita com vendas</i>	0.00	661,067.47	762,770.16	864,472.85	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54
<i>Valor residual</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Total de entradas em caixa</i>	<i>1,124,317.29</i>	<i>661,067.47</i>	<i>762,770.16</i>	<i>864,472.85</i>	<i>966,175.54</i>	<i>966,175.54</i>	<i>966,175.54</i>	<i>966,175.54</i>	<i>966,175.54</i>
<i>SAÍDAS DE CAIXA</i>									
<i>Investimento</i>	1,636,355.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Despesas fixas</i>	0.00	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28
<i>Despesas variáveis</i>	0.00	92,243.68	106,435.01	120,626.34	141,913.35	141,913.35	141,913.35	141,913.35	141,913.35
<i>Pagamento do empréstimo bancário</i>	0.00	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59
<i>Total de saídas de caixa</i>	<i>1,636,355.89</i>	<i>602,429.55</i>	<i>616,620.88</i>	<i>630,812.21</i>	<i>652,099.22</i>	<i>652,099.22</i>	<i>652,099.22</i>	<i>652,099.22</i>	<i>652,099.22</i>
<i>RESULTADO BRUTO</i>	<i>-512,038.60</i>	<i>58,637.93</i>	<i>146,149.28</i>	<i>233,660.63</i>	<i>314,076.32</i>	<i>314,076.32</i>	<i>314,076.32</i>	<i>314,076.32</i>	<i>314,076.32</i>
<i>IMPOSTOS</i>									
<i>Lucro presumido</i>	0.00	52,885.40	61,021.61	69,157.83	77,294.04	77,294.04	77,294.04	77,294.04	77,294.04
<i>Imposto de renda</i>	0.00	7,932.81	9,153.24	10,373.67	11,594.11	11,594.11	11,594.11	11,594.11	11,594.11
<i>PIS/PASEP</i>	0.00	4,296.94	4,958.01	5,619.07	6,280.14	6,280.14	6,280.14	6,280.14	6,280.14
<i>COFINS</i>	0.00	19,832.02	22,883.10	25,934.19	28,985.27	28,985.27	28,985.27	28,985.27	28,985.27
<i>CSLL</i>	0.00	4,759.69	5,491.95	6,224.20	6,956.46	6,956.46	6,956.46	6,956.46	6,956.46
<i>ICMS</i>	0.00	46,274.72	53,393.91	60,513.10	67,632.29	67,632.29	67,632.29	67,632.29	67,632.29
<i>Total de despesas com impostos</i>	<i>0.00</i>	<i>83,096.18</i>	<i>95,880.21</i>	<i>108,664.24</i>	<i>121,448.26</i>	<i>121,448.26</i>	<i>121,448.26</i>	<i>121,448.26</i>	<i>121,448.26</i>
<i>RESULTADO LÍQUIDO</i>	<i>-512,038.60</i>	<i>-24,458.25</i>	<i>50,269.07</i>	<i>124,996.40</i>	<i>192,628.05</i>	<i>192,628.05</i>	<i>192,628.05</i>	<i>192,628.05</i>	<i>192,628.05</i>

<i>Valores/ano</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
Programa de produção	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
<i>ENTRADAS EM CAIXA</i>							
<i>Financiamento</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Receita com vendas</i>	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54
<i>Valor residual</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	629,053.67
<i>Total de entradas em caixa</i>	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54	966,175.54	1,595,229.21
<i>SAÍDAS DE CAIXA</i>							
<i>Investimento</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Despesas fixas</i>	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28	304,709.28
<i>Despesas variáveis</i>	141,913.35	141,913.35	141,913.35	141,913.35	141,913.35	141,913.35	141,913.35
<i>Pagamento do empréstimo bancário</i>	205,476.59	205,476.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Total de saídas de caixa</i>	652,099.22	652,099.22	446,622.63	446,622.63	446,622.63	446,622.63	446,622.63
<i>RESULTADO BRUTO</i>	314,076.32	314,076.32	519,552.91	519,552.91	519,552.91	519,552.91	1,148,606.58
<i>IMPOSTOS</i>							
<i>Lucro presumido</i>	77,294.04	77,294.04	77,294.04	77,294.04	77,294.04	77,294.04	77,294.04
<i>Imposto de renda</i>	11,594.11	11,594.11	11,594.11	11,594.11	11,594.11	11,594.11	11,594.11
<i>PIS/PASEP</i>	6,280.14	6,280.14	6,280.14	6,280.14	6,280.14	6,280.14	6,280.14
<i>COFINS</i>	28,985.27	28,985.27	28,985.27	28,985.27	28,985.27	28,985.27	28,985.27
<i>CSLL</i>	6,956.46	6,956.46	6,956.46	6,956.46	6,956.46	6,956.46	6,956.46
<i>ICMS</i>	67,632.29	67,632.29	67,632.29	67,632.29	67,632.29	67,632.29	67,632.29
<i>Total de despesas com impostos</i>	121,448.26	121,448.26	121,448.26	121,448.26	121,448.26	121,448.26	121,448.26
<i>RESULTADO LÍQUIDO</i>	192,628.05	192,628.05	398,104.64	398,104.64	398,104.64	398,104.64	1,027,158.31

Análise de sensibilidade: aumento de 10% no valor das despesas fixas e variáveis

<i>Valores/ano</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Programa de produção	0%	70%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%
ENTRADAS EM CAIXA									
<i>Financiamento</i>	1,124,317.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Receita com vendas</i>	0.00	711,918.82	813,621.50	915,324.19	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88
<i>Valor residual</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Total de entradas em caixa</i>	<i>1,124,317.29</i>	<i>711,918.82</i>	<i>813,621.50</i>	<i>915,324.19</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>
SAÍDAS DE CAIXA									
<i>Investimento</i>	1,636,355.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Despesas fixas</i>	0.00	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21
<i>Despesas variáveis</i>	0.00	126,526.95	144,602.23	162,677.51	164,320.72	164,320.72	164,320.72	164,320.72	164,320.72
<i>Pagamento do empréstimo bancário</i>	0.00	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59	205,476.59
<i>Total de saídas de caixa</i>	<i>1,636,355.89</i>	<i>667,183.75</i>	<i>685,259.03</i>	<i>703,334.31</i>	<i>704,977.52</i>	<i>704,977.52</i>	<i>704,977.52</i>	<i>704,977.52</i>	<i>704,977.52</i>
RESULTADO BRUTO	-512,038.60	44,735.07	128,362.48	211,989.88	312,049.37	312,049.37	312,049.37	312,049.37	312,049.37
IMPOSTOS									
<i>Lucro presumido</i>	0.00	56,953.51	65,089.72	73,225.94	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15
<i>Imposto de renda</i>	0.00	8,543.03	9,763.46	10,983.89	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32
<i>PIS/PASEP</i>	0.00	4,627.47	5,288.54	5,949.61	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67
<i>COFINS</i>	0.00	21,357.56	24,408.65	27,459.73	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81
<i>CSLL</i>	0.00	5,125.82	5,858.07	6,590.33	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59
<i>ICMS</i>	0.00	49,834.32	56,953.51	64,072.69	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88
<i>Total de despesas com impostos</i>	<i>0.00</i>	<i>89,488.20</i>	<i>102,272.22</i>	<i>115,056.25</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>
RESULTADO LÍQUIDO	-512,038.60	-44,753.13	26,090.25	96,933.63	184,209.09	184,209.09	184,209.09	184,209.09	184,209.09

<i>Valores/ano</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
Programa de produção	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>ENTRADAS EM CAIXA</i>							
<i>Financiamento</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Receita com vendas</i>	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88	1,017,026.88
<i>Valor residual</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	629,053.67
<i>Total de entradas em caixa</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,017,026.88</i>	<i>1,646,080.55</i>
<i>SAÍDAS DE CAIXA</i>							
<i>Investimento</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Despesas fixas</i>	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21	335,180.21
<i>Despesas variáveis</i>	164,320.72	164,320.72	164,320.72	164,320.72	164,320.72	164,320.72	164,320.72
<i>Pagamento do empréstimo bancário</i>	205,476.59	205,476.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Total de saídas de caixa</i>	<i>704,977.52</i>	<i>704,977.52</i>	<i>499,500.93</i>	<i>499,500.93</i>	<i>499,500.93</i>	<i>499,500.93</i>	<i>499,500.93</i>
<i>RESULTADO BRUTO</i>	<i>312,049.37</i>	<i>312,049.37</i>	<i>517,525.96</i>	<i>517,525.96</i>	<i>517,525.96</i>	<i>517,525.96</i>	<i>1,146,579.63</i>
<i>IMPOSTOS</i>							
<i>Lucro presumido</i>	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15	81,362.15
<i>Imposto de renda</i>	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32	12,204.32
<i>PIS/PASEP</i>	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67	6,610.67
<i>COFINS</i>	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81	30,510.81
<i>CSLL</i>	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59	7,322.59
<i>ICMS</i>	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88	71,191.88
<i>Total de despesas com impostos</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>	<i>127,840.28</i>
<i>RESULTADO LÍQUIDO</i>	<i>184,209.09</i>	<i>184,209.09</i>	<i>389,685.68</i>	<i>389,685.68</i>	<i>389,685.68</i>	<i>389,685.68</i>	<i>1,018,739.35</i>