

**UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE
DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA

Curso de Engenharia Civil

Carina Mariane Stolz

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE USINAS DE RECICLAGEM
DE RCD: UM ESTUDO DE CASO PARA IJUÍ/RS**

Ijuí/RS

2008

Carina Mariane Stolz

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE USINAS DE RECICLAGEM
DE RCD: UM ESTUDO DE CASO PARA IJUÍ/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro Civil.

**Ijuí/RS
2008**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.

Prof^a. Cristina Eliza Pozzobon, M. Eng.

Orientadora – UNIJUÍ/DeTec

Banca examinadora

Prof. José Crippa, Especialista

UNIJUÍ/DeTec

Prof. Luciano Pivoto Specht, Doutor

UNIJUÍ/DeTec

Dedico este trabalho a todos aqueles que me deram
força para conquistar mais este objetivo de vida.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, que nos deu a vida e a força para seguirmos adiante com fé, sempre nos iluminando com sua bondade divina.

A **professora orientadora**, Cristina Eliza Pozzobon, por ter me orientado com sabedoria, seriedade e competência.

Aos demais **professores** pelo conhecimento e amizade compartilhados nestes cinco anos de convivência.

Aos **pais, irmã e namorado**, por acreditarem no meu trabalho, sempre me dando coragem para enfrentar as dificuldades.

Aos **amigos** por terem emprestado seu ombro nos momentos de dificuldade e aliviado a tensão em momentos de descontração.

RESUMO

Esse trabalho traz definições para a elaboração do plano de negócios para implantação de uma usina de reciclagem de RCD em Ijuí/RS, objetivando verificar a viabilidade econômica da usina de reciclagem e, assim, oferecer alternativa de destinação adequada ao RCD. As definições do plano de negócios são as respostas às questões sugeridas no Manual do SEBRAE-SP (2005) para implantação de usinas de reciclagem, as quais levaram às conclusões do tipo de agregado a ser produzido, etapas da produção, equipamentos necessários, responsabilidades dos proprietários, público alvo, equipe necessária, tempo que a empresa suportará movimento fraco, entre outros. O preço do m³ do agregado reciclado foi definido em R\$30,00, ou seja, 85% do valor do agregado natural comercializado na cidade em estudo. A verificação da viabilidade econômica da usina de reciclagem de RCD foi feita com base nos valores de geração do resíduo levantados por Stolz et al. (2007). Em seguida, foi aplicada a metodologia sugerida por Jadovski (2005) para o levantamento dos custos de implantação, operação e manutenção desta usina, bem como impostos e taxas. A quantidade de agregado reciclado a ser produzida foi estimada em 80% do RCD recolhido, ou seja, 128m³ por dia. A receita bruta da usina foi estimada em 85%, 88%, 90%, 93% e 95% da sua capacidade de produção para os primeiros cinco anos, considerando-se 22 dias de trabalho por mês. A partir dos valores líquidos calculados e descontando-se o investimento inicial, foi calculada a Taxa Interna de Retorno (TIR) para 5, 7 e 10 anos, os quais resultaram em TIRs de 0,96% ao ano, 13,01% ao ano e 20,67% ao ano. As TIRs calculadas mostram que existe viabilidade econômica para a usina de reciclagem de RCD na cidade em estudo.

Palavras-chave: Usina de reciclagem, RCD, Viabilidade econômica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da quantidade de resíduos para a construção de edifícios novos de habitação.....	19
Figura 2: Bota-fora na cidade de Jundiaí/SP.....	22
Figura 3: Modelo da ficha utilizada para a caracterização e quantificação do entulho.....	26
Figura 4: Fluxograma do funcionamento interno da usina de reciclagem.....	34
Figura 5: Alimentador vibratório.....	36
Figura 6: Britador de mandíbulas.....	36
Figura 7: Britador martelo.....	37
Figura 8: Britador cone.....	38
Figura 9: Rebritador de rolo.....	38
Figura 10: Moinho de martelo.....	39
Figura 11: Correia transportadora.....	39
Figura 12: Peneira vibratória.....	40
Figura 13: Grelha vibratória.....	41
Figura 14: Lavador de tambor.....	41
Figura 15: Representação gráfica do fluxo de caixa.....	47
Figura 16: Vista parcial do terreno onde está localizada a empresa.....	58
Figura 17: Escritório.....	58
Figura 18: Caminhão coletor de entulho descarregando em local apropriado na empresa.....	58
Figura 19: Resíduos classe A.....	59
Figura 20: Resíduos classe B.....	59
Figura 21: Madeira.....	59
Figura 22-a: Resíduos classe C.....	60
Figura 22-b: Resíduos classe C.....	60
Figura 23: Resíduos classe D.....	60
Figura 24: Resíduos residenciais.....	60
Figura 25-a: Agregado reciclado.....	61
Figura 25-b: Agregado reciclado.....	61
Figura 26: Vestiário, refeitório e banheiro.....	61
Figura 27: Esquema da empresa GR2 Resíduos.....	62

Figura 28: Britador utilizado pela empresa.....	62
Figura 29: Retro escavadeira.....	63
Figura 30: Área de deposição irregular de RCD no trevo de acesso à Ijuí, BR 285.....	69
Figura 31-a: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 456.....	69
Figura 31-b: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 456.....	69
Figura 32: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 337.....	69
Figura 33: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 336.....	70
Figura 34-a: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 458.....	70
Figura 34-b: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 458.....	70
Figura 35: Área de deposição irregular de RCD na RS 342, próximo ao trevo de acesso ao Campus da UNIJUI.....	70
Figura 36: Área de deposição irregular de RCD no Bairro: Pindorama, ao lado da Pedreira..	70
Figura 37: Localização das áreas de deposição irregular de RCD na cidade de Ijuí.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição da ocorrência de vetores em áreas com descarte de RCD em São José do Rio Preto/SP.....	21
Tabela 2: Dados referentes às caçambas coletadas mensalmente pela Empresa A.....	27
Tabela 3: Dados totais das caçambas coletadas pela Empresa A.....	28
Tabela 4: Dados referentes às caçambas coletadas mensalmente pela Empresa B.....	28
Tabela 5: Dados totais das caçambas coletadas pela Empresa B.....	29
Tabela 6: Dados referentes às caçambas coletadas mensalmente pelas Empresas A e B.....	29
Tabela 7: Dados totais das caçambas coletadas pelas Empresas A e B.....	30
Tabela 8: Simulação de movimento fraco nas vendas do empreendimento.....	68
Tabela 9: Estimativa da população e quantidade de entulho gerado em Ijuí/RS.....	72
Tabela 10: Custo de aquisição dos equipamentos.....	73
Tabela 11: Custo de aquisição de máquinas e veículos próprios.....	73
Tabela 12: Custo de instalação dos equipamentos.....	74
Tabela 13: Custo de aquisição do terreno.....	74
Tabela 14: Custo das obras civis.....	75
Tabela 15: Custo do licenciamento ambiental.....	76
Tabela 16: Custo da mão-de-obra de produção.....	77
Tabela 17: Custo dos EPI.....	77
Tabela 18: Gasto mensal com energia elétrica.....	78
Tabela 19: Custos com despesas administrativas.....	79
Tabela 20: Impostos incidentes sobre o empreendimento.....	80
Tabela 21: Custos de implantação.....	81
Tabela 22: Custos mensais de operação.....	81
Tabela 23: Custos mensais de manutenção.....	82
Tabela 24: Receita líquida dos dez primeiros anos do investimento sem descontar o investimento inicial.....	82
Tabela 25: Planilha para o cálculo da TIR – período de retorno de 5 anos.....	83
Tabela 26: Planilha para o cálculo da TIR – período de retorno de 7 anos.....	84
Tabela 27: Planilha para o cálculo da TIR – período de retorno de 10 anos.....	85

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BAUE	Benefício Anual Uniforme Equivalente
CAUE	Custo Anual Uniforme Equivalente
COFINS	Contribuição para o financiamento da seguridade social
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CSLL	Contribuição social sobre lucro líquido
CT MAB	Comitê Técnico do Meio Ambiente
CUB/RS	Custo Unitário Básico do Rio Grande do Sul
EUA	Estados Unidos da América
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRACON	Instituto Brasileiro do Concreto
ICMS	Imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação
IGP-DI	Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna
INSS	Instituto nacional do seguro social
IPI	Imposto sobre produtos industrializados
IRPJ	Imposto de renda pessoa jurídica
ISS	Imposto sobre serviços de qualquer natureza
LI	Licença de instalação
LO	Licença de operação
LP	Licença prévia
m³/h	Metro cúbico por hora
m³	Metro cúbico, unidade de massa
MG	Minas Gerais
mm	Milímetro, unidade de medida
NBR	Norma Brasileira
PIS	Contribuição para o programa de integração social
PN	Plano de Negócios
RCD	Resíduos de construção e demolição

RS Rio Grande do Sul
SINDUSCON/RS Sindicato das Indústrias da Construção Civil do RS
SP São Paulo
t/h Toneladas por hora
TIR Taxa Interna de Retorno
TMA Taxa Mínima de Atratividade
UNIJUI Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
U\$ Dólar
WAMBUCO Waste Manual for Building Constructions

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 TEMA.....	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	14
1.3 QUESTÃO DE ESTUDO.....	14
1.4 OBJETIVOS.....	14
1.4.1 Objetivo geral.....	14
1.4.2 Objetivos específicos.....	14
1.5 JUSTIFICATIVAS.....	15
1.6 SISTEMATIZAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1 OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	18
2.1.1 Problemas causados pelos resíduos de construção e demolição.....	19
2.1.2 Soluções para os resíduos de construção e demolição.....	21
2.1.3 Possíveis utilizações para os resíduos de construção e demolição.....	23
2.2 OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO DISPONÍVEIS EM IJUÍ/RS	26
2.3 AS USINAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	32
2.3.1 Funcionamento de usinas de processamento de RCD.....	34
2.3.2 Equipamentos utilizados.....	35
2.4 LEGISLAÇÃO PARA GESTÃO DE RCD.....	43
2.4.1 ABNT NBR 15112 – Resíduos de construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem – diretrizes para projeto, implantação e operação.....	43
2.4.2 ABNT NBR 15113 – Resíduos sólidos de construção civil e resíduos inertes – aterros- diretrizes para projeto, implantação e operação.....	43
2.4.3 ABNT NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação.....	44
2.5 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	45
2.5.1 Plano de negócios.....	45
2.5.2 Engenharia econômica.....	47

3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
3.1 CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO.....	54
3.2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS.....	55
4. RESULTADOS.....	57
4.1 VISITA TÉCNICA.....	57
4.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA USINA DE RECICLAGEM DE RCD.....	64
4.3 PLANO DE NEGÓCIOS.....	65
4.4 ÁREAS DE DEPOSIÇÃO IRREGULARES DE RCD.....	68
4.5 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	71
4.5.1 Levantamento da quantidade de entulho gerado em Ijuí/RS.....	71
4.5.2 Custos de implantação.....	72
4.5.3 Custos de operação.....	76
4.5.4 Custos de manutenção.....	80
4.5.5 Custos totais.....	80
4.5.6 Análise econômica.....	82
5. CONCLUSÕES.....	86
5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO.....	86
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXO A.....	93

1. INTRODUÇÃO

1.1. TEMA

O tema deste estudo é: Usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD).

1.2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Trata-se da viabilidade econômica de usinas de reciclagem de RCD para Ijuí/RS.

1.3. QUESTÃO DE ESTUDO

A questão que baliza o presente estudo é: há viabilidade econômica para a instalação de uma usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição na cidade de Ijuí/RS?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo geral

Verificar a viabilidade econômica da instalação de uma usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição na cidade de Ijuí/RS.

1.4.2. Objetivos específicos

- Discutir os problemas ambientais causados pela deposição irregular de resíduos de construção e demolição (RCD);

- Apresentar alternativa que contribui com o atendimento da Resolução N°307 do CONAMA na cidade de Ijuí/RS;
- Formular um plano de negócios para a realização de um empreendimento para reciclagem de RCD;
- Analisar os resultados e, havendo viabilidade econômica, apresentá-los ao poder público ou privado.

1.5. JUSTIFICATIVAS

O crescimento acelerado das cidades e a falta de infra-estrutura para suportá-lo vêm provocando diversos problemas, dentre os quais aqueles decorrentes da deposição irregular dos resíduos sólidos gerados em atividades de construção, demolição e reformas.

Entretanto, a geração e o destino destes resíduos sólidos vêm sendo discutidos com seriedade por vários segmentos da sociedade, já que o entulho de construção chega a ser de mesma proporção que o resíduo residencial. Pinto (1999) estimou que as grandes e médias cidades brasileiras geram uma massa de entulho que pode chegar a 70% do total dos resíduos sólidos urbanos produzidos.

A quantidade expressiva desse resíduo e o seu descarte inadequado causam graves impactos ambientais, sociais e econômicos, fato que impõe a busca de soluções rápidas e eficazes para sua gestão adequada, por meio da elaboração de programas específicos, que visem à minimização destes impactos (FILHO et al., 2007).

A reciclagem não é uma idéia nova; os romanos, por exemplo, reconstruíam as cidades destruídas durante a guerra de conquista utilizando escombros (HENDRIKS, 2000 *apud* JOHN, ÂNGULO e AGOPYAN, s/d).

Em nível de União Européia existem grandes exemplos em termos de políticas de gestão de RCD. Holanda, Bélgica e Dinamarca, por exemplo, apresentam uma taxa de reciclagem superior a 90% da fração de cimento, cerâmica e telhas; bem como uma taxa de 100% de reciclagem de resíduos de asfalto. Essa evolução e a implementação de políticas de reciclagem, através de medidas de caráter legal e econômico, foram originadas pela escassez de matérias-primas e pela dificuldade de encontrar terrenos para aterros nestes locais.

No Brasil, o estabelecimento de políticas públicas, normas, especificações técnicas e instrumentos econômicos, voltados ao equacionamento dos problemas resultantes do manejo inadequado dos resíduos de construção civil começaram a ter destaque a partir do ano de

2002. Estas atitudes colocaram o país em destaque entre os demais do Hemisfério Sul. Porém, apesar da aprovação de diversas políticas de gerenciamento de resíduos de construção e demolição, o Brasil ainda está muito atrasado neste aspecto, pois apenas algumas cidades brasileiras estão realmente aplicando estas políticas.

O principal argumento para se reutilizar entulho é puramente econômico: entulho custa dinheiro. Neste contexto, construtores estão analisando a viabilidade econômica de se reutilizar resíduos de construção e demolição; para isso são observados alguns itens (PENG, SCORPIO e KIBERT, 1997):

- Identificar materiais recicláveis;
- Determinar os custos da reciclagem;
- Desenvolver um plano de gerenciamento local específico e o incluir nos documentos do contrato;
- Implementar um plano de gestão de resíduos e treinar todos os contratantes/empregados e;
- Monitorar e encorajar a participação dos contratantes e empregados.

O tamanho do projeto irá determinar a viabilidade econômica da reciclagem; além disso, o sucesso do empreendimento será determinado pela eficiência do maquinário e do grupo.

Entre as experiências brasileiras, pode-se citar Belo Horizonte/MG, município pioneiro na implantação de uma política pública para gestão de resíduos. Existem, nesta cidade, vinte e três pontos de entrega, duas áreas de reciclagem, uma área para produção de artefatos para a construção e uma área de transbordo e triagem privada; além disso, o processo de educação ambiental é constante.

Na cidade de Ijuí/RS, pesquisa desenvolvida por Stolz et al. (2007) comprovou que a legislação específica para a gestão de resíduos de construção e demolição não está sendo cumprida, pois não há uma área de transbordo destinada a este tipo de resíduo, nem um plano de gerenciamento para os mesmos. Desta forma, estudar a viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem de RCD no município é uma contribuição importante e bastante pertinente, nesse momento, tanto para o meio acadêmico como para o meio empresarial e poder público.

1.6. SISTEMATIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta e delimita o tema, a questão de estudo, os objetivos gerais e específicos e a justificativa.

O capítulo 2 aborda os principais aspectos relativos ao entendimento do tema deste trabalho, sendo eles: resíduos de construção e demolição (RCD), RCD disponíveis em Ijuí, usinas de reciclagem de RCD, legislação para a gestão de RCD e estudo de viabilidade econômica.

Os métodos e materiais estão apresentados no capítulo 3, onde se apresenta a classificação do estudo, os métodos e técnicas utilizados para a realização do trabalho.

No capítulo 4 estão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa: visita técnica a uma usina de reciclagem de RCD, licenciamento ambiental, plano de negócios e avaliação de viabilidade econômica.

O capítulo 5 apresenta as conclusões obtidas. Ao final do trabalho estão apresentadas as referências utilizadas, bem como os anexos pertinentes.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

A NBR 10004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos, quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Esta norma brasileira define resíduos sólidos como sendo:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes do sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A seguir apresenta-se a classificação dos resíduos adotada pela NBR 10004 (ABNT, 2004):

- a) Resíduos classe I – Perigosos
- b) Resíduos classe II – Não perigosos
 - resíduo classe II A – Não inertes
 - resíduo classe II B – Inertes

De acordo com a Resolução N° 307, de cinco de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos de construção e demolição são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, foros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002).

Esta mesma resolução classifica os RCD em quatro classes, quais sejam:

-Classe A: São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados (tijolos, concreto, telhas, etc.);

-Classe B: São os resíduos recicláveis para outras destinações (plástico, papel, vidro, etc.);

-Classe C: São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação (gesso);

-Classe D: São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção (tintas, solventes, óleos, etc.).

2.1.1. Problemas causados pelos resíduos de construção e demolição

A cadeia produtiva da construção civil consome entre 14 e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta; no Japão isso corresponde a cerca de 50% dos materiais que circulam na economia e; nos EUA, o consumo de mais de dois bilhões de toneladas representa cerca de 75% dos materiais circulantes. No Brasil, os RCD também atingem elevadas proporções da massa dos resíduos sólidos urbanos: variam de 51% a 70% (BRASIL, 2008).

O projeto WAMBUCO - Waste Manual for Building Constructions, desenvolvido entre os anos de 1998 a 2002, financiado pela União Européia, no âmbito do Programa de crescimento competitivo e sustentável desenvolveu, através de pesquisas em diversas construções, uma figura que ilustra uma relação inequívoca entre a quantidade de massa gerada de resíduos e a área bruta de pavimento. Tal figura permite que se determine a quantidade de resíduos estimada para a construção do edifício com base na sua área bruta e nível de conforto, ou seja, permite que se estime a quantidade de resíduos que será gerado antes da construção. A seguir, apresenta-se esta Figura 1.

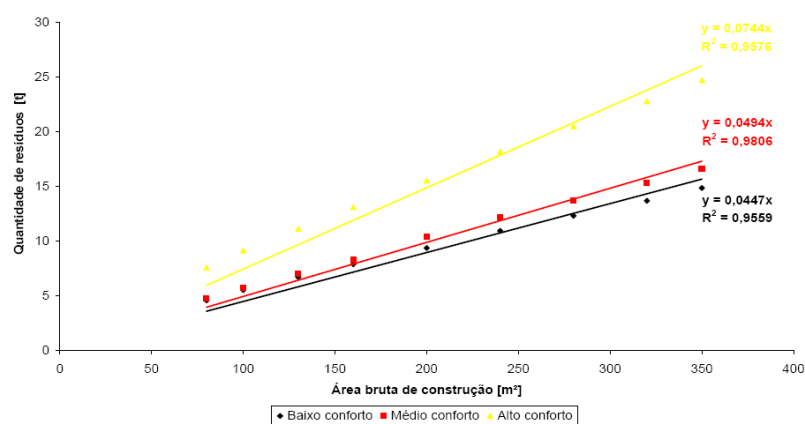


Figura 1 - Evolução da quantidade de resíduos para a construção de edifícios novos de habitação

Fonte: WAMBUCO, 2008

A grande massa de resíduos gerada pode ser classificada como um problema de saneamento básico urbano, pelo grande volume e pela grande variedade de materiais que este incorpora, desde materiais recicláveis como o papel até resíduos tóxicos como tintas e solventes. Além disso, quando mal gerenciada, sobrecarrega os serviços de limpeza pública e reforça a desigualdade social, uma vez que os recursos públicos são direcionados para este fim ao invés de outros mais prioritários.

Diferentemente de outras operações de reciclagem, o RCD é um resíduo misto que possui somente alguns componentes com valor real misturado com muitos materiais com pouco ou nenhum valor. Peng et al. (1997) explicam que as técnicas de separação, o controle de qualidade e os outros fatores essenciais sobre as operações com RCD são a chave para o sucesso dos negócios de reciclagem.

A Resolução Nº 307 do CONAMA estabelece as formas de destinação para cada classe de RCD, sendo que os resíduos de Classe A devem ser reutilizados ou reciclados em forma de agregados ou encaminhados às áreas de aterro de resíduos da construção civil; os de Classe B devem ser reutilizados, reciclados ou enviados às áreas de armazenamento temporário e os das Classes C e D devem ser armazenados, transportados e destinados conforme as normas técnicas específicas.

O grande problema é que, na maioria dos municípios brasileiros, a Resolução Nº 307 do CONAMA não está sendo colocada em prática, fato que é auxiliado pela falta de fiscalização e de punições para este ato, o qual gera os principais impactos causados pelos RCD.

Segundo Melo (2006), os principais impactos causados pelos RCD são:

- Assoreamento de rios e córregos;
- Ocupação de vias de logradouros públicos com resíduos;
- Diminuição da vida útil do aterro sanitário;
- Atração de vetores causadores de doenças;
- Comprometimento da saúde pública;
- Degradação da paisagem urbana;
- Obstrução dos canais de drenagem;
- Enchentes;
- Outros.

Filho et al. (2007) relatam que no Brasil, a principal ênfase comercial na reciclagem do RCD foi a instalação de máquinas argamassadeiras, em canteiros de obras, para triturar os próprios resíduos minerais das obras; método que apresentou problemas por falta de planejamento e de conhecimento do assunto por parte dos engenheiros .

Zordan (s/d) explica que o entulho é, talvez, o mais heterogêneo entre os resíduos industriais, sendo constituído de restos de praticamente todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc.) e sua composição química está vinculada à composição de cada um dos seus constituintes. O mesmo autor diz que, no entanto, a maior fração de sua massa é formada por material não mineral (madeira, papel, plásticos, metais e matéria orgânica).

Filho et al. (2007) consideram que, hoje, as grandes perspectivas de reciclagem de RCD estejam na instalação de centrais de reciclagem, de iniciativa pública ou privada, e que possam produzir agregados, argamassas e pré-fabricados em volumes compatíveis à velocidade de geração de RCD pelas grandes cidades e com um nível adequado de controle tecnológico, para garantir o desempenho dos materiais e componentes ali produzidos.

Castro e Günter (2004) citam que a deposição irregular dos RCD pode propiciar ambientes para a proliferação de vetores, dando evidência ao mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, que necessita de água parada para se reproduzir e tal condição foi observada na maioria das deposições irregulares avaliadas pelo autor na cidade de Santos/SP.

Pinto (1999) cita como exemplo dos impactos causados pelas deposições irregulares de RCD o resultado de um levantamento realizado junto a Coordenaria de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Higiene e Saúde da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto/SP, expresso na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Distribuição da ocorrência de vetores em áreas com descarte de RCD em São José do Rio Preto/SP em 1996

Vetores	Participação
Pulgas, carrapatos, piolhos e percevejos	51,30%
Escorpiões	25,70%
Ratos	9,50%
Baratas	8,10%
Moscas	5,40%

Fonte: São José do Rio Preto (1997) *apud* Pinto (1999)

2.1.2. Soluções para os resíduos de construção e demolição

O aterro sanitário é hoje, a solução mais utilizada por sua facilidade de execução em detrimento a outras soluções. Porém, ainda assim, tem um custo ambiental muito alto e alguns administradores acabam por não respeitar as normas pertinentes ou encontram alternativas

paliativas. Quando as normas de execução não são respeitadas, o aterro deixa de ser sanitário e passa a configurar o chamado lixão. Escandolhero et al. (2000) explicam que o aterro de material inerte é mais barato do que o aterro sanitário, pois permite que o mesmo possa ser utilizado principalmente em projetos que visam o reuso e a reciclagem de tais materiais. Para esse autor, essa idéia torna-se válida uma vez que os inertes são uma grande fonte de matéria-prima a um baixo custo relativo.

Nesse sentido convém esclarecer que, segundo a Resolução Nº 307 do CONAMA (2002), o aterro de resíduos de construção civil é a área onde serão empregadas técnicas de deposição de resíduos de construção civil Classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área utilizando princípios da engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente. Essa Resolução esclarece, ainda, que áreas de destinação de resíduos são áreas destinadas ao beneficiamento ou à deposição final de resíduos.

Pinto (1999) refere que o quadro mais encontrado nos municípios de grande e médio porte é a adequada deposição dos grandes volumes de RCD em aterros de inertes, também denominados bota-foras; sendo que o maior problema na destinação desta parcela dos resíduos é o inexorável e rápido esgotamento das áreas designadas para disposição. O autor esclarece que os bota-foras são áreas de pequeno e grande porte, privadas ou públicas, que vão sendo designadas oficial ou oficiosamente para a recepção dos RCD e outros resíduos sólidos inertes. Menciona, também, que a designação dessas áreas pela administração pública se faz necessária pelo fato de a ampla maioria das Leis Orgânicas Municipais preverem como competência das municipalidades a definição do destino dos resíduos municipais. E, que, a oferta dessas áreas por agentes privados se faz em função principalmente do interesse de planificá-los e, com isso, conquistar valorização no momento de sua comercialização. Na Figura 2, a seguir, está ilustrado um bota-fora na cidade de Jundiaí/SP.



Figura 2: Bota-fora na cidade de Jundiaí/SP

Fonte: Pinto (1999)

2.1.3. Possíveis utilizações para os resíduos de construção e demolição

Há diversas formas de eliminar os RCD: pela reciclagem, incineração ou aterro. A hierarquia é baseada na minimização da utilização de recursos naturais e na preservação do meio ambiente; os dois pilares para uma construção sustentável. A redução é o melhor e mais eficiente método para minimizar a geração de resíduos e eliminar muitos dos problemas de disposição destes. O reuso, simplesmente movendo materiais de uma aplicação para outra, é a aplicação mais desejável depois da redução pelo pequeno processo e pouca energia usada. A reciclagem é um dos mais importantes processos, principalmente se o produto resultante desta é transformado em um novo material (PENG ET AL., 1997).

Atualmente muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas no intuito de utilizar os resíduos de construção e de demolição, fato que se justifica pela viabilidade econômica do seu uso e pelo pensamento de preservação dos recursos naturais.

Segundo Zordan (s/d), reciclar o entulho, independente do uso que a ele for dado, representa vantagens econômicas, sociais e ambientais, tais como:

- Economia na aquisição de matéria-prima, devido à substituição de materiais convencionais pelo entulho;
- Diminuição da poluição gerada pelo entulho e de suas conseqüências negativas como enchentes e assoreamento de rios e córregos; e
- Preservação das reservas naturais de matéria-prima.

Na seqüência, são apresentadas possíveis utilizações para os resíduos de construção e demolição, encontradas na bibliografia pesquisada.

Como base ou sub-base de pavimentos:

Segundo Gonçalves (s/d), a forma mais simples e mais antiga de reciclagem de entulho no Brasil é a sua utilização em pavimentação, como base, sub-base ou revestimento primário, que pode ser feita na forma de brita corrida ou, ainda, em misturas de entulho com solo. O autor ainda afirma que este processo acarreta vantagens como: a) menor utilização de tecnologias, o que implica em menor custo do processo e permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho sem necessidade de separação de nenhum deles; b) economia de energia no processo de moagem do entulho, pois sua utilização em

pavimentação permite uso de granulometria corrida e; c) a possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido.

Apesar disso, Ângulo (s/d) comenta que dados nacionais demonstram que o setor de pavimentação sozinho seria incapaz de consumir integralmente o RCD reciclado como base de pavimentação, até porque parte do agregado natural é utilizada no concreto asfáltico e não todo na base do pavimento. Esse autor refere que, no atual estágio do conhecimento, a utilização de agregado de RCD reciclados para este fim é a única alternativa tecnologicamente consolidada, sendo necessário, então, que sejam desenvolvidos outros mercados para garantir a reciclagem em grande escala de RCD.

Zordan (s/d) explica que o entulho, que pode ser usado sozinho ou misturado ao solo, deve ser processado por equipamentos de britagem/trituração até alcançar a granulometria desejada, e pode apresentar contaminação prévia por solo – desde que em proporção não superior a 50% em peso. O autor continua, dizendo que o resíduo ou a mistura pode, então, ser utilizado como reforço de subleito, sub-base ou base de pavimentação, considerando-se as seguintes etapas: abertura e preparação da caixa (ou regularização mecânica da rua, para o uso como revestimento primário), corte e/ou escarificação e destorroamento do solo local (para misturas), umedecimento ou secagem da camada, homogeneização e compactação.

Como componentes do concreto:

Zordan (s/d) afirma que o entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita), sendo que as principais vantagens desta utilização são:

- Utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;

- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;

- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;

- Possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

Nesse sentido, Levy (2006) menciona que a alternativa de produzir concreto com tais resíduos é, sem dúvida, uma solução que vem sendo largamente pesquisada. A sua viabilidade técnica para substituição de agregados graúdos em teores de até 20% já foi demonstrada em diversas pesquisas desenvolvidas em universidades nacionais, bem como nos 208 trabalhos técnicos apresentados nos VII seminários realizados pelo Comitê Técnico do Meio Ambiente - CT MAB do Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON (1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 e 2006).

Na confecção de argamassa:

Miranda e Selmo (2001) analisaram o desempenho de revestimentos de argamassa com entulho reciclado, e após a realização de ensaios laboratoriais normalizados, chegaram a conclusão que os revestimentos de argamassa com entulho reciclado mostram ter desempenho quanto à aderência ao substrato, compatível ou até superior ao do revestimento de argamassa mista com traço 1:1:8 em massa, e que em relação a absorção capilar, os revestimentos de entulho apresentaram absorção superior ao do revestimento com argamassa mista.

Gomes, Sampaio e Carneiro (2001) concluíram que a argamassa com adição de 50% de entulho apresenta melhor desempenho na maior parte de suas propriedades, de modo que, segundo esses autores, se pode indicar este teor de entulho como o mais adequado para a produção desta; além disso, podem ser adotados traços para argamassas com resíduos reciclados que proporcionam redução de custo pelo baixo custo do agregado.

Na confecção de solo-cimento:

Ferraz e Segantini (2004) colocaram em prática a idéia de misturar resíduos de construção na fabricação de tijolos de solo-cimento com o objetivo de melhorar as suas características mecânicas, uma vez que as características físicas dos resíduos de argamassa e concreto se assemelham às dos pedregulhos e isto, segundo esses autores, é bastante positivo. Os autores estudaram as dosagens de solo + 20% de resíduo e de solo + 40% de resíduo. Como resultados, puderam afirmar que todos os corpos-de-prova moldados com adição de resíduo atenderam aos requisitos mínimos das normas brasileiras. Mostraram, ainda, a ocorrência de ganhos consideráveis de resistência com o aumento no teor de resíduo.

2.2. OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO DISPONÍVEIS EM IJUÍ/RS

O município de Ijuí situa-se na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, há 395 km da capital Porto Alegre. O censo 2007 do IBGE informa que a população da cidade é de 76.739 habitantes (IBGE, 2007).

Dados quantitativos sobre o entulho gerado na cidade foram obtidos durante pesquisa desenvolvida na cidade por Stolz e Pozzobon (2008), nos anos de 2006 e 2007. Esta investigação apurou que, na cidade em questão, não há um local adequado para a deposição do entulho gerado, e que, conseqüentemente, os geradores não estão destinando adequadamente aos resíduos de construção e demolição, como propõe a Resolução N° 307 do CONAMA. Geralmente o resíduo gerado na cidade é depositado em aterros de lotes particulares (STOLZ e POZZOBON, 2008).

Além disso, os autores concluíram que há três empresas transportadoras de entulho na cidade, e que cada uma conta com um caminhão para o recolhimento e transporte. O recolhimento do entulho, que é realizada por caçambas que armazenam aproximadamente 5m³ de entulho.

Estabelecido contato pelos pesquisadores com essas empresas, duas das três aceitaram participar de uma quantificação do entulho gerado na cidade de Ijuí, as quais foram chamadas de empresa A e B, através do preenchimento de uma ficha para cada caçamba recolhida. O modelo da ficha utilizada pode ser observado na Figura 3, o qual foi criado por Bernardes (2006), para a quantificação do entulho gerado na cidade de Passo Fundo/RS.

FICHA DE RECOLHIMENTO DE ENTULHOS	
EMPRESA:	Data:
Endereço:	
IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL:	
1- Limpeza de terreno	
2- Demolições e reformas	
3- Terra bruta de escavações	
4- Obras residenciais	
5- Prédios em construção	

Figura 3 - Modelo da ficha utilizada para a caracterização e quantificação do entulho

Fonte: Bernardes (2006)

A ficha permite classificar o entulho em cinco diferentes tipos: limpeza de terreno; demolições e reformas; terra bruta de escavações; obras residenciais e prédios em construção. Além desses, outro tipo de entulho recolhido foi classificado como outros.

Na pesquisa de Stolz e Pozzobon (2008), os coletores preencheram uma ficha para cada caçamba transportada, durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2007. Para manter contato e motivação na pesquisa, as fichas foram recolhidas semanalmente (STOLZ e POZZOBON, 2008).

Os resultados do preenchimento das fichas estão apresentados nas Tabelas 2 a 7, a seguir:

Tabela 2 - Dados referentes às caçambas coletadas mensalmente pela Empresa A

Tipo de resíduo	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO	
	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)
Limpeza de terrenos	26	20	26	32	49	32
Demolições e reformas	43	33	45	28	45	28
Terra bruta de escavações	13	10	14	15	24	15
Obras residenciais	3	2	12	6	10	6
Prédios em construção	31	24	14	10	16	10
Outros	14	11	14	9	14	9
Total	130	100	125	100	158	100

Fonte: Stolz e Pozzobon (2008)

Pelo exposto na Tabela 2, no mês de janeiro, o maior volume de entulho foi gerado por demolições e reformas, 43 das 130 caçambas. Por outro lado, nesse mês, o menor volume foi gerado em obras residenciais, apenas 03 caçambas.

No mês de fevereiro, novamente o volume gerado por demolições e reformas foi o mais significativo, totalizando 45 das 125 caçambas coletadas. Este tipo de resíduo foi seguido, em número de caçambas, por limpeza de terrenos, com 26, e demais tipos, com 12 a 14 caçambas em cada tipo.

No mês de março, destaca-se o entulho gerado em limpeza de terrenos, com 49 das 158 caçambas. Não menos significativas, destacam-se as caçambas de demolições e reformas que totalizaram 45.

Durante os três meses de coleta de dados junto a Empresa A, conforme mostra a Tabela 3, pode-se observar que o número de caçambas de demolições e reformas se destaca, com 133 das 403 (33% do total), seguido por limpeza de terrenos, com 91 caçambas coletadas (23% do total).

Tabela 3 - Dados totais das caçambas coletadas pela Empresa A

Tipos de resíduos	Cargas coletadas	Porcentagem (%)
Limpeza de terrenos	91	23
Demolições e reformas	133	33
Terra bruta e escavações	51	13
Obras residenciais	25	6
Prédios em construção	61	15
Outros	42	10
TOTAL	403	100

Fonte: Stolz e Pozzobon (2008)

Os resíduos coletados pela empresa B durante os três meses de pesquisa podem ser observados na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4 - Dados referentes às caçambas coletadas mensalmente pela Empresa B

Tipo de resíduo	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO	
	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)
Limpeza de terrenos	44	32	21	24	28	22
Demolições e reformas	78	55	61	70	66	52
Terra bruta de escavações	11	8	1	1	14	11
Obras residenciais	1	1	3	3	13	10
Prédios em construção	5	4	2	2	6	5
Outros	0	0	0	0	0	0
Total	139	100	88	100	127	100

Fonte: Stolz e Pozzobon (2008)

Pelo exposto na Tabela 4, durante o mês de janeiro foram coletadas pela empresa B, 78 caçambas de demolições e reformas do total de 139. Já as obras residenciais tiveram apenas uma caçamba coletada.

Em fevereiro, de 88 caçambas, 61 foram de demolições e reformas, o que corresponde a 70% do total. E, em março os resíduos de demolições e reformas somaram 66 caçambas, com percentual de 52% do total. Os resíduos de prédios em construções alcançaram um percentual de 5% com apenas seis caçambas das 127 coletadas nesse mês.

Os dados da Tabela 5 referem-se ao total de caçambas coletadas pela Empresa B nos três meses de pesquisa. Foram 354 caçambas, das quais demolições e reformas atingiram o percentual de 58%, com 205 caçambas. Os resíduos dos prédios em construção somaram 13 caçambas (percentual de 4%).

Tabela 5 - Dados totais das caçambas coletadas pela Empresa B

Tipos de resíduos	Cargas coletadas	Porcentagem (%)
Limpeza de terrenos	93	26
Demolições e reformas	205	58
Terra bruta e escavações	26	7
Obras residenciais	17	5
Prédios em construção	13	4
Outros	0	0
TOTAL	354	100

Fonte: Stolz e Pozzobon (2008)

A Tabela 6 apresenta os dados referentes à soma das caçambas coletadas pelas Empresas A e B, mensalmente.

Tabela 6 - Dados referentes às caçambas coletadas mensalmente pelas Empresas A e B

Tipo de resíduo	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO	
	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)	Caçambas coletadas	Porcentagem (%)
Limpeza de terrenos	70	26	47	22	77	27
Demolições e reformas	121	46	106	49	111	39
Terra bruta de escavações	24	9	15	7	38	13
Obras residenciais	4	1	15	7	23	8
Prédios em construção	36	13	16	8	22	8
Outros	14	5	14	7	14	5
Total	269	100	213	100	285	100

Fonte: Stolz e Pozzobon (2008)

No mês de janeiro, os dados mostram que as caçambas de demolições e reformas obtiveram bastante representatividade, 121 caçambas (46% do total).

No mês de fevereiro, os dados também mostram maior representatividade das caçambas originadas em demolições e reformas, 106 do total de 213 caçambas (49%).

Da mesma forma, no mês de março, demolições e reformas tiveram o maior percentual (39%), pois originaram 111 das 285 caçambas coletadas.

De acordo com os dados da Tabela 7, relativos à soma das caçambas coletadas pelas empresas A e B, nos meses de janeiro, fevereiro e março/2007, na cidade em estudo foram coletadas 757 caçambas.

Observa-se que as cargas de demolições e reformas obtiveram maior representatividade, 338 caçambas (percentual de 44% do total). Também se observa que limpezas de terrenos originam 184 caçambas (percentual de 24% do total); seguido por prédios em construções (74 caçambas) e terra bruta de escavações (77 caçambas), que geram percentual de aproximadamente 10% cada; obras residenciais (42 caçambas) com percentual de 6% e outros tipos (42 caçambas) compuseram os 6% restantes.

Tabela 7 - Dados totais das caçambas coletadas pelas Empresas A e B

Tipos de resíduos	Cargas coletadas	Porcentagem (%)
Limpeza de terrenos	184	24
Demolições e reformas	338	44
Terra bruta e escavações	77	10
Obras residenciais	42	6
Prédios em construção	74	10
Outros	42	6
TOTAL	757	100

Fonte: Stolz e Pozzobon (2008)

Na segunda etapa da pesquisa, uma caçamba escolhida de maneira aleatória, contendo entulho recolhido nas obras de construção, demolição e reformas, foi depositada sobre lona preta ao lado do Prédio da Engenharia Civil no Campus da UNIJUÍ. Esta caçamba foi analisada de forma quantitativa, pela separação manual do entulho em classes, de acordo com a Resolução N° 307 do CONAMA.

Dessa forma, o entulho contido na caçamba foi separado manualmente e acondicionado em sacos plásticos para facilitar sua pesagem. Após pesado (quantificado), apenas o entulho classificado nas classes A e C foi armazenado para futura utilização.

A classificação e a pesagem permitiram averiguar o peso total do entulho contido na caçamba e o valor percentual de cada uma das classes. Devido à grande dificuldade para a separação manual dos resíduos contidos no fundo da caçamba analisada, este material foi armazenado e classificado com material impossível de separar.

Ao final da pesquisa, Stolz e Pozzobon (2008) concluíram que os volumes coletados e transportados comprovam que o entulho é matéria-prima abundante na cidade em estudo. E, ainda, que 63% das caçambas coletadas e transportadas contêm entulho originado em demolições e reformas, em prédios em construções e em obras residenciais. Esse resíduo sólido é o de maior potencial de aproveitamento na própria construção civil ou em outras atividades econômicas. A caçamba analisada quantitativamente na segunda etapa da pesquisa resultou, em sua grande parte (32% do total ou 73% do total sem o material impossível de separar) em entulho de classe A, ou seja, entulho contendo resíduos que podem ser reutilizáveis ou recicláveis como agregados para tijolos, blocos, argamassa, telhas, placas de revestimento, concreto, blocos, tubos, meios fios e outros. Em escala industrial, essa atividade de separação manual seria muito onerosa. Por isso, a realização da pesquisa de Stolz e Pozzobon (2008) indica dois caminhos: Que a separação deve ser realizada no local de geração do entulho ou, que as pesquisas devem buscar o aproveitamento dos resíduos das classes A e C juntamente com o material impossível de separar, efetuando somente uma separação manual e grosseira dos resíduos das classes B e D e, ainda, dos lixos orgânicos.

Em função do número de caçambas coletadas e transportadas contendo entulho originado em demolições e reformas (338), em prédios em construção (74) e, em obras residenciais (42), durante três meses (que totalizam 454 caçambas), por inferência, Stolz e Pozzobon (2008) afirmam que em um ano, na cidade em estudo são coletadas, pelas empresas A e B participantes da pesquisa, 1816 caçambas, que equivalem a aproximadamente 9080m³ de resíduos sólidos do tipo entulho de canteiro de obra, considerando que a capacidade de uma caçamba é de 5m³.

Pode-se fazer uma estimativa da quantidade de entulho gerada pela terceira empresa não participante da pesquisa para incluir os resíduos coletados por esta empresa na quantidade de resíduos gerada anualmente na cidade de Ijuí, considerando-se que as três empresas existentes na cidade são do mesmo porte. Uma média, para estimar a quantidade de caçambas coletadas pela empresa C, resulta em 379 caçambas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2007. Desta forma, estima-se que em um ano as três empresas coletoras de entulho da cidade de Ijuí coletam aproximadamente 4544 caçambas. Cada caçamba armazena aproximadamente 5m³ de

entulho, então, estima-se que são coletados na cidade, por ano, pelas empresas A, B e C, 22.720 m³ de entulho.

2.3. AS USINAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Segundo Hansen (1992), as plantas para a produção de agregados reciclados não são muito diferentes das plantas para produção de agregado britado. Elas incorporam vários tipos de britadores, peneiras, equipamentos de transporte, e outros para a remoção de materiais. O método básico da reciclagem é a britagem do entulho para a produção de material granular de um determinado tamanho; este tamanho deve ser definido conforme a destinação do material reciclado, como: aterros em geral, base ou enchimento em projetos de drenagem, sub-base ou revestimento de rodovias em construção ou concreto. Existem três tipos de plantas de usinas de reciclagem:

-As plantas de primeira geração são caracterizadas pelo fato de não haver facilidades para a remoção de contaminantes, com a possível exceção de um eletroímã para a separação de materiais metálicos. Estas plantas são usadas frequentemente na reabilitação de pavimentos e projetos de reciclagem.

-As plantas de segunda geração são similares no design simples. Grandes peças de entulhos vindos de demolição são reduzidas. Grandes pedaços de aço, madeira, plástico e papel são removidos manualmente. O material que chega é triturado no triturador primário, que geralmente é de mandíbulas ou de impacto. Os produtos da trituração primária são peneirados em uma peneira de 10 mm. O material passante é passado adiante para a eliminação de contaminantes de sujeira e gesso. Materiais maiores de 40 mm são passados por um segundo triturador martelo ou de impacto para reduzir todos os resíduos à no máximo 40 mm. Todo o material é, então, lavado ou peneirado para a remoção de materiais como madeira, papel, e plásticos, e o produto limpo é armazenado em várias frações de tamanhos. Todo o material metálico é removido por eletroímãs.

- Em uma futura terceira geração de plantas todo o material demolido deverá ser levado à usina, processado e vendido sem que seja necessário transportar grandes quantidades de resíduos para aterros de entulhos. Esta será a situação ideal para um ponto de vista ambiental e econômico.

Com o objetivo de determinar os tipos de equipamentos utilizados atualmente nas usinas de reciclagem, além de identificar as variáveis que influenciam a formação de custos,

Jadovski (2005), realizou visitas técnicas aos municípios que possuem usinas de reciclagem de RCD:

No município de Belo Horizonte (MG), Jadovski (2005) verificou que há duas usinas de reciclagem com capacidade de 15 t/h e 30 t/h, respectivamente. Estas usinas eram compostas por calha vibratória, britador de impacto e correia transportadora e produziam apenas brita corrida para utilização em base e sub-base de pavimentação.

O município de São Paulo (SP) possui apenas uma usina de reciclagem, composta de alimentador vibratório, sistema de despoeiramento, britador de impacto de 120 t/h, transportadores de correia e conjunto de peneiramento de quatro decks. Esta usina estava desativada no ano da pesquisa.

No município de Campinas (SP) há uma usina de reciclagem de RCD privada com capacidade de 25 t/h, a qual estava desativada no ano da pesquisa de Jadovski (2005).

O município de Vinhedo (SP) possui uma central de reciclagem, composta por britador de mandíbula com capacidade de produção de 15 t/h, alimentador vibratório, correia transportadora e peneiras, produzindo material para execução de contra pisos e calçadas.

Jadovski (2005) verificou que, em Socorro (SP), há uma usina de reciclagem privada, composta por britador e mandíbulas de 10 t/h, com alimentação manual, correia transportadora e peneiras. O agregado graúdo produzido é utilizado como bica corrida para pavimentação e o agregado miúdo é utilizado como areia em argamassa de assentamento ou em revestimento.

No município de Piracicaba (SP) há uma usina de reciclagem de RCD, composta por britador de mandíbulas com capacidade de 25 t/h e por um britador de martelos, além de alimentador vibratório, correias transportadoras e peneiras. Nesta usina são produzidas areia, pedrisco, brita 1 e bica corrida.

O município de Ribeirão Preto (SP) conta com uma usina de reciclagem, a qual estava desativada no período da pesquisa. Era composta por um britador de impacto com capacidade de 30 t/h para produção de bica corrida, alimentador vibratório de 40m³/h, calha metálica, transportador de correia eletroímã, sistema de contenção de material particulado através de microaspersão e sistema de contenção de ruídos através de materiais anti-choque.

2.3.1. Funcionamento de usinas de processamento de RCD

É fundamental tanto para a qualidade como para o custo de produção dos agregados reciclados que os materiais a serem reciclados se apresentem separados por fluxos e, principalmente, desprovidos de materiais considerados contaminantes. Esta separação deve para todos os efeitos ser máxima, dando preferência a materiais ditos limpos, elementos apenas de concreto ou apenas cerâmicos, não contendo quantidades significativas de outros materiais minerais e especialmente não contendo matérias orgânicas ou materiais leves. A separação deve ser feita na origem através de demolição seletiva e recolha seletiva de resíduos, já que a separação em estaleiro pode se tornar inviável economicamente dependendo das características da usina (PEREIRA, JALALI e AGUIAR, s/d).

Todas as entradas e saídas de material deverão ser quantificadas e caracterizadas. Deverá ser previsto no edifício da portaria uma estrutura elevada que possibilite a inspeção visual do material que chega à usina. No local de recepção de resíduos deverá ser feito um tratamento de impermeabilização do solo, com vista a conduzir os efluentes contaminados para uma zona de recolha de águas que serão posteriormente analisadas, e se tal for necessário, tratadas (PEREIRA, JALALI e AGUIAR, s/d).

Na Figura 4, a seguir, Pereira, Jalali e Aguiar (s/d) representam um fluxograma do funcionamento interno da usina de reciclagem:

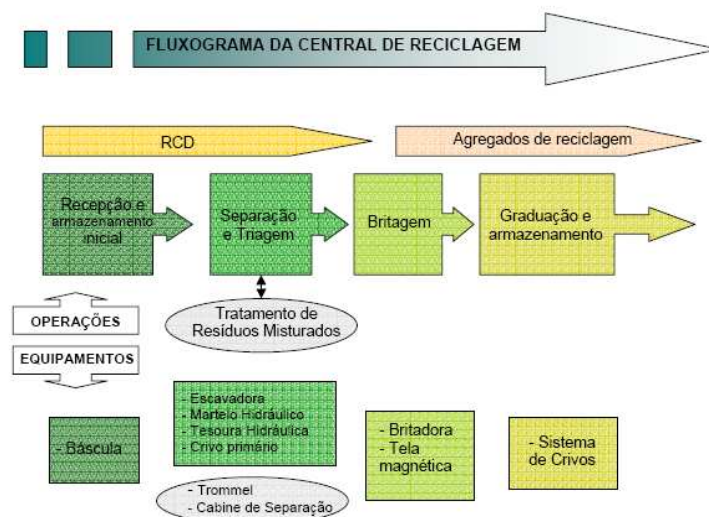


Figura 4: Fluxograma do funcionamento interno da usina de reciclagem

Fonte: Pereira, Jalali e Aguiar, s/d

2.3.2. Equipamentos utilizados

Segundo Lima e Almeida (2006), a usina de reciclagem precisa de um equipamento que reduza as dimensões de grandes blocos que vêm normalmente no RCD. Para este serviço há no mercado dois tipos de equipamento, o britador de mandíbulas e o britador martelo. O mesmo autor ainda afirma que a bibliografia não encontra um consenso sobre o melhor equipamento entre os dois para uma usina de reciclagem.

Conforme Peng et al. (1997), os equipamentos utilizados para o beneficiamento de RCD devem ser preferencialmente feitos especialmente para este fim ou trabalho similar; sendo que a utilização de equipamentos manuais ou não designados especificamente para manipulação e separação de RCD resultam em quebras, lentidão e baixo rendimento.

Os equipamentos devem ser mantidos pelos operadores, isso inclui bom conhecimento dos equipamentos; além disso, quanto mais velho for o equipamento maior é a chance das peças ficarem inutilizáveis ou da manutenção ter que ser feita fora da empresa. O equipamento deve ser habilitado para a produção de materiais secundários de qualidade suficiente para atender as demandas do mercado. O equipamento necessário para reciclar 400 a 500 toneladas/dia custará \$750.000 para materiais novos incluindo equipamentos móveis, custam cerca de \$300.000 se o operador tem o equipamento móvel ou consegue equipamento usado em bom estado.

Alimentadores:

O alimentador vibratório (Figura 5) é um equipamento de alimentação linear amplamente usado em mineração, materiais de construção, indústria química e de silicato em plantas de britagem e peneiramento. Este apresenta um funcionamento confiável e com baixa vibração, além de longa vida útil. Em linhas de produção de pedra ou areia, o alimentador vibratório pode enviar materiais ao britador de forma uniforme e contínua, ao mesmo tempo em que peneira os materiais (SBM mining and construction machinery, 2008).

Suas principais características e vantagens são:

- Vida útil longa e estável;
- Facilidade de ajuste;
- Funcionamento confiável;
- Fácil manutenção;

- Não polui.

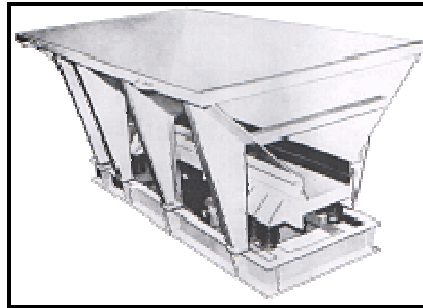


Figura 5: Alimentador vibratório

Fonte: Famac Metal (2008)

Britadores:

O britador de mandíbulas (Figura 6) é um equipamento adequado à quebra inicial de rochas e/ou minérios, com a finalidade de aumentar a superfície de contato, diminuindo desta forma os tamanhos das partículas. Este pode alimentar outros moinhos na busca de granulometrias menores. Seu funcionamento ocorre através de uma mandíbula móvel e outra fixa, a móvel se movimenta em direção da sem movimento causando a britagem, movimento que ocorre através de motor que integra o equipamento (TRIPOD, 2008).

A principal desvantagem deste equipamento é a de o produto, ao sair do britador, não possuir grande uniformidade. Dentre as principais vantagens deste, podem-se citar:

- Possuem uma grande capacidade de trabalho;
- Mecânica simples, facilitando a operação (não ocorre entupimento);
- Custo de manutenção baixo;
- Baixo consumo de energia.



Figura 6: Britador de mandíbulas

Fonte: SBM mining and construction machinery (2008)

Segundo a SBM mining and construction machinery, o britador de martelo (Figura 7) é aplicável a materiais de dureza média e baixo poder de erosão, com capacidade de resistência a pressão não superior a 100MPa e umidade inferior a 15%, como carvão, sal, giz, gesso, argila, etc. O componente principal deste britador são os rotores com martelo, os quais são acionados pelo motor e giram em alta velocidade dentro da cavidade de britagem. Os materiais entram na cavidade através da porta de alimentação e ali são impactados, cortados e moídos em partículas pelo martelo em alta velocidade. Os materiais menores que a medida mesh da peneira – situada embaixo do rotor – são peneirados para fora, enquanto que os maiores são novamente britados até atingirem o tamanho requerido, o qual pode ser ajustado trocando a chapa de peneiramento.



Figura 7: Britador de martelo

Fonte: SBM mining and construction machinery

Segundo Lima e Almeida (2006), que realizaram ensaios para verificar a qualidade final do RCD reciclado, a britagem feita com o britador de martelo seguida da passagem do produto no aeroseparador atingiu o padrão das normas vigentes, comprovando que o processamento de RCD com o britador de martelo foi mais eficiente que o britador de mandíbulas

Os britadores de cone (Figura 8) são equipamentos robustos que proporcionam alta produtividade, baixo custo operacional e longa vida útil. São equipamentos projetados para trabalho em estágios secundários e terciários de britagem, alterando a câmara de britagem para a configuração que melhor se adaptar as necessidades da aplicação. Os britadores de cone são providos de uma unidade hidráulica, composta de tanque, bomba hidráulica, pressostato, termostato, manômetros, válvulas de alívio, etc., que fará a lubrificação forçada dos elementos internos do equipamento, e este sistema funciona em circuito fechado (PIACENTINI Metalúrgica Bom Jesus, 2008).



Figura 8: Britador de Cone

Fonte: SBM mining and construction machinery (2008)

O britador giratório foi desenvolvido pelo aperfeiçoamento de suspensões e de unidades motrizes, o que permitiu que o equipamento passasse a efetuar a maior parte das triturações de minérios duros e de minerais em grande escala. A operação é intermitente, por isso requer uma potência elevada, mas o custo é baixo com energia. Consiste em um pilão cônico que oscila de uma cuba cônica maior, o almofariz. Os ângulos dos cones fazem com que a largura do espaço entre as duas peças diminua para o fundo das faces de trabalho. O pistilo ou pilão é constituído por uma camisa que gira livremente no seu eixo. Este é acionado por uma suspensão excêntrica inferior. O movimento diferencial que provoca atrito só pode ocorrer quando um pedaço de sólido é preso, simultaneamente, na parte de cima e na parte de baixo da passagem, graças à diferença de raios nestas duas regiões. As principais vantagens deste tipo de vibrador são: grande capacidade de trabalho; britam satisfatoriamente materiais duros; grandes vazões de alimentação. As principais desvantagens são: levado custo; pequena redução de tamanho dos sólidos, o que aumenta o tempo de produção (TRIPOD, 2008).

O rebitador de rolo (Figura 9) é o equipamento indicado para rebitar os materiais duros e abrasivos (TOBEMAQ Britagem e mineração, 2008).



Figura 9: Rebitador de rolo

Fonte: TOBEMAQ (2008)

O moinho de martelo (Figura 10) é a máquina especialmente projetada para a moagem de materiais de baixa abrasividade, sendo empregado, principalmente, na moagem de calcários e dolomitas para corretivos de solos (TOBEMAQ Britagem e mineração, 2008).



Figura 10: Moinho de martelo

Fonte: TOBEMAQ (2008)

Correias transportadoras:

As correias transportadoras (Figura 11) são feitas através do recobrimento de tecidos, de não-tecidos ou de telas metálicas com camadas de PVC plastificado. Como suas principais vantagens podem-se citar: durabilidade, estabilização contra propagação de fogo, qualidades antiestáticas, fácil higienização, excelentes propriedades mecânicas e versatilidade em design (SOLVAY INDUPA, 2008).

As correias transportadoras detêm posição dominante no transporte de materiais devido às suas inúmeras vantagens como: economia e segurança de operação, confiabilidade, versatilidade e enorme gama de capacidades. Estas são utilizadas em numerosos processos, em conexão com seu propósito normal de providenciar um fluxo contínuo de materiais entre operações (Catálogo de correias transportadoras Mercúrio, 2008).



Figura 11: Correia transportadora

Fonte: Correias transportadoras Mercúrio (2008)

Peneiras:

As usinas de reciclagem nacionais e, grande parte das usinas estrangeira empregam peneiramento a seco, através de peneiras vibratórias inclinadas. Normalmente emprega-se um conjunto de até três telas para fração graúda. O corte em malha acima de 20 mm é utilizado para se obter uma pedra-rachão normalmente empregada em atividades de enchimento em aterramentos. O corte em malha de 12,7 mm ou 9,5 mm são utilizados para se produzir dois diferentes tipos de britas recicladas. Somente a usina de Socorro emprega um corte na fração fina (malha 1,2 mm) por direcionar sua produção para agregados miúdos de RCD reciclados para uso em argamassa (ALMEIDA et al., 2005).

As peneiras vibratórias (Figura 12) inclinadas são comumente utilizadas para classificar produtos em geral, tais como areia, pedras, minério, carvão, etc. Estas funcionam de forma que o produto a ser classificado é lançado sobre a caixa de entrada, que por sua vez transporta o material para a superfície de peneiramento, onde está instalada a tela ou chapa perfurada de acordo com o corte desejado do material a ser classificado. O peneiramento ocorre devido a ação do acionamento através de um motor elétrico devidamente dimensionado que transmite a potência necessária ao eixo excêntrico por intermédio de correias trapezoidais, fazendo com que as vibrações produzidas devido suas massas excêntricas serem posicionadas de tal forma que resultam em um movimento linear que além de classificar o produto, desloca-o ao longo do corpo da peneira (PRICEMAQ LTDA, 2008).



Figura 12: Peneira vibratória

Fonte: PRICEMAQ LTDA (2008)

As grelhas vibratórias (Figura 13) são equipamentos utilizados na separação das pedras menores na alimentação de britadores e rebitadores, a fim de permitir que estes equipamentos trabalhem em seus níveis máximos de capacidade. Estes equipamentos são projetados para suportar os mais diversos regimes de trabalho, sua forma construtiva é robusta e permite uma

excelente eficiência de classificação. Apesar de sua robusta forma construtiva este equipamento apresenta uma construção simples, com facilidade de operação, além de ser adaptável nas mais diversas condições de instalações. A vibração destes equipamentos é causada por um elemento vibratório, composto de um eixo principal excêntrico e em suas extremidades possui contrapesos reguláveis facilitando assim o ajuste da amplitude do equipamento, este conjunto de eixo e contrapesos é apoiado em rolamentos auto-compensadores de rolos, lubrificados a graxa e protegidos por labirintos e retentores a fim de garantir um perfeito funcionamento e uma longa vida ao equipamento (PIACENTINI Metalúrgica Bom Jesus, 2008).



Figura 13: Grelha vibratória

Fonte: TOBEMAQ (2008)

Lavadores:

Os lavadores (Figura 14) são máquinas destinadas à desagregação e separação de rejeitos do material aproveitável. É aconselhável para materiais misturados com argila solúvel e para grossos em geral (TOBEMAQ Britagem e mineração, 2008)



Figura 14: Lavador de tambor

Fonte: TOBEMAQ (2008)

2.4. LEGISLAÇÃO PARA GESTÃO DE RCD

2.4.1. ABNT NBR 15112 – Resíduos de construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação

O principal objetivo desta norma é fixar os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo de RCD e resíduos volumosos. Esta norma define área de transbordo e triagem de resíduos de construção civil e resíduos volumosos (ATT), como sendo a “área destinada ao recebimento dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente”.

As principais condições para implantação são:

- Isolamento: portão em todo o perímetro para evitar acesso de pessoas estranhas e animais, além de cerca arbustiva ou arbórea no perímetro da instalação;
- Identificação: quanto as atividades desenvolvidas e aprovação do empreendimento;
- Equipamentos de segurança: equipamentos de proteção individual (EPI), contra cargas atmosféricas e contra incêndio;
- Sistemas de proteção ambiental: sistema de controle de poeira, dispositivo de contenção de ruídos, sistema de drenagem superficial e sistema primário de piso proporcionando acesso e utilização sob quaisquer condições climáticas.

O projeto deve ser composto de informações cadastrais, memorial descritivo, croqui do empreendimento e relatório fotográfico da área.

Os resíduos devem ser controlados quanto à procedência, quantidade e qualidade.

2.4.2. ABNT NBR 15113 – Resíduos sólidos de construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação

Os principais objetivos desta norma são: fixar os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos de construção civil classe A e de resíduos inertes; reservar os materiais de forma segregada, possibilitando o uso futuro ou, ainda, a disposição destes materiais com vistas à futura utilização da área; proteger as

coleções hídricas superficiais ou subterrâneas próximas, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

Condições de implantação:

- O local da implantação deve ser tal que o impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado; a aceitação da instalação pela população seja maximizada; esteja de acordo com a legislação de uso de solo e com a legislação ambiental;

- O acesso ao aterro deve ser protegido, executado e mantido de maneira a permitir sua utilização em qualquer condição climática, cercamento e cerca viva arbustiva ou arbórea no perímetro da instalação, portão para controle de acesso, sinalização que identifique o empreendimento;

- Deve dispor de iluminação e energia que permitam uma ação de emergência a qualquer tempo e uso imediato dos equipamentos;

- Deve ser fornecido treinamento adequado aos funcionários;

- Deve ser previsto sistema de monitoramento de águas subterrâneas no aquífero mais próximo da superfície dependendo do tamanho do aterro.

O projeto deve ser de responsabilidade de profissional credenciado ao CREA e conter: memorial descritivo, memorial técnico, cronograma de execução e estimativa de custos, desenhos e eventuais anexos.

Quanto às condições de operação devem ser aceitos somente resíduos de construção civil e resíduos inertes; os resíduos recebidos devem ser previamente triados na fonte geradora ou em áreas pré-estabelecidas no próprio aterro; os resíduos devem ser dispostos em camadas sobrepostas; devem ser utilizados EPI pelos funcionários e prevista proteção contra descargas atmosféricas e combate á incêndio.

2.4.3. ABNT NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação

O principal objetivo é “fixar requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil Classe A”. Esta se aplica “na reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados com características para aplicação em obras de infra-estrutura e edificações”.

As principais condições para a implantação de uma área de reciclagem de resíduos de construção civil classe A são:

- O local da implantação deve ser tal que o impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado; a aceitação da instalação pela população seja maximizada; esteja de acordo com a legislação de uso de solo e com a legislação ambiental;

- Portão em todo o perímetro para evitar acesso de pessoas estranhas e animais, além de cerca arbustiva ou arbórea no perímetro da instalação, sinalização quanto às atividades desenvolvidas;

- O acesso deve ser executado e mantido de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas;

- Deve dispor de iluminação e energia que permitam uma ação de emergência a qualquer tempo;

- Deve ser fornecido treinamento adequado aos funcionários;

- Devem ser mantidos adequadamente EPI, equipamentos de proteção contra descargas atmosféricas e de combate a incêndios;

- A instalação deve possuir um plano de inspeção e manutenção de modo a identificar e corrigir problemas que possam provocar eventos que prejudiquem o meio ambiente ou à saúde humana;

- Deve ser previsto um plano de controle e recebimento de operação, o qual contemple: controle de entrada de resíduos recebidos, discriminação dos procedimentos de triagem, reciclagem, armazenamento e outras operações realizadas na área, descrição da destinação dos resíduos a serem rejeitados, reutilizados ou reciclados; controle de qualidade dos produtos gerados.

2.5. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

2.5.1. Plano de negócios

Segundo o SEBRAE-SP (2005), o plano de negócios (PN) é um documento pelo qual o empreendedor formalizará os estudos a respeito de suas idéias, transformando-as num negócio. No plano de negócios estará registrado o conceito do negócio, os riscos, os concorrentes, o perfil da clientela, as estratégias de marketing, bem como todo o plano

financeiro que viabilizará o novo negócio. Além disso, é um ótimo instrumento de apresentação do negócio para o empreendedor que procura sócio ou um investidor. O plano de negócios não tem um caráter estático, mas sim, dinâmico. Na medida em que há mudanças do cenário do mercado, da economia, da tecnologia ou das ações dos competidores, deve ser feita à revisão do plano de negócios. Isso, em geral, requer uma revisão semestral do plano, mas, dependendo do tipo de negócio e da situação do mercado, é necessário fazer essa revisão em períodos maiores ou menores.

“É importante manter a clareza e simplicidade dos PN. Cada página de um deve ser escrita como se fosse um resumo do assunto, o que significa que as palavras são escolhidas para levar o máximo de informação em cada frase” (BOLSON, s/d, pg. 91).

As quatro funções críticas de um plano de negócios são (STONE 2001):

- Ajuda a esclarecer, concentrar e verificar o desenvolvimento do negócio;
- Proporciona uma moldura para que se ponha em prática a estratégia de desenvolvimento do negócio;
- O documento pode ser usado como base de discussão com terceiros que tenham um interesse potencial ou existente no negócio, como acionistas, bancos ou outros investidores;

Ele define metas e objetivos com os quais o desempenho real pode ser comparado e revisado.

Segundo Stone (2001), um plano de negócios deve ser encarado como uma parte do processo de planejamento. Ele nunca se completa, porque uma série de fatores podem torná-lo, imediatamente desatualizado. Esses fatores podem incluir inadimplência dos clientes, custos aumentados ou inesperados, entre outros. Além disso, o autor afirma que a preparação de um plano de negócios bem estruturado e compreensível não garante o sucesso por si só, mas a falta de um bom plano assegura o fracasso.

Em pesquisa de 2003, o Sebrae-SP constatou que 31% das empresas fracassam no primeiro ano de operação, e 60% não conseguem chegar a cinco anos de vida. Em comum, estas empresas apresentam sinais de que foram deficientes principalmente em duas questões fundamentais: planejamento prévio ou estruturação do negócio e gestão (SEBRAE, 2005).

Segundo este mesmo manual, as perguntas que devem ser respondidas em um plano de negócios são:

- Quais produtos a Usina de Reciclagem vai oferecer?
- Como serão obtidos os produtos para comercialização?
- O que de melhor será oferecido?

- Quem é e onde está o cliente?
- Onde será instalada a empresa?
- Qual deve ser a competência dos dirigentes da empresa?
- Como será a empresa?
- Que preço será cobrado?
- Que resultado será obtido?
- Qual investimento será necessário? Quando virão os resultados? Por quanto tempo suportará movimento fraco?

2.5.2. Engenharia econômica

Engenharia econômica é aplicar a análise e síntese econômica ou matemática às decisões de engenharia ou um campo de conhecimentos e técnicas envolvidas na avaliação do valor de mercadorias e serviços relativamente ao custo e nos métodos de estimar os dados. Nos problemas de engenharia econômica considera-se que todos os pagamentos ou séries de pagamentos futuros que reembolsem uma quantia presente com juros são equivalentes, podendo esses valores ser calculados por fórmulas adequadas, que se podem representar por fatores. Desta forma, é possível comparar alternativas de investimento com diferentes séries prospectivas de receitas e despesas utilizando os métodos do valor anual equivalente, valor presente, taxa de rendimento e/ou análise benefício-custo. Estes métodos, quando utilizados corretamente, permitem chegar a conclusões idênticas (WIKIPÉDIA, 2008).

Matemática financeira:

Segundo Pilão e Hummel (2006, p. 3) “a matemática financeira constitui-se na principal ferramenta da Engenharia econômica; é com base nela que podemos comparar diversas opções de investimentos”.

O objetivo da matemática financeira é estudar a evolução do dinheiro no tempo. Esta abrange vários termos tais como: juros, taxas de juros, resgate, entre outros (JÚNIOR, 2002).

O fluxo de caixa é a relação dos pagamentos e os recebimentos que uma companhia, ou pessoa física deverá honrar ou fazer jus num determinado espaço de tempo; a maneira mais fácil de expressar o funcionamento do fluxo de caixa é através de gráficos (Figura 15), nos quais é possível expressar a entrada e a saída de numerário de um investimento, de um

projeto, ou até mesmo todo o fluxo financeiro. No gráfico o tempo (n) é representado por uma reta ou escala de tempo orientada da esquerda para a direita, a qual tem origem na extrema esquerda com a data zero. Esta reta é interceptada por pontos, os quais representam certo tempo (dias, semanas, meses, etc.). Esta representação gráfica pode ser visualizada na Figura 15 (PILÃO e HUMMEL,2006, p. 3 - 4).

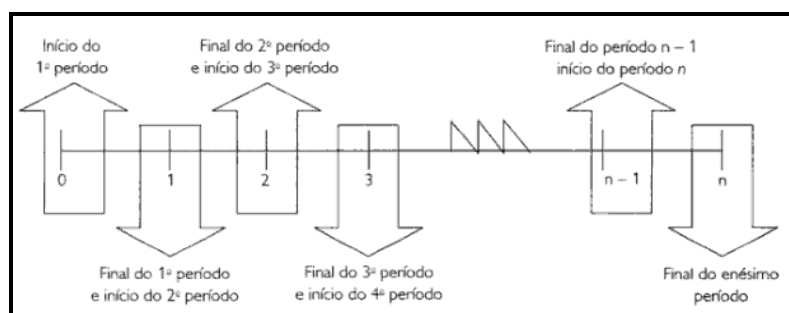


Figura 15: Representação gráfica do fluxo de caixa

Fonte: Pilão e Hummel (2006)

Segundo Camargo (1998), juro é o valor em dinheiro pago pelo uso de um empréstimo, ou é o valor em dinheiro recebido pelo valor emprestado, o autor ainda define taxa de juros como sendo a relação entre o dinheiro recebido pelo empréstimo e o dinheiro emprestado; e afirma que existe um risco inerente em qualquer investimento; normalmente a taxa de juros deve compensar o risco que se assume em um investimento. Quanto maior o risco, maior deve ser a taxa de juros.

Newman e Lavelle (2000) concluem que o juro calculado pelo método dos juros simples pode ser obtido pela fórmula a seguir, onde P é a importância emprestada, i é a taxa anual de juros simples, e n é o prazo em anos.

$$\text{Juro total} = P \times i \times n = Pin$$

Sendo F o montante devido ao final do empréstimo:

$$F = P + Pin$$

Juro composto é a incidência de juros sobre os juros de um determinado período de tempo; ou seja, chamando P o valor investido, ao final do mês este valor será de P mais os juros referentes à P. (CAMARGO, 1998). Em outras palavras, uma importância P, agora se transforma em $P(1+i)^n$ em n períodos. Esta é a fórmula do valor futuro para pagamento único, que se escreve como notação funcional como (NEWMAN e LAVELLE, 1998):

$$P = F/(1+i)^n$$

Segundo Camargo (1998) taxa nominal de juros é um valor que se refere aos juros de uma determinada aplicação desprezando o efeito dos juros compostos quando o período de capitalização é menor que o período de aplicação do dinheiro.

Taxa efetiva de juros por ano é a consideração dos juros compostos em uma determinada aplicação desprezando o efeito dos juros compostos quando o período de capitalização é menor que o período de aplicação do dinheiro (CAMARGO, 1998); ou simplesmente, é a taxa anual de juro sem levando em conta o efeito dos juros compostos. Então a fórmula, onde r =taxa nominal de juro por ano e m =número de períodos de capitalização, dentro do ano (NEWMAN e LAVELLE, 1998):

$$i_a = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$$

Ou introduzindo-se a taxa efetiva de juro por período de capitalização, $i=r/m$:

$$i_a = (1 + i)^m - 1$$

Taxa mínima de atratividade:

A taxa mínima de atratividade, também chamada de custo de oportunidade ou taxa de desconto, é aquela que paga pelo mercado financeiro em investimentos correntes (poupança, fundos de investimento, etc.). Essa taxa é utilizada para representar os fluxos de caixa em valores presentes (WESTPHAL e LAMBERTS, 1999).

Segundo Pilão e Hummel (2006; pg. 89) a “taxa mínima de atratividade (TMA) representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento, ou o máximo que um tomador de dinheiro se propõe a pagar ao fazer um financiamento. Ela é formada basicamente a partir de três componentes, que fazem parte do denominado “cenário administrativo”, ou do cenário para tomada de decisão: o custo de oportunidade, o risco do negócio e a liquidez do negócio”.

Há vários métodos para o cálculo desta taxa de atratividade, a seguir serão citados alguns deles (BAUER, 2003):

- Método do valor anual: neste método calcula-se o valor atual das receitas e o valor atual das despesas e por fim se faz a diferença entre o valor atual dos valores por receber e o valor atual dos valores por pagar, sempre nesta ordem;

- Método do valor periódico equivalente: consiste em transformar todos os valores, tanto da receita como da despesa em valores periódicos iguais. Encontrando os valores periódicos iguais, calcula-se a receita – (menos) despesa, sempre nesta ordem;

- Método da taxa interna de retorno: neste método se quer determinar qual é o percentual que o investimento está proporcionando; para isto deve-se encontrar a taxa que faz com que a receita seja igual à despesa em determinado momento. Normalmente calcula-se o valor atual tanto da receita quanto da despesa, procurando fazer isso com uma taxa que os deixa iguais na data do investimento;

- Método do índice de benefício sobre custo: consiste em apurar um índice, dividindo o Valor Atual do fluxo de caixa, sem o investimento inicial, pelo valor do investimento inicial;

- Método da vida de retorno do investimento ou Payback ajustado: verifica-se quanto tempo é necessário para que seja recuperado o valor investido, considerando o ganho da taxa de atratividade;

- Método do período de retorno do capital ou Payback: Neste método não se considera taxa de atratividade;

Risco e incerteza:

O risco do negócio é um componente da TMA, já que o ganho tem que remunerar o risco inerente à adoção de uma nova ação. “Por exemplo, se investirmos nosso dinheiro em uma Caderneta de Popança, o risco associado será extremamente pequeno, praticamente nenhum, uma vez que no Brasil ela é garantida tanto pelo nosso banco, como pelo Governo Federal. Entretanto é importante notarmos que sua remuneração é condizente com o risco, ou seja, também pequena” (PILÃO e HUMMEL, 2006, p. 90).

Inflação:

Bauer (2003) define inflação como sendo a alta generalizada dos preços. Segundo a Enciclopédia Wikipédia, inflação é a queda do valor de mercado ou poder de compra do dinheiro; isso é equivalente ao aumento do nível geral dos preços.

Os fluxos de caixa podem ser montados em termos de valores correntes (ou nominais), que incluem a inflação sobre todos os componentes de fluxo de caixa, ou em termos de valores constantes (ou reais), isto é, valores que mantêm o poder aquisitivo ao longo do

tempo. É importante tratar a inflação de uma maneira coerente, ou seja, todos os componentes do fluxo de caixa devem ser estimados ou em valores constantes ou em valores correntes. É importante salientar que quando a inflação afeta de maneira diferenciada os componentes do fluxo de caixa do projeto, o fluxo de caixa deve ser estimado em valores correntes, sob pena de provocar graves distorções no cálculo do fluxo líquido de caixa do projeto e, conseqüentemente, na estimativa do seu valor (GALESNE et al., apud JADOVSKI, 2005).

Horizonte de planejamento:

Também conhecido como período de análise, o horizonte de planejamento é o tempo ou o prazo para que certa operação seja realizada. Assim, devem-se considerar as conseqüências de cada alternativa para esse período de tempo. Em problemas de engenharia econômica, encontram-se três situações diferentes de período de análise (NEWMAN E LAVELLE, 1998, p. 96):

- A vida útil de cada alternativa é igual ao período de análise;
- As alternativas têm vidas úteis diferentes no período de análise;
- Há um período de análise infinito.

Análise de investimentos:

A análise econômica de projetos deve ser vista como sendo o conjunto de comparações entre alternativas econômicas. Os projetos possuem um lado técnico de como fazer o produto (ou serviço) e um lado econômico que traduz em valores as diversas grandezas físicas transformadas para dinheiro. É necessário reconhecer claramente as opções, descrevendo-as separadamente, sendo que as decisões são baseadas nas respostas esperadas de cada projeto, já existe uma alternativa natural, que é a comparação com o custo do dinheiro (FILHO, 2004).

Basicamente toda a operação financeira é representada em termos de fluxos de caixa, ou seja, em fluxos futuros esperados de recebimentos e pagamentos de caixa. A avaliação desses fluxos consiste, em essência, na comparação dos valores presentes, calculados segundo o regime de juros compostos a partir de uma dada taxa de juros, das saídas e entradas de caixa (NETO, 2001).

“Os modelos para decisão de investimentos partem da idéia de verificar a viabilidade econômica de um investimento, antes de sua implementação. Os modelos de decisão de mensuração do valor da empresa centram-se em determinar o valor de uma empresa em

andamento. Como uma empresa em andamento é fruto de um conjunto de investimentos em operação, já decididos no passado, os critérios de avaliação devem ser os mesmos. Em outras palavras, os mesmos critérios adotados para a decisão de investir devem ser utilizados para a mensuração do valor desses mesmos investimentos em operação” (PADOVEZE, 2004, p. 250).

Método do Valor Presente Líquido

“Um investimento é feito no pressuposto de gerar um resultado que supere o valor investido, para compensar o risco de trocar um valor presente certo por um valor futuro com risco de sua recuperação. Esse resultado excedente é a rentabilidade do investimento e é o prêmio por investir. Esse prêmio é o conceito que fundamenta a existência dos juros como pagamento pelo serviço prestado ao investidor pelo ato de emprestar dinheiro para um terceiro” (PADOVEZE, 2004; p. 251).

O método do valor presente líquido é o modelo clássico para a decisão de investimentos, este compreende algumas variáveis: o valor do investimento, o valor dos fluxos futuros de benefícios (de caixa, de lucro, de dividendos, de juros), A quantidade de períodos em que haverá os fluxos futuros e a taxa de juros desejada pelo investidor (PADOVEZE, 2004).

“O valor presente líquido significa descontar o valor dos fluxos futuros a uma determinada taxa de juros, de tal forma que o fluxo futuro apresente-se a valores de hoje ou ao valor atual” (PADOVEZE, 2004; p. 252).

Método do Fluxo Anual de Caixa

No método do fluxo anual de caixa comparam-se alternativas baseadas em seus fluxos de caixa anuais equivalentes. Dependendo da situação pode ser calculado o Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), o Benefício Anual Uniforme Equivalente (BAUE) ou a diferença entre eles (CAUE-BAUE) (NEWNAN E LAVELLE, 2000).

Segundo NEWNAN E LAVELLE (2000), os quatro pontos essenciais para os cálculos de fluxo de caixa são:

- Há uma relação direta entre o valor presente do custo e o custo anual uniforme equivalente: $CAUE=(VP \text{ do custo})(A/P, i,n)$;

- Em um problema, um desembolso de dinheiro aumenta o CAUE, enquanto um recebimento de dinheiro diminui o CAUE;
- Quando há desembolsos irregulares de caixa durante o período de análise, um método conveniente da resolução consiste em determinar, primeiro o valor presente do custo; em seguida com o auxílio da equação: $CAUE = (VP \text{ do custo}) / (A/P, i, n)$, pode-se calcular CAUE;
- Quando há uma seqüência crescente uniforme, o CAUE pode ser calculado rapidamente com o auxílio do fator de série em gradiente aritmético crescente, $(A/G, i, n)$.

Método da Taxa Interna de Retorno

“O método da Taxa Interna de Retorno (TIR) é aquele que nos permite encontrar a remuneração do investimento em termos percentuais. Encontrar a TIR de um investimento é o mesmo que encontrar sua potência máxima, o percentual exato de remuneração que o investimento oferece” (PILÃO e HUMMEL, 2006; pg. 125).

Métodos dos investimentos incrementais

O método dos investimentos incrementais é o exame das diferenças entre alternativas. Dando ênfase às alternativas estamos na verdade decidindo se os custos diferenciais são ou não justificados por benefícios diferenciais. Este método pode ser resolvido de forma gráfica ou numérica (NEWNAN E LAVELLE, 2000).

Outras técnicas de análise

Segundo NEWNAN e LAVELLE (2000) as outras técnicas de análise que podem ser utilizadas são: Método do Valor futuro, Método do Benefício-Custo; Método do Prazo de Retorno do Investimento e Análise de Sensibilidade e do Ponto de Equilíbrio:

-O Método do valor futuro nos mostra qual será a situação futura se adotarmos agora um determinado curso da ação.

-O Método do Benefício-Custo faz os cálculos com base na razão benefício-custo, B/C.

-O Método do Prazo de Retorno ou Recuperação do Investimento baseia-se na definição de que o prazo de retorno é o período de tempo necessário para que o lucro ou outros benefícios de um investimento igualem o custo do investimento, então: $\text{Prazo de retorno} = \text{Custo} / \text{Benefício anual constante}$.

- A Análise de Sensibilidade e Ponto de Equilíbrio, serve para analisar o impacto de qualquer estimativa, procurando determinar que variação de uma certa estimativa seria necessária para modificar determinada decisão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo, desenvolvido através de um estudo de caso, tem como finalidade pesquisar a viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de RCD na cidade de Ijuí/RS.

A pesquisa caracteriza-se como sendo do tipo bibliográfica, documental, qualitativa e quantitativa, uma vez que foram buscadas na bibliografia informações para o desenvolvimento do plano de negócios, foram utilizados questionários nas usinas de reciclagem visitadas e, além disso, foi quantificado o entulho necessário para a viabilidade econômica da usina de reciclagem.

A pesquisa bibliográfica consistiu no exame da literatura científica, para levantamento e análise do que já se produziu sobre determinado tema. Os principais objetivos da pesquisa bibliográfica são (UFJF, 2008):

- Conhecimento exaustivo do que já foi publicado sobre o assunto;
- Atualização do pesquisador, evitando-se duplicação de pesquisas, redescobertas, acusações de plágio e perda de tempo;
- Atualização do profissional e/ou educação continuada.

A pesquisa documental é aquela elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico (SILVA e MENEZES, 2001). O método da pesquisa documental vale-se de documentos originais, que ainda não receberam tratamento analítico por nenhum autor. Os documentos que podem fazer parte desta são: documentos institucionais conservados em arquivos; documentos institucionais de uso restrito; documentos pessoais, como cartas e e-mails; fotografias, vídeos, gravações; leis, projetos, regulamentos, registros de cartório; catálogos, listas, convites, peças de comunicação; instrumentos de comunicação institucionais (UFRGS, 2007).

A pesquisa qualitativa admite que haja uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Caracteriza-se por ser descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar

seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais da abordagem (SILVA e MENEZES, 2001, p. 20).

A pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, sendo traduzidas em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer uso de recursos e de técnicas estatísticas, como (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.) (SILVA e MENEZES, 2001, p. 20).

Um estudo de caso não é exatamente uma metodologia, e sim uma estratégia de pesquisa. Não basta que você tenha um objeto empírico para que tenha “um estudo de caso”. Para que este assim se configure, deve cumprir certas exigências (UFRGS, 2007):

- ser um estudo intensivo;
- preservar o caráter único do objeto investigado;
- ocorrer no ambiente natural do objeto;
- ser limitado quanto a tempo, eventos ou processos.

3.2. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Foi realizada uma visita técnica à usina de reciclagem da cidade de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, com o objetivo de conhecer mais de perto os equipamentos utilizados no processo de reciclagem dos RCD, a rotina da usina, os gastos fixos que a usina possui, entre outras variáveis importantes para a elaboração do plano de negócios da usina de reciclagem, as quais foram obtidas através de uma entrevista que é composta pelas seguintes questões:

1. Foi levantada a quantidade de entulho da cidade para verificar a viabilidade econômica da usina? Como?
2. Quais os critérios utilizados para a escolha dos equipamentos e o produto a ser produzido?
3. Quantos funcionários há na usina?
4. Existe algum incentivo fiscal do poder público para o funcionamento da usina?
5. Quais as etapas para o licenciamento da usina de reciclagem de RCD?
6. Existe alguma norma específica para este tipo de usina?
7. O terreno é alugado ou próprio?
8. Qual o custo do material reciclado? Por quanto é vendido?
9. De onde surgiu a iniciativa para a montagem da usina?

10. Quanto é gasto por mês com água e luz?

11. De quanto em quanto tempo é feita manutenção dos equipamentos?

Com o conhecimento adquirido na visita à usina, foi elaborado um plano de negócios, visando planejar a Usina de Reciclagem de RCD.

Então, foi realizado um estudo de mercado dos valores dos equipamentos novos e usados que compõem uma usina de reciclagem, além disso foi estudado o valor de um terreno, situado no distrito industrial da cidade de Ijuí, para as instalações da usina.

Com as informações de todos os equipamentos necessários para o funcionamento da usina e demais instalações necessárias para o seu funcionamento, foi elaborada uma planilha eletrônica no programa Microsoft Excel 2003 com os dados obtidos nas visitas técnicas e na revisão bibliográfica, visando obter como resultado a viabilidade econômica ou não da usina de reciclagem.

4. RESULTADOS

4.1. VISITA TÉCNICA

No dia 6 de maio de 2008 foi realizada uma visita técnica à empresa GR2 Gestão de Resíduos, localizada na BR 158, na cidade de Santa Maria/RS. A GR2 Gestão de Resíduos é uma empresa especializada na gestão dos Resíduos da Construção Civil. Atualmente, a empresa atua como gestora de uma área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil - ATT associada com uma área de Reciclagem, no município de Santa Maria-RS. Além disso, a empresa já está efetuando estudos para que a ATT produza resíduos reciclados para serem usados nos mais diversos tipos de materiais tais como: sub-base de estrada, argamassa, meio-fio, blocos de vedação e etc.

Desta forma, a GR2 Gestão de Resíduos vem auxiliando a indústria da construção civil e os municípios, a consolidar as idéias do modelo de desenvolvimento sustentável, preservando os recursos naturais, de modo a garantir para as gerações futuras iguais condições de desenvolvimento e um ambiente socialmente justo.

A empresa possui como responsável técnico o Engenheiro Civil Gilson Tadeu A. Piovezan Junior e o Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho Ricardo Pippi Reis.

Conforme acordo firmado com a prefeitura de Santa Maria e conforme foi estabelecido no Projeto de Gerenciamento Integrado dos Resíduos da Construção Civil (PGIRCC) da cidade, todo o resíduo gerado em construções ou demolições deverá ser encaminhado até a empresa, a não ser que possuam outra destinação adequada.

Durante esta visita foi possível conhecer as instalações da empresa e o seu funcionamento. O terreno onde a empresa está localizada tem extensão de sete hectares (Figura 16), e neste estão distribuídas às diversas atividades desenvolvidas nesta.



Figura 16: Vista parcial do terreno onde está localizada a empresa

Na entrada da empresa há um escritório onde trabalham os engenheiros responsáveis, como pode ser visto na Figura 17.



Figura 17: Escritório

Ao chegar à empresa, o caminhão é identificado e descarrega o entulho em local pré-determinado, como mostra a Figura 18, então é realizada a separação manual deste por funcionários da empresa. Separados os resíduos são acondicionados em locais diferentes.



Figura 18: Caminhão coletor de entulho descarregando em local apropriado na empresa

Os resíduos classe A são armazenados em uma pilha, próxima ao local de britagem, como pode ser visto na Figura 19.



Figura 19: Resíduos classe A

Os resíduos classe B são armazenados em local apropriado que possibilite que as cooperativas o recolham para sua reciclagem (Figura 20), a madeira é armazenada separadamente dos demais resíduos Classe B (Figura 21).



Figura 20: Resíduos classe B



Figura 21: Madeira

Os resíduos classe C são acondicionados como mostra as Figuras 22(a) e 22(b), antes de serem enviados ao seu destino adequado em uma empresa de Porto Alegre/RS.



Figuras 22(a) e 22(b): Resíduos classe C

Na Figura 23, pode-se observar o local onde são acondicionados os resíduos classe D antes de serem enviados a um aterro industrial.



Figura 23: Resíduos classe D

Ainda há um local onde são acondicionados os resíduos residenciais (Figura 24) que são trazidos junto nas caçambas de RCD, estes são acondicionados temporariamente na empresa e é de responsabilidade da prefeitura local sua destinação final.



Figura 24: Resíduos residenciais

As figuras 25(a) e 25(b) mostram o resíduo classe A sendo britado e o agregado reciclado pronto para a comercialização.



Figuras 25(a) e 25(b): Agregado reciclado

Há na empresa um vestiário, refeitório e banheiros para os seus trabalhadores, como mostra a Figura 26 a seguir.



Figura 26: Vestiário, refeitório e banheiro

A Figura 27 mostra um esquema da empresa, com os locais de deposição de cada tipo de resíduo e demais instalações.

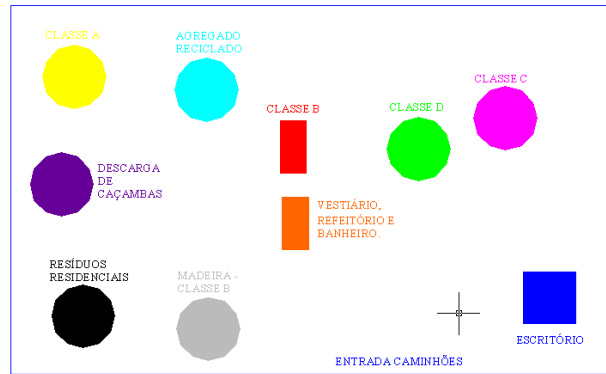


Figura 27: Esquema da empresa GR2 Resíduos (sem escala)

O britador utilizado para produzir o agregado reciclado é um britador de mandíbulas móvel rebocável com alimentador vibratório, da marca JOK'S Britadores e Usinas de Asfalto (Figura 28).



Figura 28: Britador utilizado pela empresa

Este britador possui motor estacionário à diesel, semi-reboque metálico construído em chassi único com dois eixos sendo um rígido e outro móvel, suspensão rígida e cambão de direcionamento e locomoção do conjunto. É composto por Alimentador Vibratório com grelha com acionamento especial, transportador de correias articulável, reservatório para combustíveis, filtros, sistema de segurança e proteção para operador, como: passarelas de inspeção, protetor gradeado para os componentes de acionamento, toldo metálico de proteção sol/chuva, painel de comandos e quatro cilindros estabilizadores fixados ao chassi do conjunto móvel, para instalação rápida em serviço.

Ainda é utilizada uma retro-escavadeira para o transporte do RCD dentro da empresa, este equipamento pode ser visto na Figura 29.



Figura 29: Retro escavadeira

Durante a visita foi feita uma entrevista com o engenheiro responsável pela empresa Gilson Tadeu A. Piovezan Junior, composta por 11 questões apresentada a seguir:

1. Foi levantada a quantidade de entulho da cidade para verificar a viabilidade econômica da usina? Como?

Sim, as quantidades de Resíduos de construção civil (RCC) gerados em Santa Maria foram obtidas em minha dissertação de mestrado, aonde se chegou à conclusão de que é coletado pelas empresas transportadoras de entulho um volume médio de 3184 m³/mês de RCC.

2. Quais os critérios utilizados para a escolha dos equipamentos e o produto a ser produzido?

Através de um estudo de mercado se chegou aos equipamentos utilizados na empresa.

3. Quantos funcionários há na usina?

Atualmente há cinco funcionários na usina: um engenheiro, um gerente, e três funcionários.

4. Existe algum incentivo fiscal do poder público para o funcionamento da usina?

Não.

5. Quais as etapas para o licenciamento da usina de reciclagem de RCD?

Licença prévia (LP), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO).

6. Existe alguma norma específica para este tipo de usina?

Não.

7. O terreno é alugado ou próprio?

É próprio.

8. Qual o custo do material reciclado? Por quanto é vendido?

O custo de produção é de R\$8,00/m³, e é vendido por R\$12,00/m³.

9. De onde surgiu a iniciativa para a montagem da usina?

Durante o mestrado.

10. Quanto é gasto por mês com água e luz?

O gasto com água e luz é quase insignificante, o maior gasto é com diesel para o britador, que chega a R\$ 700,00 por mês.

11. De quanto em quanto tempo é feita manutenção dos equipamentos?

Ainda não foi realizada manutenção de nenhum equipamento.

4.2. LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA USINA DE RECICLAGEM DE RCD

Licença é o documento que autoriza, pelo prazo constante no mesmo, a viabilidade, a instalação ou o funcionamento de um empreendimento e determina os condicionantes ambientais.

O licenciamento da usina de reciclagem de RCD deverá ser feito juntamente à FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler; através do seu site. Neste, não há uma atividade que se refere especificamente às usinas de reciclagem de RCD, portanto optou-se pela atividade 3544,2: Usinas de compostagem sem aterro de resíduo sólido urbano. Em seguida foi selecionado o porte da cidade em que será instalada esta usina, no caso deste estudo trata-se de uma cidade de porte médio, de 50.000 a 100.000 habitantes.

O processo de licenciamento deste tipo de empreendimento é composto por três licenças: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO).

A LP deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento. Isto deve ser feito com o preenchimento de um formulário acessível no site da FEPAM, o qual se encontra no Anexo A. Neste podemos especificar as atividades que serão realizadas na usina de reciclagem, além de obter informações dos documentos necessários que devem ser enviados juntamente com a licença à FEPAM.

Aceita a LP, deve-se solicitar a LI, na fase anterior à execução das obras referentes ao empreendimento; nesta fase são analisados os projetos e somente após a emissão deste documento poderão ser iniciadas as obras deste empreendimento.

Ao término das obras deve ser solicitada a LO, sendo que somente após a emissão deste documento o empreendimento poderá iniciar o seu funcionamento.

Os documentos necessários à licença de uma usina de reciclagem são basicamente:

- Planta de situação do empreendimento no município em escala 1:5000, contemplando: orientação magnética, demarcação da área e atividades existentes em faixa com 500m de largura no entorno do empreendimento, demarcação do sistema viário com denominação oficial. Esta pode ser executada por um Engenheiro Civil;

- Laudo da Cobertura Vegetal da área de implantação contendo, no mínimo, caracterização das formações vegetais ocorrentes, estágios sucessionais, grau de conservação, relação de espécies (nome comum e nome científico) e identificação das espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e imunes ao corte; o qual poderá ser executado por um Biólogo;

- Levantamento planialtimétrico com curvas de nível, equidistantes de 1 metro, em escala de 1:1000, demarcando todos os recursos naturais existentes, como por exemplo: recursos hídricos superficiais e subterrâneos, solo, vegetação, etc.; este pode ser executado por um Engenheiro Civil;

- Documento de autorização dos órgãos responsáveis pela administração das unidades de conservação existentes num raio de 10 km do empreendimento;

- ART dos responsáveis técnicos;

- Laudo Geológico com ART do responsável técnico, contendo no mínimo: testes de permeabilidade do solo de acordo com a NBR 7229/93, planta de localização dos pontos; perfil litológico até a profundidade de três metros com marcação da altura do lençol freático. Este laudo deve ser feito por um Geólogo.

4.3. PLANO DE NEGÓCIOS

Para a realização deste plano de negócios, utilizaram-se as questões sugeridas no Manual do SEBRAE-SP (2005), para a implantação de usinas de reciclagem.

- Quais produtos a usina de reciclagem vai oferecer?

A usina de reciclagem irá oferecer um agregado reciclado com potencial para substituir a bica corrida para ser utilizado como material de enchimento. Sendo que bica corrida é um material de produtos de britagem que normalmente não possui uma granulometria definida, o qual é usado como base e sub-base de pavimentação de estradas e piso de concreto.

- Como serão obtidos os produtos para comercialização?

Para a obtenção do Resíduo de Construção e Demolição (RCD) necessário para a confecção do agregado reciclado, será implantada uma central de recebimento de RCD, na qual as empresas transportadoras da cidade irão descarregar as caçambas recolhidas. Em seguida, uma equipe da central de recebimento de RCD fará a triagem manual deste, separando-o em classes A, B, C e D, conforme a Resolução N°307 do CONAMA, e ainda em resíduos residenciais. Os resíduos classe A serão triturados por um triturador móvel rebocável com alimentador vibratório da marca Joks, sendo que será calibrada a dimensão do agregado reciclado conforme as normas vigentes para areia ou brita graduada. Estes agregados então serão comercializados.

- O que de melhor será oferecido?

Serão oferecidos agregados que substituirão à areia e brita graduada, e que serão mais baratos que os oferecidos no mercado e, além disso, serão ecologicamente corretos, pois seu reaproveitamento evitará que os resíduos da construção civil sejam lançados no meio ambiente, além de diminuir a extração de matérias-primas finitas.

- Quem é e onde está o cliente?

Os clientes serão engenheiros, arquitetos, empreiteiras e cidadãos comuns da cidade de Ijuí e região.

- Onde será instalada a empresa?

A empresa será instalada em um terreno de aproximadamente 20.000m² localizado no bairro industrial, na cidade de Ijuí/RS.

- Qual deve ser a competência dos dirigentes da empresa?

Os dirigentes da empresa deverão assegurar a qualidade do agregado reciclado, realizando os ensaios laboratoriais necessários para verificar sua adequada utilização.

- Como será a empresa?

A empresa será composta de um escritório com banheiro para o engenheiro responsável, para atendimento ao público e comercialização dos produtos; um vestiário para os funcionários com banheiro e uma guarita para a inspeção das cargas de RCD que chegam à empresa. O terreno no qual a empresa será instalada será cercado e arborizado em todo o seu perímetro. Os equipamentos necessários para o funcionamento da empresa são: três computadores, uma impressora, um britador, uma retro-escavadeira, EPI para os funcionários e pás para a triagem do RCD.

- Que preço será cobrado?

Não será cobrado para receber o RCD depositado na central de recebimento. O agregado reciclado será vendido pelo valor de R\$28,00 o metro cúbico.

- Que resultado será obtido?

O resultado obtido será positivo para os períodos de retorno de investimento de 3, 4, 5 e 10 anos, considerando uma TMA de 12% ao ano.

- Qual investimento será necessário? Quando virão os resultados? Por quanto tempo suportará movimento fraco?

O investimento necessário para a implantação do empreendimento será de R\$607.750,24, sendo que este poderá ser pago em um período de tempo de 3 a 10 anos, havendo ainda lucro ao final do mês para a empresa.

Para verificar por quanto tempo suportará movimento fraco, realizaram-se simulações, considerando-se as vendas de 30, 40 e 50% do agregado reciclado para o primeiro ano de funcionamento da empresa, considerando-se um período de retorno de 10 anos para o empreendimento. O resultado destas simulações está expresso na Tabela 8.

Tabela 8: Simulação de movimento fraco nas vendas do empreendimento

% DE VENDAS	TEMPO (ANOS)	RECEITA BRUTA	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO	IMPOSTOS	DEPRECIÇÃO	RECEITA LÍQUIDA
30	1	283852,8	273931,56	88645,44	29123,30	60775,02	-107847,50
40	1	378470,4	273931,56	88645,44	42805,00	60775,02	-26911,60
50	1	473088,0	273931,56	88645,44	53932,03	60775,02	56578,97

Conforme os resultados verificados na Tabela 8 pode-se concluir que a empresa necessita vender pelo menos 50% da sua produção para obter receita líquida positiva.

4.4. ÁREAS DE DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RCD

Com o objetivo de justificar a aplicação da Resolução N°307 do CONAMA na cidade em estudo, foram identificados os locais de deposição irregular de RCD.

Observou-se que a maioria destes localiza-se às margens das rodovias que circundam a cidade, podendo-se concluir que a distância do local para a deposição do RCD na cidade não é um problema.

Nas figuras 30 a 36, a seguir, estão apresentados os locais de deposição de RCD identificados:

- Trevo de acesso à Ijuí, BR 285



Figura 30: Área de deposição irregular de RCD no trevo de acesso à Ijuí, BR 285

- BR 285 – km 456



Figuras 31(a) e 31(b): Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 456

-BR 285, km 337



Figura 32: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 337

-BR 285 – Km 336



Figura 33: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 336

-BR 285, km 458



Figuras 34-a e 34-b: Área de deposição irregular de RCD na BR 285, km 458

-RS 342, trevo de acesso ao Campus da UNIJUI.



Figura 35: Área de deposição irregular de RCD na RS 342, próximo ao trevo de acesso ao Campus da UNIJUI

- Bairro: Pindorama, ao lado da Pedreira.



Figura 36: Área de deposição irregular de RCD no Bairro: Pindorama, ao lado da Pedreira

Ao todo foram identificados sete grandes pontos de deposição de RCD na cidade. A seguir, apresenta-se um mapa da cidade de Ijuí com a localização desses pontos:

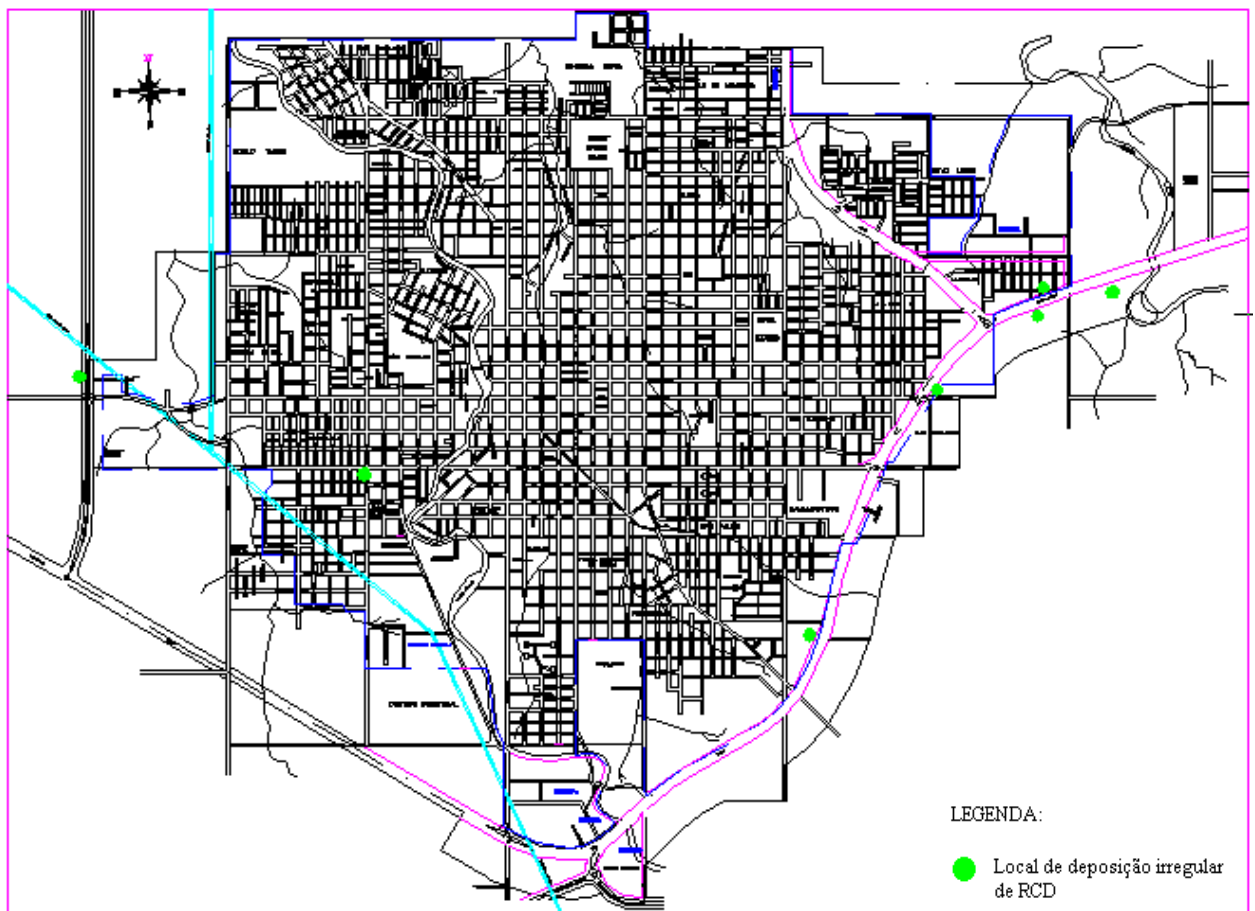


Figura 37: Localização das áreas de deposição irregular de RCD na cidade de Ijuí

4.5. VIABILIDADE ECONÔMICA

Para a verificação da viabilidade econômica da instalação de uma usina de reciclagem é necessário o levantamento de alguns dados. A metodologia utilizada neste trabalho é baseada na sugerida por Jadovski (2005).

4.5.1. Levantamento da quantidade de entulho gerado em Ijuí/RS

Segundo a pesquisa de Stolz e Pozzobon (2008), os resíduos de construção e demolição coletados em Ijuí/RS pelas três empresas transportadoras da cidade são: 22.720 m³/ano, podendo-se deduzir que são gerados 1.893m³/mês e 86 m³/dia (considerando-se 22 dias úteis). Considerando-se que o peso específico médio do material reciclado é 1600 kg/m³ pode-se afirmar que são produzidos aproximadamente 138 ton/dia de entulho na cidade

A população da cidade de Ijuí foi estimada por Benetti (2007) utilizando-se de diversos métodos estatísticos, sendo que o método que mais se aproximou do crescimento populacional real, medido pelo IBGE, foi o Método Aritmético. Os resultados obtidos por Benetti (2007) foram utilizados para estimar a produção de RCD da cidade de Ijuí/RS para 20 anos (Tabela 9).

Tabela 9: Estimativa da população e quantidade de entulho gerado em Ijuí/RS

Ano	População (habitantes)	Quantidade de Entulho (m ³ /dia)	Quantidade de entulho (ton/d)
2008	71306	86	137,6
2009	71920	222,06	138,78
2010	72535	223,95	139,97
2011	73149	225,85	141,16
2012	73764	227,75	142,34
2013	74378	229,64	143,53
2014	74993	231,54	144,71
2015	75607	233,44	145,90
2016	76222	235,34	147,09
2017	76836	237,23	148,27
2018	77451	239,13	149,46
2019	78065	241,03	150,64
2020	78680	242,93	151,83
2021	79294	244,82	153,01
2022	79909	246,72	154,20
2023	80523	248,62	155,39
2024	81138	250,52	156,57
2025	81752	252,41	157,76
2026	82367	254,31	158,94
2027	82981	256,21	160,13
2028	83596	258,11	161,32

4.5.2. Custos de implantação

As variáveis presentes no custo de implantação da usina são: custos de aquisição de equipamentos, instalação de equipamentos, aquisição do terreno e obras civis.

Custo de aquisição de equipamentos:

Foi pré-definida a utilização de britador de mandíbulas móvel da marca Joks a diesel, mesmo equipamento utilizado pela empresa GR2 resíduos, com capacidade de produção de 12 m³/h. Os custos do britador e das peneiras necessárias ao seu uso podem ser vistos na Tabela 10.

Tabela 10: Custo de aquisição dos equipamentos

Equipamentos	Produção	Preço (R\$)
Britador	12 m ³ /h	200.000,00
Peneiras		38.000,00

Custo de aquisição de máquinas e veículos próprios:

Foram pesquisados os preços de retro escavadeira nova, bem como o preço dos computadores e impressora. Esses valores podem ser vistos na Tabela 11.

Tabela 11: Custo de aquisição de máquinas e veículos próprios

Equipamentos	Preço (R\$)
Retroescavadeira	210.000,00
Computadores	6000
Impressora multifuncional	600

Custo de instalação dos equipamentos:

Segundo Jadovski (2005) os custos das instalações elétricas e mecânicas obedecem, respectivamente, a um percentual de 5% e 10% do custo de aquisição dos equipamentos. Já os custos de obras de terraplenagem e de contenção têm um percentual de 5% do custo de aquisição dos equipamentos.

Considerou-se apenas o custo de instalação do britador e das peneiras, desta forma, os valores de instalação dos equipamentos podem ser vistos na Tabela 12.

Tabela 12: Custo de instalação dos equipamentos

Serviço	Unidade	Preço (R\$)
Instalação	20%	47.600,00

Custo de aquisição do terreno:

Realizou-se uma pesquisa de mercado do preço dos terrenos localizados no Bairro Industrial na cidade de Ijuí/RS. Optou-se por este bairro por ser um local já destinado a indústrias, desta forma com poucas residências, evitando desvalorização de terrenos vizinhos pela atividade exercida pela empresa. Segundo Wilburn e Goonan (1998), para usinas de pequeno porte (até 110.000 ton/ano) o tamanho do terreno deverá ser aproximadamente 20.000m². Porém Jadovski (2005) verificou em suas visitas pelas usinas de reciclagem de RCD existentes no Brasil que a área requerida para a instalação deste tipo de empreendimento neste país é bem menor, estipulando que para a capacidade de produção de 10 ton/h, a área requerida é de 5.000m².

Conforme estudo de mercado nas imobiliárias da cidade em estudo, verificou-se que o custo de um terreno deste porte é o indicado na Tabela 13.

Tabela 13: Custo de aquisição do terreno

Serviço	Dimensão	Preço (R\$)
Compra do terreno	5.000m ²	72.250,00

Custo das obras civis:

Conforme estudo preliminar chegou-se à conclusão de que serão necessárias as seguintes instalações para o adequado funcionamento da usina: escritório para administração, guarita e banheiros com vestiários para os funcionários. O escritório terá área de 40m², a guarita terá 5m² e os vestiários com banheiros terão uma área de 20m².

Para a arborização no perímetro do terreno, serão utilizadas mudas de um em um metro, totalizando 450 mudas, sendo que o seu custo da muda plantada é de R\$2,00.

O custo das obras civis foi estimado em 40% do CUB/RS Habitacional Ponderado do mês de setembro de 2008: R\$ 1.048,99, o valor estimado para as obras civis pode ser encontrado na Tabela 14.

Tabela 14: Custo das obras civis

Serviço	Unidade	Preço (R\$)
Construção da administração, vestiário e guarita	40m ²	16.783,84
Arborização	2,00	900

Custo do licenciamento ambiental:

O custo do licenciamento ambiental junto à FEPAM foi previsto através de simulação de licenciamento junto ao site desta fundação, sendo que para a realização deste são necessárias três licenças: LP, LI e LO.

Para o licenciamento de uma usina de reciclagem de RCD, serão necessários, aproximadamente, os seguintes investimentos (considerando-se o salário mínimo de 2008), conforme a Tabela 15:

Tabela 15: Custo do licenciamento ambiental

Custos para o licenciamento ambiental	
Custos	R\$
Engenheiro Civil	830,00
Biólogo	1.500,00
Geólogo	1.300,00
LP	3.804,40
LI	4.139,00
LO	3.043,00
TOTAL	14.616,40

Através desta simulação, chegou-se ao valor de R\$14.616,40. A simulação de licença ambiental para esta usina de reciclagem encontra-se no Anexo A.

Custo de implantação jurídica da empresa:

O custo de implantação jurídica da empresa foi estimado em R\$ 1.000,00.

4.5.3. Custos de operação

Os custos a serem levantados para a operação da usina são: mão-de-obra, operação de veículos, máquinas e equipamentos, insumos de produção, despesas administrativas, aluguel do terreno (caso o terreno não seja próprio) e impostos.

Custo de mão-de-obra de produção:

Como resultado da entrevista na empresa GR2 Resíduos de Santa Maria, pode-se concluir que são necessários no mínimo, seis funcionários na empresa: um engenheiro, um gerente (operador de máquinas) e três funcionários para triagem.

Os salários médios considerados são referentes ao mês de agosto de 2008 e foram extraídos do site do SINDUSCON/RS, além disso, considerou-se uma jornada de trabalho de 9 horas diárias e 22 dias por semana, totalizando 198 horas mensais. O custo da mão-de-obra de produção pode ser visto na Tabela 16.

Tabela 16: Custo da mão-de-obra de produção

Funcionário	Quantidade	Salário (R\$/h)
Engenheiro	1	20,35
Gerente	1	8,04
Funcionários	3	2,16

Segundo Siqueira et al. (s/d), o custo das leis sociais sobre os salários é de 139,52%.

Custo dos EPI:

Os custos dos equipamentos de proteção individual estão expressos na Tabela 17, sendo que o período de troca foi estabelecido por Jadovski (2005).

Tabela 17: Custo dos EPI

EPI	Período de troca	Valor unitário(R\$)
Calça e camiseta	6 meses	60,00
Botina	6 meses	29
Luvras	3 meses	6,4
Capacete	12 meses	5
Óculos	6 meses	6,3
Protetor auricular	1 mês	0,95

Custo dos insumos de produção:

Os custos dos insumos de produção englobam o combustível da retro escavadeira e do britador, custos com água e energia elétrica.

Segundo informações do fabricante, o consumo de combustível do britador é de 10 litros de diesel por hora. Considerando-se o turno de 9 horas diárias e 22 dias de trabalho por mês, totalizando 198 horas mensais, pode-se concluir que por mês serão gastos 1980 litros de

diesel para o britador. O preço do diesel na cidade de Ijuí em outubro de 2008 é de R\$2,15, desta forma o gasto mensal com o diesel do britador será de R\$4.257,00

O consumo de combustível da retro escavadeira, segundo o fabricante é de 8 litros por hora. Considerando-se 198 horas mensais, e um custo de R\$2,15 o litro de diesel podemos afirmar que serão gastos R\$3.405,60 mensais com o combustível da retroescavadeira.

Segundo Jadovski (2005), o consumo de água se dá pela função da capacidade da usina, conforme a Equação 1. Considerando-se a capacidade de produção de 100ton/dia e 2.200ton/mês, pode-se afirmar que o gasto mensal de água é de 985,6 m³. Conforme dados extraídos em outubro de 2008 do site da CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento, o valor do metro cúbico de água para indústrias com consumo de até 1000m³ por mês é de R\$3,83. Desta forma o gasto mensal com água será de R\$3.774,85.

Custo mensal de água: capacidade de produção \times 0,08 \times 5,60 (Equação 1)

O custo da energia elétrica é função dos equipamentos instalados, os quais são três computadores, uma impressora, e foram estimadas 10 lâmpadas. O gasto com energia elétrica mensal pode ser visto na Tabela 18.

Tabela 18: Gasto mensal com energia elétrica

Equipamento	Potência (W)	Quantidade	Tempo de uso (h/mês)	Custo kW/h (R\$)	Total por mês (R\$)
Computador	648	3	198	0,37542	144,503663
Impressora	18	1	198	0,37542	1,33799688
Lâmpada	100	10	198	0,37542	74,33316
TOTAL					220,17482

Custo com despesas administrativas:

Nos custos com despesas administrativas estão incluídos os salários de dois vigilantes e da secretária, os honorários do escritório contábil, além de gastos com telefone, internet e material de consumo. Considerou-se o salário mínimo vigente no Rio Grande do Sul no ano de 2008 de R\$477,40, sendo o salário de vigilante e secretária estipulado em 1,5 salários mínimos por mês. O custo mensal com materiais de consumo foi estimado em R\$300,00, o custo mensal de uma internet banda larga é R\$60,00 mensais e os gastos com telefone são estimados em R\$150,00 mensais. Estes custos estão expressos na Tabela 19.

Tabela 19: Custos com despesas administrativas

Despesas administrativas	Unidade de medição	Custos (R\$)
Telefone	mês	150,00
Material de consumo	mês	300
Vigilância	1,5 salário	716,1
Secretária	1,5 salário	716,1
Internet	mês	60
Honorários escritório contábil	mês	477,40

Custos com aluguel do terreno:

Caso o terreno para a instalação da usina não seja próprio, Jadovski (2005), prevê uma taxa de aluguel de R\$ 0,35/m².mês. No caso de um terreno de 5.000m², o custo do aluguel será então de R\$1.750,00 por mês.

Custos de impostos:

Os custos de impostos de uma usina de reciclagem de RCD são baseados no Simples Nacional (2007), sendo que este empreendimento encaixa-se como Serviços e locação de bens imóveis. Desta forma, os impostos incidentes serão: PIS – Contribuição para o programa de integração social, COFINS – Contribuição para o financiamento da seguridade social, IRPJ - Imposto de renda pessoa jurídica, CSLL - Contribuição social sobre lucro líquido, INSS – Instituto nacional do seguro social e ISS – Imposto sobre serviços de qualquer natureza. A Tabela 20 a seguir indica as alíquotas de impostos a serem pagas, com referência no ano de 2007, conforme a receita bruta anual.

Tabela 20: Impostos incidentes sobre o empreendimento

Impostos	
Receita Bruta anual	Alíquota
até 120.000,00	0,0600
de 120.000,01 a 240.000,00	0,0821
de 240.000,01 a 360.000,00	0,1026
de 360.000,01 a 480.000,00	0,1131
de 480.000,01 a 600.000,00	0,1140
de 600.000,01 a 720.000,00	0,1242
de 720.000,01 a 840.000,00	0,1254
de 840.000,01 a 960.000,00	0,1268
de 960.000,01 a 1.060.000,00	0,1355
de 1.060.000,01 a 1.200.000,00	0,1368
de 1.200.000,01 a 1.320.000,00	0,1493
de 1.320.000,01 a 1.440.000,00	0,1506
de 1.440.000,01 a 1.560.000,00	0,152
de 1.560.000,01 a 1.680.000,00	0,1535
de 1.680.000,01 a 1.800.000,00	0,1548
de 1.800.000,01 a 1.920.000,00	0,1685
de 1.920.000,01 a 2.040.000,00	0,1698
de 2.040.000,01 a 2.160.000,00	0,1713
de 2.160.000,01 a 2.280.000,00	0,1727
de 2.280.000,01 a 2.400.000,00	0,1742

Segundo a TIPI (Tabela de IPI - Imposto sobre produtos industrializados) contida na Lei 4502 de 30/11/1964, Seção V, item 2517.10.00, “Calhaus, cascalho, pedras britadas, dos tipos geralmente usados em concreto ou para empedramento de estradas, de vias férreas ou outros balastros, seixos rolados e sílex, mesmo tratados termicamente” são não tributáveis (BRASIL, 1964).

4.5.4. Custos de manutenção

Segundo Jadovski (2005) o custo de manutenção de uma usina de reciclagem de RCD se dá pela soma dos seguintes itens: custo de troca de peças de desgaste, custo de manutenção preventiva dos equipamentos de britagem, custo de manutenção preventiva das máquinas e veículos próprios, custo de manutenção corretiva, custo de depreciação dos equipamentos, custo de depreciação das máquinas e veículos próprios, custo de manutenção das obras civis, terraplenagem e contenções e custo de depreciação das obras civis.

Os custos de manutenção foram baseados no levantamento de dados de Junior et al. (2003) na usina de reciclagem de entulho de Estoril, sendo que aquela usina possui uma capacidade de processar 300 toneladas de entulho por dia. No ano de 2003, esse custo era de R\$15.000,00. Para corrigir este valor para o ano de 2008, utilizou-se o IGP-DI – Índice Geral

de Preços – Disponibilidade Interna, o qual resulta num valor de R\$ 22.161,36. Já que a usina de reciclagem de RCD da cidade de Ijuí terá uma capacidade de processar 100 toneladas por dia, o que irá gerar um menor desgaste dos equipamentos pode-se concluir que, proporcionalmente que o custo mensal de manutenção desta usina será de R\$7.387,12.

4.5.5. Custos totais

Os custos totais de produção são os somatórios dos custos de implantação, operação e manutenção, os quais estão expressos nas Tabelas 21, 22 e 23.

Tabela 21: Custos de implantação

Custos de implantação	
Custo	R\$
Aquisição de equipamentos	238.000,00
Máquinas e veículos próprios	216.600,00
Instalação dos equipamentos	47.600,00
Aquisição do terreno	72.250,00
Obras civis	17.683,84
Licenciamento ambiental	14.616,40
Implantação jurídica da empresa	1.000,00
TOTAL	607.750,24

Tabela 22: Custos mensais de operação

Custos de operação / mês	
Custo	R\$
Mão-de-obra de produção	6.904,26
EPIs	77,53
Insumos de produção	11.657,62
Despesas administrativas	3.135,70
Leis sociais	1.052,52
TOTAL	22.827,63

Tabela 23: Custos mensais de manutenção

Custos de manutenção/mês	
Custo	R\$
Manutenção	7.387,12

4.5.6. Análise econômica

A quantidade de agregado reciclado foi estimada em 85% do agregado recolhido, ou seja, já que são recolhidos 86m³/dia de entulho, considerou-se 73m³/dia (lembrando que o peso específico do material reciclado é 1600 kg/m³).

Sendo o preço de venda da bica corrida com agregado natural na cidade em estudo de R\$35,00/m³, estipulou-se que o agregado reciclado será vendido a 85% do valor do agregado natural, ou seja, R\$30,00/m³. Considerando-se 22 dias de trabalho por mês, pode-se afirmar que será possível arrecadar R\$48.180,00 por mês com a comercialização de todo o agregado reciclado.

A receita bruta da usina foi estimada em 85%, 88%, 90%, 93% e 95% da sua capacidade de produção para os primeiros cinco anos, devido à conquista de mercado que ocorrerá ano a ano na cidade.

Dessa forma, a receita líquida (sem descontar o investimento inicial) dos dez primeiros anos de funcionamento da usina serão as indicadas na Tabela 24, trabalhando com TMA de 12% a.a. para correção de despesas e receitas.

Tabela 24: Receita líquida dos dez primeiros anos do investimento sem descontar o investimento inicial

Receita líquida sem desconto do investimento inicial	
Ano	R\$
1	73.421,75
2	99.478,73
3	117.618,25
4	152.195,60
5	185.182,52
6	198.971,55
7	221.436,85
8	232.810,71
9	258.977,67
10	287.919,70

A partir dos valores líquidos e descontando-se o investimento inicial, foi calculada a Taxa Interna de Retorno (TIR) através de interpolações numéricas feitas com o programa Microsoft Excel. Essas interpolações foram feitas para os períodos de retorno de 5, 7 e 10 anos.

Os resultados destas interpolações encontram-se nas Tabelas 25, 26, 27 e 28 a seguir. Sendo que para o período de retorno de 5 anos encontrou-se uma TIR de 0,96% ao ano, para o período de retorno de 7 anos a TIR encontrada foi de 13,01% ao ano e para o período de retorno de 10 anos a TIR encontrada foi de 20,67% ao ano.

As TIR calculadas mostram que existe viabilidade econômica para a usina de reciclagem de RCD na cidade em estudo, considerando-se o retorno do investimento em 5, 7 ou 10 anos.

Tabela 25: Planilha para o cálculo da TIR – período de retorno de 5 anos

Viabilidade econômica para usina de reciclagem de RCD						
Custo de implantação=		607750,24		Retorno do investimento=		5 anos
Custo de operação/mês=		22807,63		TMA =		12%
Custo de manutenção/mês=		7387,12				
				Impostos		
ANO	Fluxo de Caixa (t)	Fluxo Descontado (t=0)	Saldo do Projeto (t=0)	Receita Bruta anual	Alíquota	
0	-607750,24	-607750,24	-607750,24	até 120.000,00	0,0600	
1	73431,75	72736,76	-535013,48	de 120.000,01 a 240.000,00	0,0821	
2	99478,73	97604,62	-437408,86	de 240.000,01 a 360.000,00	0,1026	
3	117618,25	114310,18	-323098,68	de 360.000,01 a 480.000,00	0,1131	
4	152195,60	146515,09	-176583,59	de 480.000,01 a 600.000,00	0,1140	
5	185182,52	176583,59	0,00	de 600.000,01 a 720.000,00	0,1242	
Taxa de Desconto =		0,96%		de 720.000,01 a 840.000,00	0,1254	
Somatório =		0,00		de 840.000,01 a 960.000,00	0,1268	
TMA				de 960.000,01 a 1.060.000,00	0,1355	
0,01				de 1.060.000,01 a 1.200.000,00	0,1368	
VPL				de 1.200.000,01 a 1.320.000,00	0,1493	
0,00				de 1.320.000,01 a 1.440.000,00	0,1506	
				de 1.440.000,01 a 1.560.000,00	0,152	
				de 1.560.000,01 a 1.680.000,00	0,1535	
				de 1.680.000,00 a 1.800.000,00	0,1548	
ANO	RECEITA BRUTA	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO	IMPOSTOS	DEPRECIAÇÃO	RECEITA LÍQUIDA
1	492109,20	273931,56	88645,44	56100,45	121550,05	73431,75
2	570615,09	306803,35	99282,89	65050,12	121550,05	99478,73
3	653613,65	343619,75	111196,84	81178,82	121550,05	117618,25
4	756448,86	384854,12	124540,46	94858,69	121550,05	152195,60
5	865442,57	431036,61	139485,32	109738,12	121550,05	185182,52

Tabela 26: Planilha para o cálculo da TIR – período de retorno de 7 anos

Viabilidade econômica para usina de reciclagem de RCD						
Custo de implantação=		607750,24		Retorno do investimento=		7 anos
Custo de operação/mês=		22807,63		TMA =		12%
Custo de manutenção/mês=		7387,12				
ANO	Fluxo de Caixa (t)	Fluxo Descontado (t=0)	Saldo do Projeto (t=0)	Impostos		
0	-607750,24	-607750,24	-607750,24	Receita Bruta anual	Alíquota	
1	73431,75	64978,72	-542771,52	até 120.000,00	0,0600	
2	99478,73	77894,13	-464877,39	de 120.000,01 a 240.000,00	0,0821	
3	117618,25	81496,03	-383381,37	de 240.000,01 a 360.000,00	0,1026	
4	152195,60	93314,92	-290066,45	de 360.000,01 a 480.000,00	0,1131	
5	185182,52	100469,96	-189596,49	de 480.000,01 a 600.000,00	0,1140	
6	198971,55	95524,43	-94072,05	de 600.000,01 a 720.000,00	0,1242	
7	221436,85	94072,05	0,00	de 720.000,01 a 840.000,00	0,1254	
Taxa de Desconto =		13,01%		de 840.000,01 a 960.000,00	0,1268	
Somatório =		0,00		de 960.000,01 a 1.060.000,00	0,1355	
TMA				de 1.060.000,01 a 1.200.000,00	0,1368	
0,13				de 1.200.000,01 a 1.320.000,00	0,1493	
VPL				de 1.320.000,01 a 1.440.000,00	0,1506	
0,00				de 1.440.000,01 a 1.560.000,00	0,152	
				de 1.560.000,01 a 1.680.000,00	0,1535	
				de 1.680.000,00 a 1.800.000,00	0,1548	
ANO	RECEITA BRUTA	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO	IMPOSTOS	DEPRECIÇÃO	RECEITA LÍQUIDA
1	492109,20	273931,56	88645,44	56100,45	86821,46	73431,75
2	570615,09	306803,35	99282,89	65050,12	86821,46	99478,73
3	653613,65	343619,75	111196,84	81178,82	86821,46	117618,25
4	756448,86	384854,12	124540,46	94858,69	86821,46	152195,60
5	865442,57	431036,61	139485,32	109738,12	86821,46	185182,52
6	969295,68	482761,01	156223,55	131339,56	86821,46	198971,55
7	1085611,162	540692,33	174970,38	148511,61	86821,46	221436,85

Tabela 27: Planilha para o cálculo da TIR – período de retorno de 10 anos

Viabilidade econômica para usina de reciclagem de RCD						
Custo de implantação=		607750,24		Retorno do investimento=		10 anos
Custo de operação/mês=		22807,63		TMA =		12%
Custo de manutenção/mês=		7387,12				
ANO	Fluxo de Caixa (t)	Fluxo Descontado (t=0)	Saldo do Projeto (t=0)	Impostos		
				Receita Bruta anual	Alíquota	
0	-607750,24	-607750,24	-607750,24	até 120.000,00	0,0600	
1	73431,75	60855,19	-546895,05	de 120.000,01 a 240.000,00	0,0821	
2	99478,73	68321,55	-478573,50	de 240.000,01 a 360.000,00	0,1026	
3	117618,25	66944,66	-411628,84	de 360.000,01 a 480.000,00	0,1131	
4	152195,60	71788,86	-339839,98	de 480.000,01 a 600.000,00	0,1140	
5	185182,52	72388,35	-267451,63	de 600.000,01 a 720.000,00	0,1242	
6	198971,55	64457,50	-202994,13	de 720.000,01 a 840.000,00	0,1254	
7	221436,85	59449,21	-143544,93	de 840.000,01 a 960.000,00	0,1268	
8	232810,71	51797,99	-91746,94	de 960.000,01 a 1.060.000,00	0,1355	
9	258977,67	47751,39	-43995,55	de 1.060.000,01 a 1.200.000,00	0,1368	
10	287919,70	43995,55	0,00	de 1.200.000,01 a 1.320.000,00	0,1493	
Taxa de Desconto =		20,67%		de 1.320.000,01 a 1.440.000,00	0,1506	
Somatório =		0,00		de 1.440.000,01 a 1.560.000,00	0,152	
TMA				de 1.560.000,01 a 1.680.000,00	0,1535	
0,21				de 1.680.000,01 a 1.800.000,00	0,1548	
VPL				de 1.800.000,01 a 1.920.000,00	0,1685	
0,00				de 1.920.000,01 a 2.040.000,00	0,1698	
				de 2.040.000,01 a 2.160.000,00	0,1713	
				de 2.160.000,01 a 2.280.000,00	0,1727	
				de 2.280.000,01 a 2.400.000,00	0,1742	
ANO	RECEITA BRUTA	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO	IMPOSTOS	DEPRECIAÇÃO	RECEITA LÍQUIDA
1	492109,20	273931,56	88645,44	56100,45	60775,02	73431,75
2	570615,09	306803,35	99282,89	65050,12	60775,02	99478,73
3	653613,65	343619,75	111196,84	81178,82	60775,02	117618,25
4	756448,86	384854,12	124540,46	94858,69	60775,02	152195,60
5	865442,57	431036,61	139485,32	109738,12	60775,02	185182,52
6	969295,68	482761,01	156223,55	131339,56	60775,02	198971,55
7	1085611,16	540692,33	174970,38	148511,61	60775,02	221436,85
8	1215884,50	605575,41	195966,83	181531,56	60775,02	232810,71
9	1361790,64	678244,46	219482,85	205085,67	60775,02	258977,67
10	1525205,52	759633,79	245820,79	231831,24	60775,02	287919,70

CONCLUSÕES

5.1. CONCLUSÕES DO TRABALHO

Ao final do desenvolvimento deste trabalho é possível tecer algumas conclusões; brevemente destacadas aqui, mas já trabalhadas nos capítulos anteriores.

- Os problemas ambientais causados pela deposição irregular dos RCDs foram identificados e discutidos, bem como as doenças causadas por vetores que se proliferam nestas deposições, indicando que a eliminação destas é indispensável;

- Foi identificado que a cidade em estudo não aplica a Resolução nº 307 do CONAMA, sendo que a instalação de uma usina de reciclagem de RCD seria um grande passo para tal, além da criação de um plano de gestão dos RCDs para a cidade de Ijuí/RS;

- O plano de negócios foi formulado com sucesso, com base no Manual do SEBRAE-SP (2005), o qual poderá ser utilizado por outras cidades de médio porte para a instalação de uma usina de reciclagem de RCD de mesmo porte;

- Como exposto nas planilhas eletrônicas criadas para a verificação da viabilidade econômica, conclui-se que para a esta proposta de estudo esta viabilidade existe, considerando os períodos de retorno do investimento de 5, 7 e 10 anos, gerando TIRs de 0,96%, 13,01% e 20,67% respectivamente;

- Após aprovação do trabalho pela banca este será encaminhado a Prefeitura Municipal de Ijuí e ao Ministério Público.

Frente ao exposto considera-se que os objetivos foram alcançados.

5.2. SUJESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se a realização de outras pesquisas com o objetivo de complementar esta realizada, como:

- Estudo da Viabilidade Econômica para diferentes gerações de RCD em diferentes portes de cidades,

- Estudo das propriedades do RCD produzido na cidade de Ijuí,

- Estudo da viabilidade da produção de um agregado reciclado que substitua a areia,

- Estudo de um traço para a utilização de agregado reciclado em concreto e argamassa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. L. M. de, et al., **Análise comparativa de tecnologia de processamento na reciclagem da fração mineral dos resíduos de construção e demolição**. In: XXI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa (XXI ENTMME), 2005.

ÂNGULO, S. C., et. al., **Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD** – PCC USP, s/d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004(NB 66): **Resíduos sólidos - classificação - elaboração**. Rio de Janeiro, 2004.

BAUER, U. R. **Matemática financeira fundamental**. Editora Atlas, 2003.

BENETTI, J. K. **A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul: UNIJUI, 2007.

BERNARDES, A. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição no município de Passo Fundo-RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo: UPF, 2006.

BOLSON, E. L. **Tchau, patrão! Como construir uma empresa vencedora e ser feliz conduzindo seu próprio negócio**. Ed. SENAC, 1ª edição.

BRASIL, Ministério das cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Brasil**. 2008. 11p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002**. DOU de 17 de julho de 2002. p.95-96.

BRASIL, Receita Federal. **Lei 4502 de 30 de novembro de 1964**. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/publico/tipi/TIPI%20-%20H%20-%20SEÇÃO%20V.doc>>. Acesso em 05/10/2008.

CAMARGO, I. **Noções básicas de Engenharia Econômica**. In: FINATEC, 1998. 157 p.

CASTRO, L. O. de A., GÜNTHER W. M. R., **Impactos decorrentes das deposições irregulares de resíduos da construção civil no município de Santos**. Forjando el Ambiente que Compartimos. San Juan, AIDIS, Ago. 2004

Correias Mercúrio, **CATÁLOGO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS MERCÚRIO**. Disponível em: <www.correiasmercurio.com.br/catalogos>. Acesso em: 18/03/2008.

Enciclopédia Wikipédia. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>>. Acesso em: 15/04/2008.

ESCANDOLHERO, J. M. et al., **Estudo preliminar dos aterros de entulho de Campo Grande**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000.

Famac Metal. Disponível em: <www.famacmetal.com.br/alimentadores.html>. Acesso em: 18/04/2008.

FERRAZ, A. L. N., SEGANTINI, A. A. S., **Engenharia sustentável: Aproveitamento de resíduos de construção na composição de tijolos de solo-cimento**, 2004. Disponível em: <<http://www.ppgec.feis.unesp.br/producao2004>>. Acesso em 18/03/2008.

FILHO A. O. C., **Matemática financeira- Livro de bolso**. 2004. Disponível em: <<http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/mf2e.pdf>>. Acesso em: 02/04/2008.

FILHO, R. P., et al., **Gestão de resíduos da construção civil e demolição no município de São Paulo e normas existentes**. Revista técnica IPEP, São Paulo, SP, v.7, n.1, p. 55-72, 2007.

GOMES, A. de O., SAMPAIO, T. S.; CARNEIRO, A. P., **Estudo da viabilidade da produção de argamassas de revestimento com entulho reciclado de Salvador**. In: II Encontro nacional e I Encontro Latino Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, 2001.

GONÇALVEZ, J. A. da S., **Resíduos da construção civil, o que são e como produzi-los com políticas públicas na cidade de Ribeirão Preto** — UFSCar, s/d.

HANSEN, T. C. **Recycling of Demolishes Concrete and Masonry: Report os Technical**. Taylor and Francis group. 1992. (Tradução nossa)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13/03/2008.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição.** Dissertação de Mestrado, UFRGS 2005.

JOHN, V. M., ÂNGULO, S. C., AGOPYAN, V. **Sobre a necessidade de metodologia de pesquisa e desenvolvimento para reciclagem.** PCC - Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. EP USP. s/d.

JUNIOR, G.B.A, et. al. **Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de entulhos em Governador Valadares – MG.** 2003. Disponível em: <www.setorreciclagem.com.br/manuais/reciclagememmg.pdf>. Acesso em 05/09/2008.

JÚNIOR, P. J. de F., **Microsoft Excel com matemática financeira.** 2002. Disponível em: <www.ziggi.com.br/downloads/11507.asp>. Acesso em: 02/04/2008.

LEVY S., **Desafios Enfrentados pelos Agregados Reciclados, da Produção à Comercialização.** In: IBRACON 2006.

LIMA, R. C. de, ALMEIDA S. L. M. de, **RCD: UMA ALTERNATIVA PAR USO EM CONSTRUÇÃO CIVIL.** In: XIV Jornada de Iniciação Científica – CETEM, 2006.

MELO, T. M., **Sistema de gestão sustentável de resíduos de construção e demolição.** In: Seminário de gestão de resíduos sólidos – Goiás, 2006.

MIRANDA, L. F. R, SELMO, S. M. de S., **Desempenho de revestimentos de argamassa com entulho reciclado.** Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, 2001.

NETO, A. A., **Matemática financeira e suas aplicações.** Ed. Atlas, 6ª Edição, 2001, 432 p.

NEWNAN, D. G., LAVELLE, J. P., **Fundamentos de Engenharia econômica.** Ed. TC, 2000. 359 p.

PADOVEZE, C. L., **Análise das Demonstrações Financeiras.** Ed. Tomson, 2004. 270 p.

PENG, C. et al., **Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations, Construction Management and Economics**. Center for Construction and Environment, University of Florida, Gainesville. 1997. (Tradução nossa)

PEREIRA, L. H. P, JALALI, S, AGUIAR, B., **Viabilidade Econômica de uma Central de Tratamento de Resíduos de Construção e Demolição**. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/2596/1/Beja_BA.pdf>. Acesso em: 14/03/2008.

PIACENTINI **Metalúrgica Bom Jesus**. Disponível em: <http://www.piacen.com.br/equi_brit_cones.asp>. Acesso em: 14/04/2008.

PILÃO, N. E., HUMMEL P. R. V., **Matemática Financeira e Engenharia Econômica – a teoria e a prática da análise de projetos de investimentos**. Ed. ABDR, 2006.

PINTO, T. de P., **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese de doutorado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

PRICEMAQ LTDA. Disponível em: <<http://www.pricemaq.com.br/PVI-A001.html>>. Acesso em: 20/03/2008.

Projeto WAMBUCO - **Manual europeu de resíduos de construção de edifícios**. Volume 1, 1998-2002.

SBM **mining and construction machinery**. Disponível em: <http://pt.sbmchina.com/crusher/hammer_crusher.html>. Acesso em: 16/03/2008.

SEBRAE, **MANUAL: COMECE CERTO – USINA DE RECICLAGEM**, 2005. Disponível em: <www.biblioteca.sebrae.com.br>. Acesso em: 12/12/2007.

SEBRAE SP. Disponível em: <<http://www.sebraesp.com.br>>. Acesso em: 30/03/2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3ª Edição, 2001. 121 p.

SIQUEIRA, M.S., et al. **Estudo de Viabilidade Econômica para a implantação de uma Usina de Reciclagem de RCD na cidade do Recife**. In: XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2008, Belém do Pará.

SOLVAY INDUPA. Disponível em: <http://www.solvayindupa.com>. Acesso em: 18/03/2008.

SINDUSCON-RS. Disponível em: <http://www.sinduscon-rs.com.br>. Acesso em 10/09/2008.

STOLZ, C. M.; POZZOBON, C. E., **Diagnóstico dos resíduos sólidos coletados nos canteiros de obras de uma cidade de médio porte da região Noroeste/RS e potencial de reciclagem.** In: VI Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2008, Porto Alegre.

STOLZ, C. M. et al., **Um panorama sobre a situação do entulho transportado dos canteiros de obra e da resolução N° 307 do CONAMA em um município de médio porte da região Noroeste do RS.** In: XV Seminário de Iniciação Científica, 2007, Ijuí.

STONE, P., **O plano de negócios definitivo.** Série essencial, Ed. Market Books. 2001.

TOBEMAQ Britagem e mineração. Disponível em: <http://www.tobemaq.com.br>. Acesso em: 14/04/2008.

TRIPOD. Disponível em: <http://reducaosolidos.tripod.com/giratorio.htm>. Acesso em: 14/04/2008.

UFRGS. Disponível em: <http://monografiaufrgs.blogspot.com/2007/09/pesquisa-documental.html>. Acesso em: 19/04/2008.

UFRJ. Disponível em: http://www.normalizacao.ufjf.br/subitem.php?nome_item=2%20FASES%20E%20PARTES%20DO%20TRABALHO%20MONOR%C3%81FICO&id_su. Acesso em: 19/04/2008.

WAMBUCO - Waste Manual for Building Constructions. Disponível em: <http://www.ceifa-ambiente.net/portugues/projectos/concluidos/wambuco>. Acesso em: 21/03/08.


WILBURN, D.R., GOONAN, T.G. **Aggregates from natural and recycled sources – Economic assessments for construction applications – A materials flow analysis.** 1998. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/circ/1998/c1176/c1176.pdf>. Acesso em 23/10/2008.

WESTPHAL F.S., LAMBERTS R., **Estudo de viabilidade econômica de uma proposta de Retrofit em um edifício comercial.** In: ENTAC, 1999. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/encac99_westphal.pdf. Acesso em 23/03/2008.

ZORDAN, S. E., **Entulho da Indústria da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm>. Acesso em: 18 mar. 2008.

ANEXO A

Licenciamento ambiental para Usinas de Reciclagem de RCD junto à FEPAM

	Informações para licenciamento de ATIVIDADES EM GERAL	DL
---	--	-----------

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO: As instruções necessárias para o preenchimento da folha de rosto deste formulário, encontram-se **a seguir**, acompanhadas das definições julgadas importantes para a compreensão das informações solicitadas. Os campos marcados com asterisco (*) são de preenchimento obrigatório.

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

NOME / RAZÃO SOCIAL * : Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)			
End.: rua/av *:		n° *:	
Bairro *:	Industrial	CEP *:	98700000
		Município *:	Ijuí
Telefone *:	()	FAX *:	()
		e-mail:	
CNPJ (CGC/MF n.º) *:		CGC/TE n.º *:	
CPF/CIC n.º *:			
End. P/ correspondência: rua / av *:		n° *:	
Bairro *:	Industrial	CEP *:	98700000
		Município *:	Ijuí
Contato - Nome *:			Cargo *:
Telefone p/ contato*:	()	FAX: ()	e-mail:
Em caso de alteração da razão social de documento solicitado anteriormente (licença, declaração, etc.), informar a antiga razão social. <u>Razão social anterior:</u>			

IDENTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE/ EMPREENDIMENTO

Atividade *:		Usina de Reciclagem de RCD			Nome Fantasia:		RCD		
Endereço, caso se trate de atividade localizada em zona urbana									
End: rua/av. *:					n° *:				
Bairro *:			Industrial		CEP *:			98700000	
			Município *:		Ijuí				
Endereço, caso se trate de empreendimento localizado em zona rural									
Localidade: (Linha, Picada, etc.):									
Distrito					Município:				
Telefone p/ contato: ()			FAX: ()			e-mail:			
Coordenadas geográficas * (Lat/Long) no Sistema Geodésico, SAD-69									
Lat.	-	2	3	.	2	5	4		
(#)									
Responsável pela leitura no GPS									
Nome: Carina M. Stolz _____					Profissão: Eng		Telefone:		
					Civil _____		(55) 99757773 _____		

MOTIVO DO ENCAMINHAMENTO À FEPAM

SITUAÇÃO *:

Tipo de documento a ser solicitado: <input type="checkbox"/> licença <input type="checkbox"/> LP <input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> LO <input type="checkbox"/> certificado de cadastro <input type="checkbox"/> declaração <input type="checkbox"/> autorização	<input type="checkbox"/> primeira solicitação deste tipo de documento <input type="checkbox"/> renovação ou alteração do(a) : _____ n° _____ / _____ (informar tipo do documento) processo FEPAM n° _____ / _____
--	---

O documento licenciatório solicitado será emitido certificado por assinatura digital, processo eletrônico baseado em sistema criptográfico assimétrico, assinado eletronicamente por chave privada, garantida a integridade de seu conteúdo e estará à disposição no site www.fepam.rs.gov.br

Obs: Antes de passar às instruções leia atentamente as seguintes definições:

DEFINIÇÕES IMPORTANTES:

Empreendedor: o responsável legal pelo empreendimento/atividade.

Empreendimento: a atividade desenvolvida em uma determinada área física.

Licença: documento que autoriza, pelo prazo constante no mesmo, a viabilidade, a instalação ou o funcionamento de um empreendimento/atividade e determina os condicionantes ambientais.

Prévia (LP): a licença que deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento.

De Instalação (LI): a licença que deve ser solicitada na fase anterior à execução das obras referentes ao empreendimento/atividade; nesta fase são analisados os projetos e somente após a emissão deste documento poderão ser iniciadas as obras do empreendimento/atividade.

De Operação (LO): a licença que deve ser solicitada quando do término das obras referentes ao empreendimento/atividade; somente após a emissão deste documento o empreendimento/atividade poderá iniciar seu funcionamento.

Declaração: documento que relata a situação de um empreendimento/atividade, não sendo autorizatório.

Autorização: documento precário que autoriza uma determinada atividade bem definida.

Instruções para preenchimento:

CAMPO 1- IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

NOME/RAZÃO SOCIAL: identificar a pessoa física ou jurídica responsável pela atividade para a qual está sendo solicitado o documento na FEPAM, conforme consta no contrato social da pessoa jurídica ou, no caso de pessoa física, conforme consta no documento de identidade.

No caso de endereço fora da área urbana, onde não há serviço de correio, deverá ser informado o endereço para entrega de documentação, na sede do município (exemplos: EMATER, Prefeitura Municipal, Sindicato Rural, etc.)

CAMPO 2 –IDENTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE/EMPREENDIMENTO

ATIVIDADE: especificar para qual atividade está solicitando o documento na FEPAM (exemplos: Loteamento, Depósito de Produtos Químicos, etc.), informando o endereço, telefone, fax e as coordenadas geográficas da mesma.

As coordenadas Geográficas deverão ser obtidas com Receptor GPS, com as seguintes configurações:

Formato das coordenadas: Geográficas, em graus, com, no mínimo, 5 (cinco) casas após o ponto no sistema geodésico (Datum) SAD-69.

A leitura deverá ser obtida por profissional habilitado.

A medição deverá ser realizada e apresentada juntamente com a primeira solicitação de documento licenciatório junto à FEPAM e poderá ser dispensada tão logo o dado conste em documento emitido por esta instituição.

Exemplo de leitura: **Somente graus (hddd.ddddd°)**

-	2	8	.	5	6	5	4	2	1	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

O ponto escolhido para a medição deverá obrigatoriamente estar dentro da área do empreendimento e, em casos de:

Estradas, deverá ser medido na intersecção com a via principal;

Mineração, deverá ser medido dentro da poligonal licenciada pelo DNPM

Loteamentos, no ponto referencial, na via principal de acesso

Aterros e Centrais de Resíduos, deverá ser medido no portão de acesso ao empreendimento.

CAMPO 3- MOTIVO DO ENCAMINHAMENTO

Identificar qual documento está sendo solicitado. No caso de renovação, indicar o número do documento anterior e o número do processo da FEPAM no qual consta o referido documento.

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO:

- 4.1. Tipo de atividade: Usina de reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), a qual fará o recebimento dos resíduos de construção e demolição produzidos na cidade de Ijuí e região, então estes resíduos serão triados e classificados em classes A, B, C e D, conforme a Resolução nº 307 do CONAMA, e também em resíduos residenciais. Os resíduos classe A serão triturados com triturador de mandíbulas móvel e serão comercializados com o objetivo de substituir a areia, matéria-prima deficiente na região. Os demais resíduos serão encaminhados para as devidas destinações.
- 4.2. Nº de funcionários: 5 (1 engenheiro, 1 gerente e 3 funcionários)
- 4.3. Nº de usuários: engenheiros, arquitetos, empreiteiras e construtoras de Ijuí e região.
- 4.4. Área total do terreno: 20.000m²
- 4.5. Área abrangida pelas atividades do empreendimento: 5.000m²
- 4.6. Tipo de abastecimento de água: o abastecimento de água será feito com água da CORSAN através de tubulação de PVC rígido da marca TIGRE
- 4.7. Tipo de tratamento de efluentes e ponto de lançamento: os efluentes serão lançados na rede de esgoto da cidade através de tubulação de PVC da marca TIGRE devidamente dimensionada, o seu tratamento será de responsabilidade municipal.
- 4.8. Destinação dos resíduos sólidos: Os resíduos classe A serão triturados e comercializados, os resíduos classe B serão recolhidos por cooperativas que fazem sua reciclagem, os resíduos classe C serão enviados a uma empresa apta à sua coleta em Porto Alegre/RS, os resíduos classe D e o resíduos residenciais serão de responsabilidade da prefeitura municipal.

OBS: Caso o lançamento de efluentes ocorra em corpo hídrico indicar:

- *denominação;*
- *bacia hidrográfica a que pertence;*
- *vazão e altura da lâmina d'água;*
- *sentido de escoamento e deságüe;*
- *principais usos no trecho (500 metros a jusante e a montante da área do empreendimento).*

CARACTERIZAÇÃO DO SÍTIO :

- 5.1. Localização conforme legislação municipal
 - Zona Urbana x
 - Zona Rural
- 5.2. Certidão da Prefeitura Municipal contemplando:
 - 5.2.1. classificação da zona onde pretende implantar-se o empreendimento, conforme Plano Diretor;
 - 5.2.2. restrições quanto a implantação do empreendimento.
- 5.3. Planta de situação do empreendimento no município, em escala 1:5000, contemplando:
 - 5.3.3. orientação magnética;
 - 5.3.4. demarcação da área e atividades existentes em faixa com 500m de largura no entorno do empreendimento;
 - 5.3.5. demarcação do sistema viário com denominação oficial.
- 5.4. Laudo da Cobertura Vegetal da área de implantação contendo, no mínimo, caracterização das formações vegetais ocorrentes, estágios sucessionais, grau de conservação, relação de espécies (nome comum e nome científico) e identificação das espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e imunes ao corte.

- 5.5. Levantamento Planialtimétrico com curvas de nível, equidistantes de 1 metro, em escala de 1:1000, demarcando todos os recursos naturais existentes, como por exemplo: recursos hídricos superficiais e subterrâneos, solo, vegetação, etc...

DOCUMENTO DE AUTORIZAÇÃO DO(S) ÓRGÃO(S) RESPONSÁVEL(S) PELA ADMINISTRAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EXISTENTES NUM RAIO DE 10 KM DO EMPREENDIMENTO.

ART DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.

OBS: Dependendo da atividade e características do local poderá ser solicitado, além de outras informações que se fizerem necessárias:

LAUDO GEOLÓGICO, COM ART DO RESPONSÁVEL TÉCNICO, CONTENDO NO MÍNIMO:

- 8.1. testes de permeabilidade do solo, de acordo com NBR 7229/93, contemplando o resultado de cada ensaio (tempo de infiltração), profundidade da cova e a indicação do lençol freático, quando este ocorrer;
- 8.2. planta de localização dos pontos, informando também data e condições climáticas da época de realização dos testes;
- 8.3. perfil litológico (especificando tipo e altura de cada camada), até a profundidade de três metros, com marcação da altura do lençol freático, quando este ocorrer.

PARA A ATIVIDADE DE DEPÓSITO DE PRODUTOS QUÍMICOS, EXPLOSIVOS OU PERIGOSOS, ANEXAR TAMBÉM:

- 9.1. relatório informando os tipos de produtos armazenados atualmente e os potencialmente possíveis de serem armazenados no depósito - especificar as quantidades aproximadas de cada um, estocadas atualmente;
- 9.2. cópia do laudo do Corpo de Bombeiro sobre o projeto de prevenção e combate a incêndios, já implantado;
- 9.3. usos da água na empresa, especificando consumo médio mensal;
- 9.4. quais os Equipamentos de Proteção Individual existentes para o manuseio de produtos e possíveis acidentes na área do depósito;
- 9.5. justificativa da escolha do local, em função da atividade da empresa;
- 9.6. no caso de danos nas embalagens (líquidos, sólidos), quais as medidas de controle ambiental; por exemplo, em caso de derrame de líquido perigoso no piso, qual o destino da drenagem da área destes produtos;
- 9.7. em situações acidentais, qual o destino dos resíduos sólidos gerados. Citar nome, endereço e município;
- 9.8. informação sobre qual o treinamento já realizado pelos funcionários que manuseiam produtos perigosos;
- 9.9. quais as principais empresas que realizam o transporte dos produtos armazenados. Citar razão social e endereço;
- 9.10. relatório fotográfico, contendo 02 (duas) fotos da área de armazenagem.

10. Quanto à localização do empreendimento em relação a Unidades de Conservação:

10.1 Informe, **OBRIGATORIAMENTE**, a localização do empreendimento em relação à Unidades de Conservação (UC). que se encontram definidas na Lei Federal N.º9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e constam em Anexo :

1. Não há U.C. em um raio de 10 km da localização do empreendimento	
---	--

2. Dentro dos limites de uma Unidade de Conservação	
3. Dentro de um raio de até 10 km de uma Unidade de Conservação – Zona de Amortecimento	
4. Dentro da poligonal determinada pelo Plano de Manejo	

10.2 Se houver UC (situações 2 a 4), assinale o âmbito do Gestor da UC:

<input type="checkbox"/>	Municipal	Especificar o nome da UC:
<input type="checkbox"/>	Estadual	Especificar o nome da UC:
<input type="checkbox"/>	Federal	Especificar o nome da UC:

Observação 1: esta informação poderá ser obtida junto ao DUC/DEFAP, através do e-mail duc-defap@sema.rs.gov.br

Observação 2 : Caso tenha assinalado opção de 2 a 4, durante análise do pedido de licenciamento será solicitada a Anuência do Gestor da Unidade de Conservação”

Observação 3 : as definições de Unidades de Conservação estão relacionadas no Anexo I.

ANEXO I

O que é, e quais os objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação Da Natureza - SNUC

Os objetivos do SNUC, de acordo com o disposto na Lei Federal N.º9.985/2000, são os seguintes:

- Contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- Proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;
- Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- Proteger as características de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, paleontológica e cultural;
- Proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
- Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
- Proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- Favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
- Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

A consolidação do Sistema busca a conservação *in situ* da diversidade biológica a longo prazo, centrando-a em um eixo fundamental do processo conservacionista. Estabelece ainda a necessária relação de complementaridade entre as diferentes categorias de unidades de conservação, organizando-as de acordo com seus objetivos de manejo e tipos de uso:

- Proteção Integral
- Uso Sustentado

Unidades de Proteção Integral

As unidades de proteção integral têm como objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei do SNUC.

Este grupo é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação:

- **Estação ecológica**

Tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. É proibida a visitação pública, exceto com objetivo educacional e a pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável.

- **Reserva biológica**

Tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos.

- **Parque nacional**

Tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico

- **Monumento natural**

Tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.

- **Refúgio de vida silvestre**

Tem como objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.

Unidades de uso sustentável

As unidades de uso sustentável tem como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso direto de parcela dos seus recursos naturais.

O grupo das unidades de uso sustentável divide-se nas seguintes categorias:

- **Área de proteção ambiental**

É uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos

básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

- **Área de relevante interesse ecológico**

É uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

- **Floresta Nacional**

É uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas NATIVAS.

- **Reserva extrativista**

É uma área utilizada por populações locais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

- **Reserva de fauna**

É uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.

- **Reserva de Desenvolvimento Sustentável**

Conforme definição do SNUC, é uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.

- **Reserva particular do Patrimônio Natural**

É uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica. Anteriormente à Lei do SNUC existiam, ainda, em nível federal quatro Reservas Ecológicas, sendo que duas já foram reclassificadas para estações ecológicas. Existem ainda, duas que terão sua categoria redefinida de acordo com o que preceitua o artigo 55 da Lei 9.985 / 2000 (SNUC).