

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

AFRODITE DA CONCEIÇÃO FABIANA CARDOSO

**ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL NOS MUNICÍPIOS DE CRICIÚMA E IÇARA E ESTUDO DE
VIABILIDADE DE USINAS DE TRIAGEM E RECICLAGEM**

CRICIÚMA, JUNHO DE 2011.

AFRODITE DA CONCEIÇÃO FABIANA CARDOSO

**ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL NOS MUNICÍPIOS DE CRICIÚMA E IÇARA E ESTUDO DE
VIABILIDADE DE USINAS DE TRIAGEM E RECICLAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenharia Ambiental, no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Eng. Sérgio Luciano Galatto

CRICIÚMA, JUNHO DE 2011.

AFRODITE DA CONCEIÇÃO FABIANA CARDOSO

**ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NOS
MUNICÍPIOS DE CRICIÚMA E IÇARA E ESTUDO DE VIABILIDADE DE
USINAS DE TRIAGEM E RECICLAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Resíduos Sólidos.

Criciúma, 13 de junho de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Profº Sérgio Luciano Galatto - Mestre - (IPAT/UNESC)

Profº Mário Ricardo Guadagnin - Mestre - (UNESC)

Profº Pedro Rosso - Mestre - (IF-SC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais César e São e as minhas irmãs que sempre me apoiaram e incentivaram a lutar pelas coisas que acredito, mesmo estando longe de todos a lembrança dos momentos que passamos juntos sempre foi minha companheira.

Aos meus amigos que sempre me ajudaram com palavras de ânimo e de força e também dedicando o seu tempo a mim agradeço e partilho esta vitória tão esperada.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental, que contribuíram para a minha formação acadêmica e humana nestes cinco anos de parcerias.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que estes cinco anos fossem menos difíceis os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço especialmente a Morgana Valvassori minha supervisora de campo, aos Professores Mário Guadagnin e Sérgio Galatto pelo pronto atendimento as minhas solicitações e pela contribuição para este trabalho.

“Foi pela sabedoria que o Senhor criou a terra, foi com inteligência que ele formou os céus”.

Provérbios 3, 19

RESUMO

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) causam degradação do meio ambiente e tendem a aumentar com a intensificação do setor da construção civil. Este trabalho foi realizado considerando as realidades dos municípios de Criciúma e Içara com o objetivo de estimar a geração dos RCC's e estudar a viabilidade de implantação de Usinas de Reciclagem (URE's) nos dois municípios. Foram realizadas estimativas do volume de resíduos com base em dados secundários utilizando método direto e indireto, considerando um período de 10 anos. Em Criciúma estimou-se um volume de 145,65 t/dia, enquanto que em Içara obteve-se 40,21 t/dia. Foram realizadas pesquisas sobre a composição dos RCC's em Criciúma e Içara e comparações com resíduos gerados em outras cidades brasileiras. Foram indicadas duas áreas para instalação da URE em Criciúma e outras duas em Içara. A indicação destas áreas considerou a Norma Brasileira n° 15114 /2004 e os Planos Diretores dos municípios. O estudo de viabilidade foi realizado para as usinas com capacidade de 5 t/h (Içara) e 25 t/h (Criciúma), e aplicada a metodologia sugerida por Jadovski (2005) para o levantamento dos custos de implantação, operação e manutenção, bem como impostos e taxas. A quantidade do agregado reciclado a ser produzido foi estimada em 80% do RCC recolhido, gerando uma receita bruta anual de R\$ 702.635,94 para Criciúma e R\$ 156.268,22 para Içara. A partir dos valores líquidos calculados e descontando-se o investimento inicial, foi aplicado o método de análise de investimento utilizando a Taxa Interna de Retorno (TIR) para 8, 10 e 15 anos, os quais resultaram em TIR's de 12,40% ao ano, 16,57% ao ano e 21,21% ao ano para a usina de 25 t/h, e 8,13% ao ano, 13,03% ao ano e 18,80% ao ano para a usina 5 t/h. As TIR's calculadas mostram que existe viabilidade econômica para a URE com capacidade de 25 t/h (Criciúma), considerando os períodos de retorno de 8, 10 e 15 anos. Para a usina de capacidade de 5 t/h, o estudo indicou viabilidade econômica a para os períodos de retorno superiores a 10 anos.

Palavras-chave: Resíduos, Construção Civil, Usina de Reciclagem.

ABSTRACT

Construction and demolition waste (CDW) cause degradation on the environment and tend to increase with the intensification of the construction industry. This project was carried out considering the realities of the municipalities of Criciúma and Içara, with the purpose of estimating the generation of the RCC's and study the feasibility of deploying Recycling Plants (RP) in both municipalities. The quantification of the waste amount was based on secondary data, using direct and indirect methods observing a period of 10 years. In Criciúma was estimated a volume of 145.65 tons per day, while in Içara was obtained 40.21 t / day. Surveys were performed on the composition of the RCC's in Criciúma and Içara and comparisons with waste generated in other cities were made. Two areas were indicated for the installation of the recycling plants in Criciúma and Içara. The indication of these areas considered the Brazilian Standard N ° 15114 / 2004 and the Master Plans of municipalities. The feasibility study was done to plants with capacity of 5 t/h (Içara) and 25 t/h (Criciúma), and applied the methodology suggested by Jadovski (2005) for a survey of the costs of deployment, operation and maintenance, as well as taxes and fees. The amount of recycled aggregate to be produced was estimated at 80% of CDW collected, generating an annual revenue of US\$ 439.147,44 and US\$ 97.667,64 for Criciúma and Içara. From the net values calculated and deducting the initial investment, was applied the method of investment analysis using the Internal Rate of Return (IRR) for 8, 10 and 15 years, which resulted in IRR's of 12.40% year, 16.57% and 21.21% year to year to plant 25 t/h, and 8,13% pa 13,03% pa and 18,80% per annum for the five plant t/h. The IRR's calculated show that there is economic viability for the (RP) with capacity of 25 t/h (Criciúma), considering the return periods of 8, 10 and 15 years. For the (RP) with the capacity of 5 t/h, the study indicated economic viability for the return periods exceeding 10 years.

Keywords: Civil Construction, Waste, Recycling Plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resíduos de Construção Civil.....	23
Figura 2 - Disposição Irregular de RCC em APP.	31
Figura 3 - Disposição Irregular de RCC em APP.	32
Figura 4 - Fluxograma de Reciclagem de RCC.....	45
Figura 5 - Evolução das Licenças para Construção no Município de Criciúma de 2001 a 2010.	57
Figura 6 - Comparativo entre as Licenças para Construção e Habite-se.	61
Figura 7 - Variação da Área Licenciada para Construção em Içara de 2001 a 2010	62
Figura 8 - Percentagem Média Observada na Caracterização Qualitativa do Entulho Gerado em Ribeirão Preto, SP.....	70
Figura 9 - Percentagem Média Observada na Caracterização Qualitativa do Entulho Gerado em São Carlos, SP.....	71
Figura 10 - Percentagem Média Observada na Caracterização Qualitativa do Entulho Gerado em Criciúma.	72
Figura 11 - Área Localizada no Bairro Sangão.....	73
Figura 12 - Área localizada no Bairro Renascer.....	74
Figura 13 - Antigas instalações da Cerâmica Vectra.....	75
Figura 14 - Área no Antigo Lixão de Içara.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação e Definição dos Resíduos de Construção Civil	24
Tabela 2 - Consumidores de Cimento no Brasil.....	27
Tabela 3 - Estimativa de Geração de Resíduos de construção Civil em Alguns Países.	28
Tabela 4 - Produtos Reciclados e suas Características.....	46
Tabela 5 - Preço Médio do Agregado Britado.	47
Tabela 6 - Licenças para Construção e Provável Geração de Resíduos em Criciúma de 2001 a 2010.	58
Tabela 7 - Habite-se de Construção e Provável geração em Criciúma de 2001 a 2010.....	60
Tabela 10 - Licenças de Construção e Provável Geração de Resíduos em Içara de 2001 a 2010.	64
Tabela 8 - Estimativa Anual de Geração de Resíduos de Alguns Municípios Brasileiros.....	65
Tabela 9 - Geração Anual de Resíduos de Construção Civil por Habitante em Algumas Cidades Brasileiras.....	66
Tabela 11 - Movimentação de Cargas das Empresas Coletoras de Entulho.	68
Tabela 12 - Estimativas de Geração Obtidas.....	68
Tabela 13 - Custo de Aquisição e Instalação dos Equipamentos da URE de Criciúma.	77
Tabela 14 - Custo de Aquisição do Terreno.....	77
Tabela 15 - Custo de Terraplanagem, Contenções, Obras Civis e Barreira Vegetal.....	78
Tabela 16 - Custos do Licenciamento Ambiental.	78
Tabela 17 - Custo de Mão-de-obra.	79
Tabela 18 - Custo dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's).	79
Tabela 19 - Custo de Máquinas e Veículos Alugados.....	80
Tabela 20 - Custo dos Insumos.....	80

Tabela 21 - Custo com Despesas Administrativas.....	81
Tabela 22 - Custo de Aluguel do Terreno.	81
Tabela 23 - Impostos que Incidem sobre o Empreendimento.	82
Tabela 24 - Custos com Manutenção de Equipamentos.....	82
Tabela 25 - Custos de Implantação, Operação e Manutenção	83
Tabela 26 - Custo de Aquisição e Instalação dos Equipamentos da URE de Içara. .	88
Tabela 27 - Custo de Terraplanagem, Contenções, Obras Civas e Barreira Vegetal.	89
Tabela 28 - Custo de Aquisição da Retro escavadeira.	89
Tabela 29 - Custo de Aquisição do Terreno.....	89
Tabela 30 - Custo do Licenciamento Ambiental.....	90
Tabela 31 - Custo de Mão-de-obra.	90
Tabela 32 - Custo dos EPI ´s.	91
Tabela 33 - Custo de Máquinas e Veículos Alugados.....	91
Tabela 34 - Custo dos Insumos.....	91
Tabela 35 - Custo com Despesas Administrativas.	92
Tabela 36 - Custo de Aluguel do Terreno	92
Tabela 37 - Impostos que Incidem sobre o Empreendimento.	92
Tabela 38 - Custos com Manutenção de Equipamentos.....	93
Tabela 39 - Custos de Implantação, Operação e Manutenção.	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 8 Anos.	84
Quadro 2 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 8 Anos.	85
Quadro 3 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 10 anos.	85
Quadro 4 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 10 Anos.	86
Quadro 5 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 15 anos.	86
Quadro 6 - Planilha de Cálculo da TIR - Período de Retorno de 15 Anos.	87
Quadro 7 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 8 anos.	94
Quadro 8 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 8 Anos.	94
Quadro 9 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 10 anos.	95
Quadro 10 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 10 Anos.	95
Quadro 11 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 15 anos.	96
Quadro 12 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 15 Anos.	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMREC - Associação dos Municípios da Região Carbonífera
ATT - Área de Transbordo e Triagem
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório Impacto Ambiental
EPI - Equipamentos de Proteção Individual
FAMCRI - Fundação do Meio Ambiente de Criciúma
FUNDAI - Fundação do Meio Ambiente de Içara
FAPESC - Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados
LAP - Licença Ambiental Prévia
LAI - Licença Ambiental Instalação
LAO - Licença Ambiental Operação
NBR - Norma Brasileira
PAC - Programa de Aceleração do Crescimento
PIS - Contribuição para o Programa de Integração Social
PMC - Prefeitura Municipal de Criciúma
PMI - Prefeitura Municipal de Içara
SINDUSCON/SP - Sindicato de construções/ São Paulo
TAC - Termo de Ajustamento de Conduta
TIR - Taxa Interna de Retorno
TMA - Taxa Mínima de Atratividade
URE - Unidade de Reciclagem
VPL - Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO GERAL	17
	2.1Objetivos Específicos	17
3	JUSTIFICATIVA	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO	19
	4.1 Construção Civil no Brasil	19
	4.1.1 Construção Civil no Estado de Santa Catarina	21
	4.2 Resíduos de Construção Civil	22
	4.2.1 Definição e Classificação dos Resíduos de Construção Civil	22
	4.2.2 Origem dos Resíduos de Construção Civil	25
	4.2.3 Coleta e Transporte	29
	4.2.4 Reutilização	29
	4.2.5 Destinação	30
	4.2.6 Aspectos e Impactos Ambientais Associados	32
	4.2.7 Desperdícios e Perdas na Construção Civil	33
	4.2.8 Estimativa de Geração	35
	4.3 Aspectos Legais	35
	4.3.1 Legislação Federal	35
	4.3.2 Legislação Estadual	38
	4.3.3 Legislação Municipal	39
	4.4 Reciclagem	39
	4.4.1 Vantagens da Reciclagem	40
	4.4.2 Fatores que Interferem nos Programas de Reciclagem	41
	4.4.3 Plantas de Beneficiamento e Equipamentos	42
	4.4.4 Etapas da Reciclagem de Resíduos de Construção Civil	43
	4.4.5 Agregados de Reciclagem: Características, Aplicação e Mercado	46
	4.4.6 Localização das Usinas	47
	4.5 Áreas de Transbordo e Triagem	48
	4.6 Aterros de Resíduos de Construção Civil	49
	4.7 Análise de Viabilidade	50
	4.7.1 Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)	50

	14
4.7.2 Valor Presente Líquido (VPL)	51
4.7.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)	51
5 METODOLOGIA	53
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
6.1 Estimativas de Resíduos de Construção Civil	56
6.1.1 Estimativa Indireta da Geração de RCC's em Criciúma	56
6.1.2 Estimativa Indireta da Geração de RCC's em Içara	62
6.1.3 Estimativa Direta da Geração de RCC's	67
6.2 Caracterização de RCC's	69
6.3 Indicação de Locais de Instalação das Usinas de Transbordo, Triagem e Reciclagem	73
6.3.1 Locais de Instalação em Criciúma	73
6.3.2 Locais de Instalação em Içara	74
6.4 Pré-dimensionamentos das Usinas de Triagem e Reciclagem	76
6.4.1 Usina de Capacidade de 25 t/h (Criciúma)	76
6.4.2 Usina de Capacidade de 5 t/h	88
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS	100

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento tecnológico, progresso industrial e aumento populacional, uma questão importante fomentada pelo debate ambiental é o crescente aumento nas quantidades de resíduos gerados nos centros urbanos, a escassez de áreas para deposição e o valor econômico associado a estes resíduos.

É fundamental apontar que na maior parte dos municípios brasileiros a realidade dos resíduos sólidos está muito distante das premissas abordadas na literatura técnica e científica. Pesquisas realizadas indicam uma tendência das soluções tecnológicas afastarem os resíduos das áreas de maior concentração urbana para áreas interiores sem proteção ambiental, IBGE (2002 apud ZANTA, 2009).

Segundo dados do IBGE (2008) os lixões representam o destino final dos resíduos sólidos coletados em 50,8% dos municípios brasileiros. Este percentual tem melhorado muito, quando comparado ao ano de 1989, onde cerca de 88,2% dos resíduos sólidos urbanos eram depositados em lixões nos municípios brasileiros.

De acordo com Marques Neto (2005), para cada tonelada de resíduo sólido urbano coletado, duas são provenientes de Resíduos da Construção Civil (RCC), que representa uma fatia entre 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos. Os RCC's constituem um grave problema de ordem ambiental, social e econômica uma vez que a sua disposição inadequada é uma ameaça à saúde da população, causando degradação nos locais de disposição, além de representar perdas e desperdícios ao setor da construção civil.

No Brasil, os estudos dos RCC's tiveram início na década de 80 e trazem dados de caracterização e quantificação, além de possíveis aplicações após as etapas de beneficiamento nas usinas de triagem e reciclagem. A estimativa da geração de entulho em municípios brasileiros tem auxiliado na gestão integrada dos resíduos tem motivado a iniciativa de alguns projetos de reciclagem tanto na rede municipal como em instituições privadas (PINTO, 1999).

A reciclagem de resíduos de construção civil no Brasil iniciou na década 90 e tem ganhado espaço no país e na sociedade à medida que

aumenta o debate ambiental com enfoque na conservação dos recursos naturais e a sustentabilidade das atividades do setor de construção, frente às taxas cobradas em aterros para a disposição de resíduos (JOHN, 2000).

O presente trabalho buscou estimar a quantidade dos RCC's gerados nos municípios de Criciúma e Içara visando à proposição da implantação de usinas de triagem e reciclagem para reaproveitamento dos subprodutos, além de promover a minimização da disposição nos aterros industriais. Consta também um estudo de viabilidade econômica para tomada de decisão sobre os investimentos necessários a implantação da usina de triagem e reciclagem.

Ressalta-se que esta pesquisa contou com o fomento do Projeto de Pesquisas da Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica (FAPESC) que tem como objetivo o diagnóstico, à gestão e utilização dos agregados reciclados de construção e demolição da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC). O projeto é responsável pelos custos com as atividades de cadastramento das áreas de bota foras e estimativa e caracterização dos RCC's nos municípios da região.

2 OBJETIVO GERAL

Estimar o volume de Resíduos da Construção Civil (RCC's) no período de 2001 a 2010 nos municípios de Criciúma e Içara localizados no sul de Santa Catarina propondo um estudo de viabilidade para implantação de usinas de triagem e reciclagem.

2.1Objetivos Específicos

- Estimar o volume de geração de RCC's através da comparação de métodos diretos e indiretos;
- Caracterizar os RCC's gerados nos municípios de Criciúma e Içara com base em dados existentes;
- Propor locais de instalação para usinas de triagem e reciclagem;
- Elaborar pré-dimensionamento das áreas de transbordo e das usinas de triagem e reciclagem;
- Elaborar análise de viabilidade para instalação de usinas de triagem e reciclagem.

3 JUSTIFICATIVA

O setor de construção civil é o responsável pela produção do dobro de resíduos domésticos produzidos nas cidades brasileiras. Esta alta geração culmina em problemas ambientais resultantes tanto da disposição irregular, como do intenso consumo de matérias-primas e energia. Originam ainda problemas de ordem econômica, ocasionados pelos custos de aquisição de áreas de disposição, e ambiental devido aos impactos nos recursos hídricos, solo, ar e na saúde da população, (MARQUES NETO, 2005).

Considerando o desenvolvimento do país e já prevendo um cenário de crescimento populacional, informações e tecnologias que auxiliem a reutilização e reciclagem dos RCC's são de extrema importância para um melhor gerenciamento dos resíduos sólidos.

A reciclagem de resíduos de construção civil permite a otimização de um produto que ao ser reciclado se transforma em um subproduto disponível no mercado a um preço competitivo e ao mesmo tempo, reduz os problemas de disposição inadequada e excessiva exploração dos recursos naturais.

A realização deste trabalho irá contribuir para a estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados nos municípios de Criciúma e Içara, além de uma avaliação econômica e financeira para implantação de usinas de triagem e reciclagem dos subprodutos.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Construção Civil no Brasil

Os dados apresentados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2010) apresentam uma melhoria do setor de construção civil, uma vez que no período anterior a 2003 ocorriam oscilações altas e baixas, fortemente marcado pela ausência de incentivos, pouca disponibilidade de recursos e a presença inexpressiva de financiamentos imobiliários.

Analisando os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), se observa que:

- A partir de 2004 o quadro apresenta uma tendência de crescimento que se evidencia em 2008, com números satisfatórios, que deram suporte ao setor na crise econômica de 2009;
- Em 2008, o setor apresentou cerca de 56,6 mil empresas no ramo da construção civil no país, ocupando 1,8 milhões de pessoas com um gasto total de 25,5 bilhões de reais em salários, apontando uma média de 2,5 salários mínimos por trabalhador;
- Neste mesmo período, as empresas de construção civil alcançaram uma receita líquida de 149,6 bilhões, com um crescimento de 8,9% do PIB.

Pesquisas realizadas pelo IBGE em 2008 revelam que o setor sofreu influências positivas de alguns fatores, ligados diretamente a dinâmica da construção civil, a saber:

- Incremento da renda familiar, que pode ser observado na menor série histórica desde 2002 com taxa de desemprego de 6,8% em dezembro de 2008;
- Aumento de 65% em operações de créditos habitacionais e, desembolso de 42,1% do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES);

- Manutenção da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de diversos insumos da construção (desde 2006);
- Estabilização da taxa de juros em 6,25% ao longo de 2008;
- Efeitos positivos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) com o apoio financeiro a projetos de infraestruturas nos setores de energia, logística e telecomunicações.

De acordo com os dados apresentados nas Informações Técnicas de Construção (ITCnet 2010 apud PINTO 2010), foi registrado em 2010 investimentos de aproximadamente 330 bilhões de dólares, o que totalizou 90 milhões de metros quadrados em construção. Os estados que mais se destacaram estão localizados nas regiões sul e sudeste, apresentando um acréscimo de 19% em relação a 2008.

Segundo dados apresentados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2010) quanto às perspectivas e desafios da construção civil no país é possível observar os seguintes cenários:

- A tendência de crescimento do setor se mantém contínua uma vez que o PIB setorial situou-se acima dos 11% em 2010, representando o melhor resultado nos últimos 24 anos;
- O setor gerou 340 mil vagas formais de emprego nos primeiros 10 meses do ano. O crédito imobiliário esteve em expansão alcançando 50 bilhões (somente com os recursos de cadernetas de poupança);
- A indústria de materiais de construção operou com uma capacidade instalada de 87%. Estes dados demonstram a robustez do setor e a melhoria alcançada nos últimos anos;
- Liberação de verbas para os setores de infraestrutura, na ordem de 41,47 bilhões de reais, e de transporte rodoviário correspondente a 21,34 bilhões de reais. As regiões norte e nordeste foram impulsionadas pelas importantes obras das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau que contribuíram para aquecer o setor nestas regiões. Em Rondônia, por exemplo, de

janeiro de 2009 a outubro de 2010, o setor da construção civil foi responsável pela criação de 30 mil postos de emprego formais;

- O setor da construção civil continua apresentado uma tendência de crescimento, uma vez que o desenvolvimento do país passa necessariamente pela construção e há necessidade que as linhas de crédito habitacional e imobiliário sejam contínuas nos próximos anos, devido a realização de grandes obras, como a preparação das obras de infra-estrutura relacionadas à Copa do Mundo em 2014, às olimpíadas em 2016 e os investimentos previstos para o pré-sal.

4.1.1 Construção Civil no Estado de Santa Catarina

No estado de Santa Catarina o consumo de cimento Portland que é um indicador do setor de construção civil, no ano de 2008 foi de 2.654,00 mil toneladas e em 2009 foi de 2.660,00 mil toneladas, revelando um aumento de seis mil toneladas (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2010).

A previsão deste setor para 2011 é que tudo continue em ascensão pela expansão do crédito imobiliário e pelo programa do governo “Minha Casa Minha Vida”. Em 2010, o setor registrou 503 Habite-se para um total de área construída de 601 mil metros quadrados (SINDUSCON, 2011).

No município de Criciúma, localizado no sul de Santa Catarina, distante cerca de 188 km de Florianópolis e 285 km de Porto Alegre, a construção civil vem acompanhando os índices de crescimento no país, apesar da recessão em 2009. Apresenta três construtoras na lista das 100 maiores do Brasil (PINTO, 2011).

De acordo com IBGE (2011), Criciúma é o maior município do Sul de Santa Catarina e um dos cinco maiores do estado, com uma área de aproximadamente 209,2 km² e uma população de 192.236 mil habitantes. Foram contabilizados no ramo da construção civil em Criciúma no ano de 2009, 3.210 trabalhadores. É um dos setores mais importante para o desenvolvimento, apresentando grande relevância social, uma vez que absorve mão de obra com menor qualificação.

Além da construção civil, possui um diversificado parque industrial representando o centro de abastecimento de produtos e serviços na região sul do estado com maior destaque para o segmento industrial: Cerâmica, Vestuário, Mineração de carvão, Agropecuária, Metal-mecânica, Plástica e Química (ALEXANDRE; KREBS, 1995).

No município de Içara, a construção civil também representa um segmento próspero. Localizado no sul de Santa Catarina, distante 5 km de Criciúma e a 183 km de Florianópolis, com uma área territorial de 294 km² e uma população de 58.859 habitantes. Foi fundada em 1961 e influenciada pela indústria carbonífera inicialmente e mais tarde pela agricultura (IBGE, 2011).

Dentre as principais atividades econômicas praticadas no município pode-se citar a apicultura, confecção, metalúrgica, agricultura, turismo e indústria de descartáveis (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2011).

4.2 Resíduos de Construção Civil

4.2.1 Definição e Classificação dos Resíduos de Construção Civil

Os resíduos da construção civil (Figura 1) fazem parte dos resíduos sólidos urbanos que são produtos no estado sólido ou semi-sólido, resultantes de diferentes atividades e são classificados de acordo com as suas características físicas pela Norma Brasileira n°10004 (ABNT, 2004).

Nesta norma os resíduos de construção civil se enquadram na classe II A que é composta por resíduos não inertes e podem apresentar propriedades como solubilidade em água, biodegradabilidade ou combustibilidade.

Figura 1 - Resíduos de Construção Civil.



Fonte: Picolo; Réus (2011).

Durante muito tempo os resíduos de construção civil foram denominados resíduos de construção e demolição, designação baseada na Nomenclatura Internacional (Construction and Demolition Waste) e englobam resíduos sólidos não contaminados resultantes de atividades de construção, reformas, reparos e demolição de estradas e estruturas bem como outros resíduos não contaminados resultantes da limpeza e escavação de solos. Estão inclusos equipamentos sem líquidos perigosos, fiação elétrica, solos, rochas, madeira, concreto e outros materiais livres de contaminação (BIOCYCLE, 1990 apud ZORDAN, 1997).

Atualmente a denominação mais utilizada é de Resíduos de Construção Civil (RCC) que é mais abrangente e utilizada nos requisitos legais.

Os resíduos de construção civil são definidos na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), n° 307 como:

Resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002, p1).

A definição acima apresenta uma forma bastante clara e completa e não difere da definição apresentada no Art. 13 da Lei n° 12.305/2010 que aponta os resíduos da construção civil como sendo aqueles gerados nas construções, em reformas, em reparos e em demolições de obras de construção civil. Inclui também os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.

A Resolução CONAMA n° 307/2002 apresenta a definição e a classificação dos resíduos de construção civil em quatro classes, o que permite um melhor manuseamento dos mesmos (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação e Definição dos Resíduos de Construção Civil.

Classificação	Definição	Resíduos
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura	Solos provenientes de terraplanagem; Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de edificações, componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; Resíduos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros; Produtos oriundos do gesso
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação	
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros

Fonte: Resoluções CONAMA n° 307/2002 e n°431/2011.

4.2.2 Origem dos Resíduos de Construção Civil

O setor de construção civil é um importante setor na economia do Brasil, estando mais intensificado em alguns centros urbanos. Desta atividade resultam consideráveis volumes de resíduos sólidos originados seja por pequenos, médios ou grandes geradores.

Este resíduo é constituído por minerais não metálicos, adequados à produção de agregados e possui outras frações: metais ferrosos e não ferrosos, plásticos, madeira e até mesmo gesso de construção, conforme Angulo; John (2004 apud OLIVEIRA; MENDES, 2008).

De acordo com Carneiro et al. (2001 apud MARQUES NETO, 2005), os resíduos de construção civil são caracterizados pela heterogeneidade. São compostos basicamente por:

- Concreto, argamassa e rochas que apresentam inicialmente um alto potencial de reciclagem;
- Materiais de origem cerâmica, como blocos, tijolos, lajotas que podem ser reciclados sem necessidade de uma série de etapas de beneficiamento;
- Argila, areia, solos, que podem ser separados facilmente por meio de peneiramento;
- Asfalto;
- Metais ferrosos utilizados pela indústria metalúrgica;
- Madeiras;
- Outros materiais contendo papel, papelão, plásticos, borrachas, entre outros, passíveis de serem reciclados, que quando apresentam irregularidades, devem ser tratados e dispostos adequadamente.

Segundo os autores acima, as características dos resíduos variam de região para região e estão intimamente ligadas a parâmetros específicos de cada local. As diferenças apresentadas podem ser resultantes da influência do processo, período e local da amostragem.

Pesquisas realizadas por Zordan (1997) apontam para uma composição dos resíduos variável onde é possível observar as seguintes

proporções:

- Argamassa (37,4%);
- Concreto (21,1%);
- Materiais cerâmicos não polidos (20,8%).

Estudos realizados por Pinto (1986 apud ZORDAN, 1997), no interior de São Paulo, na cidade de São Carlos, apontam a predominância de argamassas correspondendo a 64% do entulho e 29% material cerâmico.

De acordo com a caracterização qualitativa realizada por Verdieri; Santos Neto; Fiori (2003 apud RODRIGUES 2006), os resíduos de construção civil do município de Criciúma, coletados em prédios residenciais multifamiliares apresentaram as seguintes proporções:

- Areia (27,58%);
- Argamassa (25,77%);
- Tijolo (16,32%);
- Tijolo mais argamassa (11,85%);
- Cerâmica esmaltada (10,94%);
- Concreto (3,36%);
- Madeira (1,19%);
- Outros (2,28%).

Para Silveira (1993), os resíduos de construção civil são originários dos processos levados a cabo pelo homem, nas suas atividades básicas de manutenção da vida. Por este motivo instala-se um ciclo fechado constituído basicamente pela variável populacional e econômica (esta pode ser observada analisando o produto interno bruto).

De acordo com Bootz et al. (1994 apud HAMASSAKI, 2000), em uma análise do fluxo do setor de cimentos no Brasil foram identificados basicamente três tipos de consumidores: industriais; finais e particulares. Na visão do autor, de forma indireta identificando-se o usuário do cimento é possível traçar um perfil do gerador de entulho (Tabela 2).

Tabela 2 - Consumidores de Cimento no Brasil.

Consumo de Cimento no Brasil (%)					
Consumidores Industriais		Consumidores Finais		Consumidores Particulares	
Concreteiras	8,5	Empreiteiras	24,0	Individuais	37,7
Fibrocimento	3,9	Empresas Privadas	3,2	“Pedreiros”	12,6
Pré moldados	2,7	Prefeituras	1,7		
Artefatos	3,8	Órgãos públicos	1,3		
Argamassas	0,6				
Total	19,5		30,2		50,3

Fonte: Bootz et. al., Industrialização (1994 apud HAMASSAKI, 2000).

É possível observar que o maior consumo se dá no ramo particular com 50,3%, e considerando que o cimento é utilizado com outros materiais básicos como areia, cerâmica, brita e outros, uma boa parcela destes materiais está sendo destinada a obras particulares e de pequeno porte.

Tal constatação é similar a que se observa nos dias atuais com o aumento alarmante na produção de resíduos pelo setor da construção civil. Os números atuais apontam 75% dos resíduos gerados como provenientes de obras informais (de reformas e construções realizadas na maior parte das vezes pelos usuários dos imóveis), o que contribui para as disposições irregulares (GUERRA, 2009).

Pinto et al (2005) apontam como principais geradores de volumes significativos de resíduos da construção civil no Brasil:

- Executores de ampliações, reformas e demolições (atividades raramente formalizadas com a aprovação dos órgãos competentes);
- Construtores de novas edificações, térreas ou de pavimentos múltiplos, com área superior a 300m², com atividades formalizadas junto aos órgãos competentes;
- Construtores de novas residências tanto de maior porte (geralmente formalizadas) como de pequeno e médio porte que na maior parte das vezes são obras informais.

De acordo com Pinto (2005 apud PIOVEZAN JUNIOR, 2007) em alguns municípios brasileiros somente 15% a 30% dos resíduos de construção civil são provenientes de obras formais (licenciadas pelo poder público).

Segundo Swana (1993 apud PINTO 1999), a classificação da origem dos resíduos é de fundamental importância para a sua quantificação. Os autores apontam basicamente as seguintes origens:

- Material de limpeza de terrenos;
- Material de construção e renovação de edifícios;
- Material de obras viárias;
- Material de escavações;
- Material de demolição das edificações.

De acordo com John (2000) a geração de resíduos da construção civil varia de acordo com a região e com as características do local (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativa de Geração de Resíduos de construção Civil em Alguns Países.

País	Quantidade gerada kg/hab/ano	Fonte	Observações
Suécia	136 - 680	Tolstoy; Borklund e Carlson (1998); EU (1999)	1996
Holanda	820 - 1300	Lauritzen (1998); Brossink; Brouwers & Van Kessel (1996) EU (1999)	-
EUA	463 - 584	EPA (1998); Peng;/Grosskopf; Kibert (1994)	(1996)
Reino Unido	880 -1200	DERT (1998); Lauritzen (1998)	1995, 1996
Bélgica	735 - 3359		1990- 1992
Dinamarca	440 - 2010	Lauritzen (1998); EU	
Itália	600 - 690	(1998)	
Alemanha	963 - 3658		1994-1996
Japão	785	KASAI (1998)	1995
Portugal	325	EU (1999)	Exclui solos
Brasil	230 - 660	Pinto (1999)	Algumas cidades

Fonte: Adaptada de John (2000).

4.2.3 Coleta e Transporte

No Brasil, os coletores e transportadores de entulho sempre estiveram presentes nos canteiros de obras ou nas áreas de demolição, apresentando características e perfil de negócios variáveis, que acompanham a demanda crescente por serviços de tratamento e disposição final principalmente em grandes centros urbanos (VALENÇA, 2004).

A coleta e o transporte dos resíduos de construção civil no Brasil são efetuados por micro e pequenas empresas familiares, que atuam em um contexto industrial fragmentado, com baixo nível tecnológico, concorrendo com exército de agentes clandestinos (VALENÇA, 2004 apud VALENÇA et al. 2007).

As empresas utilizam uma variedade de equipamentos de coleta e transporte como carroças com tração animal, caminhonetes e caminhões com carroceria de madeira. Nos grandes centros urbanos é mais usual a utilização de caminhões do tipo poliguindastes que transportam caçambas estacionárias (VALENÇA, 2004).

Segundo Rodrigues (2006), no município de Criciúma a coleta de resíduos da construção civil é efetuada por particulares, empresas coletoras de entulho, que disponibilizam as caixas metálicas estacionárias para poliguindastes, devidamente identificadas pela cor, nome e contato da empresa. As caixas têm uma capacidade de 5m³ e permanecem nos locais requisitados durante um tempo variável, de 1 a 6 dias, a um preço aproximado de R\$ 45,00 a R\$ 50,00.

4.2.4 Reutilização

Existem algumas iniciativas de reutilização dos resíduos de construção civil no sentido de direcioná-los a famílias de baixa renda para reforma de suas casas (SEBRAE/MG, 2011):

- O projeto “Brechó da Construção” no Estado de Minas Gerais é uma iniciativa de caráter social que recolhe sobras de materiais aproveitáveis das obras e também de lojas e indústrias. O projeto

conta também com acessória técnica de engenheiros e técnicos sociais que acompanham o processo do início ao final;

- Outros estados já aderiram a esta iniciativa de brechós de construção e estudos de viabilidade para aproveitamento destes resíduos como é o caso do Paraná e da Bahia.

4.2.5 Destinação

Uma das maiores preocupações referentes aos resíduos sólidos é a sua disposição irregular. Para solucionar este problema o gerenciamento dos RCC's deve oferecer soluções eficazes a curto, médio e longo prazo. Neste sentido, o Art. 10 da Resolução CONAMA n° 307/2002 apresenta as seguintes orientações:

- Os resíduos de classe A devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para aterros de resíduos de construção civil acondicionando de modo que possam ser utilizados ou reciclados futuramente;
- Os resíduos de classe B devem ser reciclados, ou direcionados para áreas de armazenamento temporário que permitam a sua utilização ou reciclagem futura;
- Os resíduos de classe C devem ser armazenados, transportados e destinados conforme as diretrizes das normas técnicas específicas;
- Os resíduos da classe D devem ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados conforme disposto nas normas técnicas específicas.

Segundo Marques Neto (2005), é possível apontar como destinação final dos resíduos sólidos os lixões, aterros sanitários, terrenos baldios, vias públicas, rios, represas e córregos dentre outros. Os mesmos destinos são apontados por Pinto (1999) para os resíduos de construção civil. Este dado é preocupante e estão em acordo com os dados do IBGE (2008), que indicam que em 50,8% dos municípios brasileiros o destino dos resíduos sólidos são os lixões.

Pinto et al (2005) apontam para a necessidade em diferenciar as áreas de deposição irregular e bota-foras clandestinos, que são destinos muito comuns observados nos municípios brasileiros:

- Áreas de deposição irregular são aquelas próximas das áreas de geração dos resíduos, utilizadas por populações de baixa renda para deposição de resíduos de pequenas obras e reformas;
- Bota-fora clandestinos são áreas sem licença ambiental e que sem o consentimento explícito da administração local, são utilizadas para depósito de resíduos de construção civil.

Ainda de acordo com Marques Neto (2005), são escassos os locais destinados à deposição dos resíduos de construção civil, embora hajam áreas destinadas pelas prefeituras, os geradores não as utilizam preferindo locais de sua conveniência.

A disposição final dos resíduos da construção civil em Criciúma e Içara é efetuada irregularmente em terrenos baldios ou em locais com depressões para servir de aterro. Foram identificadas 59 áreas de aterros clandestinos no município de Criciúma (RODRIGUES, 2006).

Um estudo realizado por (PICOLO; REÚS 2011) localizou 103 áreas de deposição irregular em Criciúma e 43 áreas em Içara (Figuras 2 e 3).

Figura 2 - Disposição Irregular de RCC em APP.



Fonte: Picolo; Réus (2011).

Figura 3 - Disposição Irregular de RCC em APP.



Fonte: Picolo; Réus (2011).

4.2.6 Aspectos e Impactos Ambientais Associados

Os principais problemas ligados aos resíduos de construção civil (HAMASSAKI, 2000) são:

- Aproximadamente 50% do volume de aterros públicos de algumas cidades brasileiras são ocupados por entulho;
- A destinação clandestina dos mesmos ocasiona problemas de saúde pública, pela proliferação de insetos e roedores;
- O lançamento em terras baixas, em áreas de drenagem pode acarretar a obstrução de canais e resultar em inundações;
- Quando descartados em encostas ou áreas de risco constituem depósitos instáveis que podem causar deslizamentos.

De acordo com John (2000), alguns impactos da cadeia produtiva da construção civil estão presentes nas áreas urbanas e rurais, além das populações nas florestas:

- Consumo de recursos naturais

Este depende de diferentes fatores tais como: da taxa de resíduos gerados; tecnologia utilizada; vida útil das estruturas construídas; necessidades de manutenção; perdas incorporadas nas edificações. É difícil estimar com precisão o consumo de materiais pela construção civil. Dos recursos extraídos no planeta 14% a 50% são consumidos por este setor, (SJOSTROM, 1996 apud JOHN 2000).

- **Geração de resíduos**
É um dos maiores problemas do setor de construção civil pela quantidade elevada de resíduos produzidos, chegando em alguns países a representar de 13% a 67% dos Resíduos Sólidos Urbanos, (BOSCOV, 2008). No Brasil, nas cidades de médio e grande porte a percentagem de resíduos da construção civil, nos Resíduos Sólidos Urbanos varia entre 41% a 70% (PINTO, 1999 apud BOSCOV, 2008).
- **Consumo de energia**
O consumo de grandes quantidades de energia é característico da construção civil seja na utilização dos edifícios ou no processo de produção das matérias primas e transporte. Na Inglaterra, o consumo de energia associado à produção e ao transporte de materiais de construção é de aproximadamente 10% do consumo de energia total (JOHN, 2000).
- **Poluição ambiental**
Esta pode ser observada desde a produção e transporte de materiais como nos canteiros de obras e na deposição irregular dos entulhos, gerando resíduos, ruído e poeira.

4.2.7 Desperdícios e Perdas na Construção Civil

Segundo Porto e Silva (2010), a construção civil é um dos principais setores de produção que mais desperdiça recursos naturais. Os resíduos de construção civil são gerados muitas vezes por deficiências no processo de construção como omissões ou falhas na elaboração e execução dos projetos, má qualidade de materiais utilizados, perdas no transporte e armazenamento,

manipulação errada de componentes, mão de obra não qualificada dentre outros.

As perdas na construção civil são inevitáveis. A fração superior ao volume de perdas inevitáveis é considerada desperdício. É difícil estabelecer um limite claro entre os dois, sendo que para uma mesma tecnologia eles variam com as características regionais e com o tempo (ANDRADE, 1999 apud JOHN, 2000).

As perdas são originadas nas diferentes etapas do ciclo de vida dos edifícios e são mais visíveis na fase de execução, quando todas as decisões anteriores tomam forma física consumindo recursos naturais (JOHN, 2000).

A fase de planejamento é crucial para evitar desperdícios resultantes da decisão de construir estruturas desnecessárias. A fase de projeto é também muito importante pela escolha de tecnologias e dimensionamento que quando superestimado, leva ao desperdício e a necessidade de retrabalho (JAQUES, 1998 apud JOHN, 2000).

Um estudo realizado por Agopyan et al (1998 apud JOHN, 2000) em canteiros de obras no Brasil conclui que se as perdas forem reduzidas a 6% que foi o menor valor encontrado nas amostras, seria possível aumentar em 25% a produção de edificações mantendo constante a produção de cimento.

De acordo com Pinto (2005) as perdas de materiais em sistemas construtivos convencionais no Brasil podem ser estimadas em 20%, sendo que a argamassa e seus componentes representam 60% do resíduo gerado. Quando comparado a outros países o desperdício na construção civil é muito elevado e pode ser expresso em percentagem de custo de obra ficando na ordem de 5% (PICCHI, 1993 apud PORTO; SILVA 2010).

Para Ceotto (1995, apud ZORDAN 1997), o desperdício não pode ser medido pela produção de entulho, ainda que este seja um ótimo indicador. Para discutir o desperdício na construção civil são utilizadas diferentes referencias e as mais usuais são:

- Média de consumo do setor;
- Orçamento do projeto;
- Consumo ideal baseado em uma tecnologia.

Zordan (1997) afirma que diferentes índices têm surgido, o que causa certa confusão pela identificação incorreta uma vez que não se sabe se eles representam índices de custos, massas ou volumes.

4.2.8 Estimativa de Geração

Ao se abordar as estimativas de geração é importante observar que não existem levantamentos de alta precisão que permitam apontar exatamente a geração de resíduos. Muitas vezes os dados disponíveis são referentes somente à parte formal da produção de edificações (PINTO, 1999).

De acordo com Pinto (1999), é possível a construção de indicadores de geração de resíduos de construção civil a partir de três bases de informação:

- Estimativa de área construída (inclui serviços executados e perdas efetivadas);
- Movimentação das cargas por coletores;
- Monitoramento de descargas em áreas utilizadas como destino dos RCC's, processo que é dificultado pelo descarte pulverizado em diferentes pontos no espaço urbano e pela impossibilidade de acompanhamento físico das descargas em uma longa escala de tempo.

4.3 Aspectos Legais

No que diz respeito aos resíduos de construção civil são importantes as seguintes ferramentas legais.

4.3.1 Legislação Federal

- Lei n° 12.305 de julho de 2010

Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, abordam os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes para a gestão integrada as responsabilidades e os instrumentos econômicos aplicáveis.

De acordo com o Art. 7 da Lei nº 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos tem entre os seus objetivos:

- A proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- As ferramentas da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, incluindo a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.

Observando estes objetivos e analisando o panorama dos resíduos de construção civil no Brasil, é visível a necessidade de adaptação e melhoramento no gerenciamento dos mesmos, uma vez que, a sua disposição inadequada compromete a saúde pública e a qualidade ambiental. A observação das ferramentas apresentadas toma proporções estratégicas uma vez que, elas contribuirão tanto para a diminuição dos resíduos gerados como para uma economia de materiais e valores, a curto e longo prazo.

Os incentivos a indústria de reciclagem desempenham um papel importante, uma vez que o setor de construção civil se encontra em crescente expansão o que aumenta consideravelmente a produção de resíduos de grande volume e ficam escassos os locais de deposição.

A necessidade de soluções eficazes para a problemática dos resíduos de construção civil encontra respaldo no Art. 8 da Lei nº 12.305/2010 onde são abordados os instrumentos da política dos resíduos sólidos, dos quais ressaltam:

- Os planos de resíduos sólidos;
- Os termos de compromisso e os Termos de ajustamento de Conduta (TAC);
- Incentivo a adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados.

No município de Criciúma existe desde 2009 um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), referente aos resíduos sólidos evidenciando as responsabilidades do município, do Sindicato de Construções (SINDUSCON) e das empresas de tele-entulho.

De acordo com o Art. 20 da referida lei, as empresas de construção civil estão sujeitas a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

- Resolução CONAMA n° 307 de Julho de 2002

Esta resolução aborda as diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos de construção civil. Apresenta definições e princípios pertinentes aos mesmos, classifica-os, aponta orientações para os geradores, aborda o Plano e os Projetos de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil.

É possível também encontrar nesta resolução os prazos para que os municípios apresentem os Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil. Esta resolução atribui responsabilidades tanto para o poder público, quanto para os geradores dos resíduos no que concerne ao seu destino final.

É importante frisar que até a implementação desta Resolução os resíduos gerados pelo setor de construções, não eram identificados de modo claro entre os resíduos qualificados nas normas técnicas de referência, tais como a NBR 10004/2004. Esta resolução vem disciplinar a gestão dos resíduos de construção civil deixando claro que:

- É responsabilidade dos municípios elaborar um Plano Integrado de Gerenciamento que incorpore tanto os planos municipais de gerenciamento (para geradores de grandes e pequenos volumes), quanto projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil;
- Aos geradores compete a execução de planos de gerenciamento de resíduos de construção civil, que contemplem a caracterização dos resíduos, a triagem, o acondicionamento, o transporte e a destinação.

- Resolução CONAMA n° 348/2004

Altera a Resolução CONAMA n° 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Esta resolução trata dos produtos utilizados na

construção que contenham amianto, como telhas, e outros produtos nocivos à saúde.

- Resolução CONAMA n° 431/2011

Altera a Resolução CONAMA n° 307/2002, estabelecendo nova classificação para o Gesso, como material passível de ser reciclado.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT,2004)

As principais normas referentes aos resíduos de construção civil são:

- a) 15112/2004: aborda questões das áreas de transbordo e triagem, resíduos da construção civil e resíduos volumosos e dá diretrizes para projeto, implantação e operação;
- b) 15114/2004: descreve os resíduos da construção civil e resíduos inertes, aborda as diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros;
- c) 15114/2004: dispõe sobre resíduos sólidos da construção civil bem como as diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem;
- d) 15115/2004: dispõe sobre agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil bem como procedimentos para execução de camadas de pavimentação;
- e) 15116/2004: dispõe sobre agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil bem como requisitos para utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural.

4.3.2 Legislação Estadual

O Estado de Santa Catarina não possui legislação específica para os resíduos de construção civil estando, portanto o território do estado sujeito a legislação Federal, porém, existem regras gerais para o gerenciamento de resíduos sólidos no Código Ambiental, Lei 14675/2009 art. 256 e 272.

4.3.3 Legislação Municipal

- Lei n° 4009 de Junho de 2000

Disciplina a escolha de locais onde é possível instalar as caçambas, permite que as empresas façam publicidade por meio das caçambas, exige a perfeita identificação das mesmas e apresenta as punições as quais estarão sujeitos os infratores.

- Lei n° 3.855 de Agosto de 1999

Esta ferramenta legal deixa claro que as caçambas coletoras de entulho depositadas nas vias públicas do município devem ser devidamente sinalizadas com cores fluorescentes, e estabelece a responsabilidade do Chefe do Poder Executivo de determinar o órgão responsável pela fiscalização.

O município de Içara não possui leis referentes aos resíduos de construção civil, valendo para o município a legislação Federal.

4.4 Reciclagem

De acordo com a Resolução CONAMA n° 307/2002, Art. 2º, a reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação.

Na construção civil, a reciclagem dos resíduos de construção e demolição, data da antiguidade. Esta prática tem sido reafirmada a partir da segunda metade do século XIX quando os alemães começaram a utilizar sobras de materiais provenientes de blocos de cimento para produção de artefatos de concreto. As aplicações mais relevantes ocorreram depois da segunda guerra mundial quando houve a necessidade de reconstrução da Europa (WEDLER; HUMMEL, 1946 apud MARQUES NETO 2005).

Segundo Pinto (1999), no Brasil os estudos iniciais sistematizados na reciclagem de resíduos de construção civil datam do princípio da década de oitenta, com os estudos de Pinto (1986), ao qual se seguiram Silveira (1993), Zordan (1997) e Levy (1997), Latterza (1997) e Lima (1999). Outros estudos ocorreram paralelamente a estes em diferentes instituições no País. Nessa data também, massificou-se a utilização de “maseiras-moinho” que são

equipamentos que por serem de pequeno porte são de uso exclusivo em edificações. Eles permitem a moagem intensa de resíduos menos resistentes como alvenarias e argamassas.

Pinto (1999) aponta que a experiência brasileira com equipamentos de grande porte começou na década de noventa quando a implantação de instalações de reciclagem se expandiu por uma série de municípios em São Paulo, Belo Horizonte, Londrina e outros.

A reciclagem de resíduos de construção civil tem recebido impulsos dado as vantagens econômicas e ambientais que favorecem as instalações de usinas de reciclagem em municípios de médio e grande porte. A Este movimento têm aderido empresários com iniciativas individuais ou parcerias com as prefeituras e instituições de pesquisa (MARQUES NETO, 2005).

Para que ocorra a reciclagem de RCC's em nível municipal é importante que se realize um levantamento de informações que auxiliarão na definição de estratégias de uso e de suporte ao sistema, como por exemplo, aspetos básicos (área, população e outros), origem dos materiais, análise do setor gerador, quantificação da geração, localização geográfica, coleta e transporte, composição e disposição (SILVEIRA, 1993 apud HAMASSAKI, 2000).

4.4.1 Vantagens da Reciclagem

Silva (2009) define que a reciclagem contribui para que os recursos naturais sejam preservados ao serem substituídos por resíduos, prolongando a vida útil das reservas naturais. Cooperar ainda na diminuição do volume de aterro o que conduz a uma economia de recursos com a deposição de materiais e gestão destes locais. Outro aspecto positivo é a redução dos depósitos indiscriminados, o que reflete em benefícios ao meio ambiente e a saúde da população.

No entanto, faz necessária uma discussão tanto da viabilidade econômica da reciclagem quanto da reutilização de materiais no canteiro de obras, pois o correto manejo dos resíduos permite a identificação dos materiais recicláveis e reutilizáveis, gerando uma economia (por dispensarem a compra

de novos materiais) e evitando a remoção e destinação incorreta (PINTO, 2005).

4.4.2 Fatores que Interferem nos Programas de Reciclagem

Para programar qualquer projeto de reciclagem é importante observar alguns fatores determinantes (WRIGHT et al. 2000 apud COSTA, 2003):

- Aspectos Sociais: incluem a população e sua dinâmica, educação, consciência ambiental e fatores que determinam as necessidades de infraestrutura, geração de resíduos, nível de renda, práticas construtivas empregadas dentre outros fatores. Estes aspectos possibilitam a avaliação da participação da sociedade na resolução de problemas sociais;
- Aspectos Econômicos: envolvem o desenvolvimento econômico de uma localidade e a sua dinâmica industrial. Analisam a saúde econômica da região e de seus habitantes bem como, sua relação com o aumento ou diminuição das atividades da indústria de construção. Fatores como uma boa renda, industrialização, ampla oferta de emprego e PIB alto, são indicadores de uma economia saudável que suporta o contínuo crescimento do setor de construção civil. Como consequência a previsão de aumento na geração dos resíduos de construção;
- Aspectos Políticos Legais: constituem as ações normativas, legislativas ou políticas relacionadas com as atividades construtivas e com os resíduos gerados. Os financiamentos, as leis, as tarifas e os impostos contribuem para o aparecimento de iniciativas de reciclagem e como uma melhor opção ao aterro industrial (meio mais caro de disposição de resíduos, quando comparado a reciclagem);
- Aspectos Gerenciais, Técnicos e Espaciais: os aspectos gerenciais agrupam as questões que envolvem os órgãos governamentais e aos relacionados ao gerenciamento de resíduos. Os aspectos técnicos referem-se à infraestrutura acessível na região para dar

suporte a programas de reciclagem, como por exemplo, a distância e fornecimento de agregados, comercialização do resíduo entre outros. Os aspectos espaciais têm a ver com estoque e tipo de edifícios na região e localização de aterros.

4.4.3 Plantas de Beneficiamento e Equipamentos

De acordo com Peng et al. (1993 apud COSTA 2003) baseado na natureza dos resíduos é possível classificar as plantas de beneficiamento de resíduos da construção civil em:

- Planta de britagem de asfalto ou concreto;
- Centrais para resíduos de construção e demolição misturados;
- Centrais para resíduos de madeira.

De acordo com Costa (2003), os equipamentos de uma planta de beneficiamento podem ser fixos ou móveis, podendo ser agrupados em três tipos:

- Transportadores;
- Redução e britagem;
- Cortinas de separação.

No caso dos municípios de Criciúma e Içara serão propostas usinas para resíduos de construção e demolição fixas, contendo os três tipos de equipamentos.

Para a escolha do tipo de equipamento é necessário levar em conta o espaço físico, potencial de passagens de grãos de diferentes granulometrias, área disponível para descarga, mecanismos de separação magnética, controle de poeira e impurezas Wilborn;Goonan (1998, apud por COSTA, 2003).

Segundo Lima (1999) os equipamentos para as usinas de reciclagem de resíduos de construção civil são provenientes do setor de mineração e sofrem algumas adaptações. As centrais mais simples possuem um alimentador, um britador, um eletroímã e um transportador de correia.

Na visão de Lima (1999) os equipamentos para uma usina de beneficiamento de entulho são:

- O britador de impacto possui uma câmara onde ocorrem choques, entre martelos maciços fixados a um rotor e placas de impacto

fixas. É utilizado para britagem primária ou secundária. É robusto e emite pouco ruído, apresentando alta redução de materiais britados, dispensando muitas vezes a rebritagem;

- Os britadores de mandíbula, por serem menos potentes são utilizados para britagem primária, gerando alta porcentagem de graúdos. Emite muito ruído e apresenta dificuldade na moagem de peças armadas e de grandes dimensões sendo mais adequado para britagem de rochas em pedreiras;
- Os moinhos de martelo produzem alta porcentagem de miúdos e são utilizados como britadores secundários. Apresenta boca de alimentação de material relativamente pequena.

Outros materiais de natureza menos robusta, porém essenciais às usinas de beneficiamento são apontados por Corrêa et al. (2009):

- O alimentador vibratório é um equipamento de alimentação linear e pelo movimento vibratório, peneira superficialmente, separando os materiais. Alimenta o britador de forma contínua e uniforme. Apresenta vida útil longa, baixo custo de aquisição quando comparado a outros alimentadores e, são de fácil manutenção;
- O transportador de correia tem uma estrutura simples, é de fácil manutenção podendo ser utilizado em plantas fixas ou móveis. Pode ser instalado horizontalmente ou inclinado. Faz a conexão entre a peneira e o britador;
- As peneiras vibratórias são utilizadas para classificar materiais, posicionadas em “decks” visando à separação do material por granulometria;
- O extrator de metal é utilizado para remoção de material ferroso do entulho.

4.4.4 Etapas da Reciclagem de Resíduos de Construção Civil

Com o auxílio do fluxograma de operação de uma usina de beneficiamento de entulho é possível visualizar as atividades, os equipamentos e os fatores intervenientes e auxiliares no processo de reciclagem. As

atividades em uma usina de reciclagem podem ser sistematizadas em um roteiro, conforme apresentado por Pereira et al (2004):

a) Separação na origem

Contribui para obtenção de resíduos com maior valor agregado e com o mínimo de material contaminante. Pode ser obtida em maiores proporções quando se observa a demolição seletiva e recolha de resíduos. No entanto é praticamente inviável a separação em estaleiro.

b) Recepção dos resíduos e armazenamento inicial

As entradas e saídas de materiais devem ser controladas por uma balança (báscula) de no mínimo 12m de comprimento. Devem ser registradas todas as movimentações de materiais efetuados. É recomendável que se inspecione o material após ser descarregado para assegurar a qualidade. Os materiais devem ser depositados separadamente de acordo com suas características e identificados os locais de armazenamento.

c) Pré-triagem e separação inicial

Os materiais de maiores volumes (como o betão armado) devem ser depositados em uma área preparada onde um martelo hidráulico reduz as proporções, sendo retirado o aço com auxílio de uma pinça demolidora. Para a redução do tamanho adequado ao britador é utilizada a escavadora com martelo ou tesoura hidráulica.

d) Triagem e seleção dos fluxos contaminados

Quando se aceitam materiais contaminados estes devem ser submetidos a uma triagem ou pré-seleção em área própria, selecionados manualmente ou com auxílio de pinças ou tesouras. Os materiais de maior dimensão são retirados por serem indesejáveis neste processo. Concluída esta fase os resíduos são encaminhados para uma unidade de triagem equipada com uma grelha vibratória, cabine de triagem manual e separador magnético.

Esta concepção permite a separação de diferentes fluxos de materiais como plásticos, metais, madeira e papel.

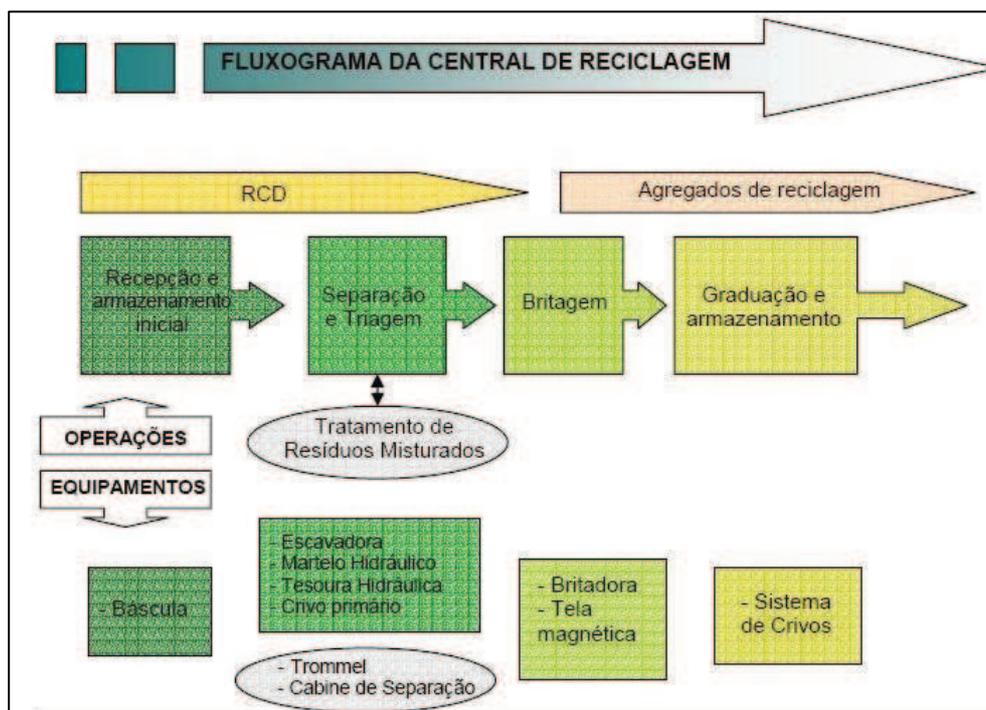
e) Britagem e Crivagem

Nesta fase encontram-se somente resíduos selecionados, já separados e livres de elementos contaminantes; a britagem é efetuada por um britador ajustado a dimensão do agregado que se deseja obter. Na sequência o material passa por um crivo visando obtenção de parcelas comercializáveis.

f) Armazenamento e saída de produtos finais

Terminado o beneficiamento o material é depositado em “stocks” identificados e separados na base, 4 metros no mínimo, para que os materiais não se misturem. O funcionamento geral de uma central de reciclagem de agregados obedece ao seguinte fluxo (Figura 4).

Figura 4 - Fluxograma de Reciclagem de RCC.



Fonte: Pereira et al. (2004).

4.4.5 Agregados de Reciclagem: Características, Aplicação e Mercado

As usinas de reciclagem de resíduos de construção civil produzem agregados variados. Em função do material reciclado (TÉCHNE, 2006 apud PIOZOVAN JUNIOR, 2007) é possível produzir os seguintes produtos (Tabela 4):

Tabela 4 - Produtos Reciclados e suas Características.

Produtos	Características
Areia reciclada	Material com dimensão máxima inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.
Brita reciclada	Material com dimensão máxima inferior a 39 mm, isento de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.
Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil (blocos de concreto, resto de cerâmicas, etc.), livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm.
Rachão	Material com dimensão máxima inferior a 150 mm, isentos de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.

Fonte: Adaptada de Téchné (2006 apud PIOVEZAN JÚNIOR, 2007).

Segundo Lima (1999) os agregados de reciclagem podem ser aplicados em serviços de pavimentação (base e sub-base de estradas), concretos, fabricação de pré-moldados, argamassas de assentamento e revestimento, cobertura de aterros, camadas drenantes, controle de erosão, execução de habitações e outras edificações.

As ações governamentais como percentagens obrigatórias de reciclagem, legislação, fiscalização apropriada e taxas ambientais são fundamentais para incrementar o mercado dos recicláveis. No Brasil, os agregados reciclados são consumidos principalmente em obras viárias, residenciais, hospitalares e escolares em função da qualidade de vida das populações (CUNHA, 2007).

Os municípios brasileiros consomem 45% dos agregados reciclados, restando 55% para o setor privado. O custo competitivo e a performance aproximada ou similar a dos materiais convencionais são as exigências do setor privado (ÂNGULO; JOHN, 2002).

De acordo com Pinto (1999), dados obtidos junto aos distribuidores locais, para venda de carga fechada posta em obra, demonstram que o preço dos agregados de reciclagem varia de acordo com a região do país sendo de maior valor no município São José dos Campos (SP) com custo em torno de R\$ 35,00 por tonelada de agregado britado. A Tabela 5 apresenta uma base do valor de agregados para a região sul.

Tabela 5 - Preço Médio do Agregado Britado.

Cidades	Preço Médio dos Agregados Britados (R\$/tonelada)
Florianópolis (SC)	15,80
Porto Alegre (RS)	11,00
Curitiba (PR)	11,44
São Paulo (SP)	13,33

Fonte: Pinto (1999).

Dados mais recentes sobre custo de agregado reciclado são apresentados por Jadovski (2005) que baseado nas visitas técnicas realizadas em unidades de reciclagem brasileiras aponta o preço médio de R\$18,00 por tonelada.

4.4.6 Localização das Usinas

Quanto ao requisito de localização das usinas, Costa (2003) afirma que o local deve ser estratégico, levando em conta as distâncias de centros geradores de resíduos, bem como do mercado que irá consumir os agregados. Devem também ser considerados os aspectos ambientais, econômicos e operacionais.

A Norma Brasileira n° 15114 /2004 referente às áreas de reciclagem de resíduos de construção civil quanto ao projeto, implantação e operação das usinas, orienta que as áreas só estão habilitadas para receber material previamente triado para a produção de agregados reciclados.

Esta mesma norma indica à observação dos requisitos ligados a hidrologia, vegetação e vias de acesso para saber se o local é adequado à instalação de usinas. Orienta ainda que a usina deva apresentar um plano de

recebimento e controle de materiais e a descrição de procedimentos de triagem, reciclagem, armazenamento, destinação de resíduos e outras operações realizadas na área. Além disso, a usina deve obedecer aos seguintes requisitos de instalação:

- Possuir plano de inspeção e manutenção de modo a identificar e corrigir eventuais problemas;
- Cuidados devem ser tomados quanto à vedação do perímetro da usina, os acessos devem resistir a intempéries e facilitar o tráfego e condições climáticas adversas;
- Deve ser vedado o acesso de pessoas estranhas e de animais à usina por meio de cerca arbustiva no local e portão;
- Os funcionários devem ser treinados adequadamente e devem ser utilizados equipamentos de proteção individual. Devem ser disponibilizados equipamentos de combate a incêndios e contra descargas atmosféricas.

4.5 Áreas de Transbordo e Triagem

Áreas de Triagem e Transbordo (ATT) são definidas pela NBR 15.112 (2002 citada por STOLZ, 2008) como áreas preparadas para receber resíduos de construção civil e resíduos volumosos para triagem e armazenamento temporário dos resíduos segregados para possível transformação e posterior retirada da destinação correta. Esta norma exige o controle dos resíduos quanto à procedência, qualidade e quantidade, e determina que ao serem implementadas deve-se observar as seguintes condições:

- Isolamento em todo o perímetro da instalação;
- Identificação das atividades desenvolvidas e aprovação do empreendimento;
- Sistemas de proteção ambiental, envolvendo controle de poeira e ruído, piso adequado e sistema de drenagem superficial;
- Equipamentos de segurança como os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) contra incêndios e cargas atmosféricas.

De acordo com Seo; Fukurozaki (2004), a regularização e implantação de áreas de transbordo são fundamentais para:

- Reduzir o trajeto efetuado pelos coletores de entulho;
- Obrigar a triagem de materiais reutilizáveis e recicláveis e possibilitar a destinação correta de outros materiais;
- Incentivar a valorização do entulho;
- Perenizar solução de descarte adequado.

4.6 Aterros de Resíduos de Construção Civil

Segundo Pinto et al. (2005), muitas vezes após triagem o resíduo não apresenta o melhor resultado possível sendo mais aconselhável a sua disposição em aterro.

De acordo com a Resolução CONAMA n° 307/2002, aterros para Resíduos Classe A poderão ser implantados:

- Para a correção de desníveis em terrenos que serão futuramente ocupados contendo respectivo projeto de ocupação aprovado por órgão municipal;
- Para reserva de materiais limpos que devem ser depositados em locais separados que permitam a futura extração e reciclagem.

Quanto aos aterros de Resíduos “Classe A” e os Resíduos Inertes é importante observar a priorização ou do uso futuro dos resíduos ou da futura utilização da área aterrada (NBR 15.113/2002 citada por STOLZ, 2008). Esta norma estabelece algumas exigências para áreas a serem aterradas:

- A população local deve estar de acordo e os impactos ambientais da implantação do aterro devem ser minimizados. A instalação deve obedecer ao plano de uso do solo e a legislação ambiental;
- O local do aterro deve conter iluminação e as vias de acesso precisam estar protegidas permitindo o acesso em diferentes períodos do ano. É preciso que o aterro tenha placa de identificação, portão de acesso e, que disponha de energia para operação dos equipamentos a qualquer momento;
- Os funcionários devem ter treinamento adequado;

- Em função do tamanho do aterro, um sistema de monitoramento das águas subterrâneas no aquífero livre (lençol freático) deve ser contemplado.

4.7 Análise de Viabilidade

A análise de viabilidade de uma usina de reciclagem é fundamental para a definição do processo de dimensionamento e configuração da central.

Para o desenvolvimento da análise faz-se necessário um projeto com o objetivo de produzir bens ou serviços. É considerado também o planejamento da unidade produtiva. Para a análise de viabilidade de ordem técnica, econômica e financeira não existem roteiros explícitos, sendo a mesma realizada em função dos interesses do organismo financeiro ou do órgão interessados no projeto (BRITO, 2006).

O conjunto de estudos econômicos que permitem a análise econômica de decisões sobre investimentos constitui objeto de estudo da Engenharia Econômica. Estudos econômicos são de fundamental importância para confirmar a viabilidade de projetos tecnicamente corretos. Eles permitem a análise de alternativas disponíveis para a escolha do que seria o melhor investimento tanto para empresas, particulares ou entidades governamentais (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000).

De acordo com Casarotto Filho; Kopittke (2000) existem três métodos básicos para a análise de investimentos que são equivalentes e podem conduzir ao mesmo resultado se bem aplicados, se adaptando melhor a determinado problema.

4.7.1 Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)

Este método (VAUE) consiste em achar a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas do projeto utilizando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estabelecida pela economia. O melhor projeto é o que apresentar o maior saldo positivo. A TMA é referente à rentabilidade mínima exigida dos investimentos, que deve render no mínimo a taxa de juros

equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2000).

4.7.2 Valor Presente Líquido (VPL)

Os mesmos autores definem este método como sendo baseado no cálculo do valor presente dos termos do fluxo de caixa e soma ao investimento inicial de cada alternativa. A TMA é utilizada para descontar o fluxo trazendo o Valor Presente.

De acordo com Souza; Clemente (1997 apud JADOVSKI, 2005) o VPL deve ser superior a zero para que o projeto seja aceito. O VPL pode ser obtido pela eq. 1:

$$VPL = \sum \{ [CF_j] / (1 + i)^j \} \quad (1)$$

Onde:

VPL: Valor Presente Líquido;

CF_j: Custos e receitas ao longo do projeto;

i: Taxa de juros = TMA

j: índice do período.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é referente à rentabilidade mínima exigida dos investimentos, que deve render no mínimo a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2000).

4.7.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

O método da Taxa Interna de Retorno requer o cálculo da taxa que zera o valor presente dos fluxos de caixa das alternativas. Os investimentos com TIR maior que a Taxa Mínima de Atratividade consideram-se rentáveis.

De acordo com Pilão; Hummel (2006 apud STOLZ, 2008) o método da TIR permite o cálculo da remuneração do investimento em termos percentuais.

A TIR normalmente é calculada para o fluxo de caixa de 10 anos que é o período considerado como vida útil da maioria dos projetos (PAULO, 2006). Pode ser calculada pela eq. 2:

$$VP = [\Sigma(RT-CT) / (1+r)^T] - IT \quad (2)$$

se VP=0

Onde:

VP: valor presente;

R: taxa de desconto;

T: tempo.

Além destes métodos existem outros métodos não exatos, cujo principal é o Tempo de Recuperação do Capital Investido "*Pay Back Time*" que mede o tempo necessário para que o somatório das parcelas anuais seja igual ao investimento inicial. Este método não considera o conceito de equivalência, e não leva em consideração a vida do investimento (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2000).

Estudos de viabilidade de usinas de reciclagem de resíduos de construção civil têm sido efetuados no Brasil utilizando principalmente os métodos da Taxa Interna de retorno e do Valor Presente Líquido.

5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho teve como base a obtenção de dados secundários junto as Prefeituras, Fundações de Meio Ambiente e empresas envolvidas na coleta de RCC's nos municípios de Criciúma e Içara ambos localizados no sul de Santa Catarina, além de consulta aos fornecedores de equipamentos para pré-dimensionamento das usinas de triagem e reciclagem.

As etapas desenvolvidas no trabalho foram:

- a) Pesquisa bibliográfica e documental;
- b) Estimativa do volume de geração de RCC's a partir de métodos diretos e indiretos;
- c) Caracterização dos RCC's com base em dados existentes;
- d) Proposição de locais de instalação das usinas de triagem e reciclagem dos RCC's;
- e) Elaboração de pré-dimensionamento da área de transbordo e da usina de triagem e reciclagem;
- f) Elaboração de estudo de viabilidade econômico e financeiro para instalação de usina de triagem e reciclagem.

É importante ressaltar que os resultados obtidos neste trabalho estão apresentados separados, considerando os municípios de Criciúma e Içara.

a) Pesquisa bibliográfica e documental

Foram pesquisadas em diferentes literaturas informações sobre definição, classificação, origem, coleta e transporte, reutilização, destinação, reciclagem, aterros entre outros aspectos respectivos aos Resíduos de Construção Civil. Também foram consultadas leis, normas técnicas, decretos e resoluções para conhecimentos dos aspectos legais relacionados a classificação, geração, disposição, entre outros requisitos legais dos RCC's.

b) Estimativa do volume de geração de RCC's a partir de métodos diretos e indiretos

O método indireto considerou a realização de visitas junto aos setores responsáveis localizados nas Prefeituras Municipais de Criciúma e Içara, nas Fundações de Meio Ambiente de Criciúma (FAMCRI) e da Içara (FUNDAI).

Junto às prefeituras obteve-se o cadastro das licenças para construção e Habite-se. A partir desses dados foram estimados o volume de resíduos da construção civil gerados em Criciúma e na Içara, no período de 2001 e 2010.

Na FAMCRI obtiveram-se informações referentes aos processos de licenciamento dos prestadores de serviço efetuados pela Fundação do Meio Ambiente (FATMA). Na FUNDAI obteve-se informações sobre as áreas licenciadas para aterro no município de Içara

A estimativa indireta de geração de RCC's está apoiada na metodologia apresentada por Pinto (1999), onde considera uma taxa de geração de 150 kg de resíduos para cada m² e que cada m³ de entulho contém 1,2 toneladas de resíduo. Multiplicando a área licenciada para construção, pela taxa de geração obtêm-se o valor da provável geração.

O método direto para estimativa da geração de RCC's considera a movimentação de cargas efetuadas pelas empresas prestadoras de serviços, responsáveis pela coleta dos resíduos de construção civil visando estimar o volume de RCC's.

Para tanto, foram realizadas entrevistas não estruturadas e com questões relacionadas ao número e volume útil das caçambas, número de caçambas movimentadas por dia e mês, volume diário e mensal, entre outras informações.

c) Caracterização dos RCC's com base em dados existentes

Foi realizada uma pesquisa e análise de trabalhos acadêmicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, revistas e artigos publicados em periódicos para diagnosticar a caracterização dos RCC's.

d) Proposição de locais de instalação das usinas de triagem e reciclagem dos RCC's

Foi realizada análise nos Planos Diretores dos municípios de Criciúma e Içara e consulta junto a NBR n° 15114/2004, além do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico Ambiental de Criciúma, para indicação de locais estratégicos à instalação das áreas de transbordo e das usinas de triagem e reciclagem em cada município.

e) Pré-dimensionamento das áreas de transbordo e usinas de triagem e reciclagem

Com base na estimativa de volume de RCC's gerados nos municípios de Criciúma e Içara e consulta em empresas especializadas, foi elaborado um pré-dimensionamento das áreas de transbordo e das usinas de triagem e reciclagem, considerando capacidade produtiva, equipamentos, produtos gerados, entre outras informações.

Foram consultados ainda alguns fabricantes de equipamentos de triagem e reciclagem com vistas a relacionar os tipos de equipamentos.

f) Análise de viabilidade

Os métodos de análise de investimentos, utilizados para apoiar a tomada de decisão, são fundamentados essencialmente nos critérios econômicos e financeiros.

Para elaboração do estudo de viabilidade econômico e financeiro, foi considerado o método de análise da Taxa Interna de Retorno (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000), indicado para projetos com fluxos de caixa acima de 10 anos, considerado como vida útil da maioria dos projetos (BRITO, 2006).

O método TIR requer o cálculo da taxa que zera o valor presente dos fluxos de caixa das alternativas. Os investimentos com TIR maior que a TMA são considerados rentáveis e são passíveis de análise.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados serão apresentados por município, possibilitando melhor análise da estimativa dos volumes de Resíduos da Construção Civil (RCC's), no período de 2001 a 2010.

Num primeiro momento são apresentados os resultados obtidos das licenças de construção civil e geração de resíduos. Em seguida, os resultados do Habite-se da construção civil. Posteriormente, a estimativa de resíduos através de informações coletadas junto às empresas de coleta e transporte, além da caracterização dos RCC.

Num segundo momento é realizada a proposição de locais de instalação e dimensionamento dos principais equipamentos das usinas de triagem e reciclagem, seguida da análise de viabilidade econômica e financeira para instalação das usinas de reciclagem de resíduos.

6.1 Estimativas de Resíduos de Construção Civil

A estimativa do volume de geração de RCC's em Criciúma e Içara foram realizadas aplicando os métodos diretos e indiretos.

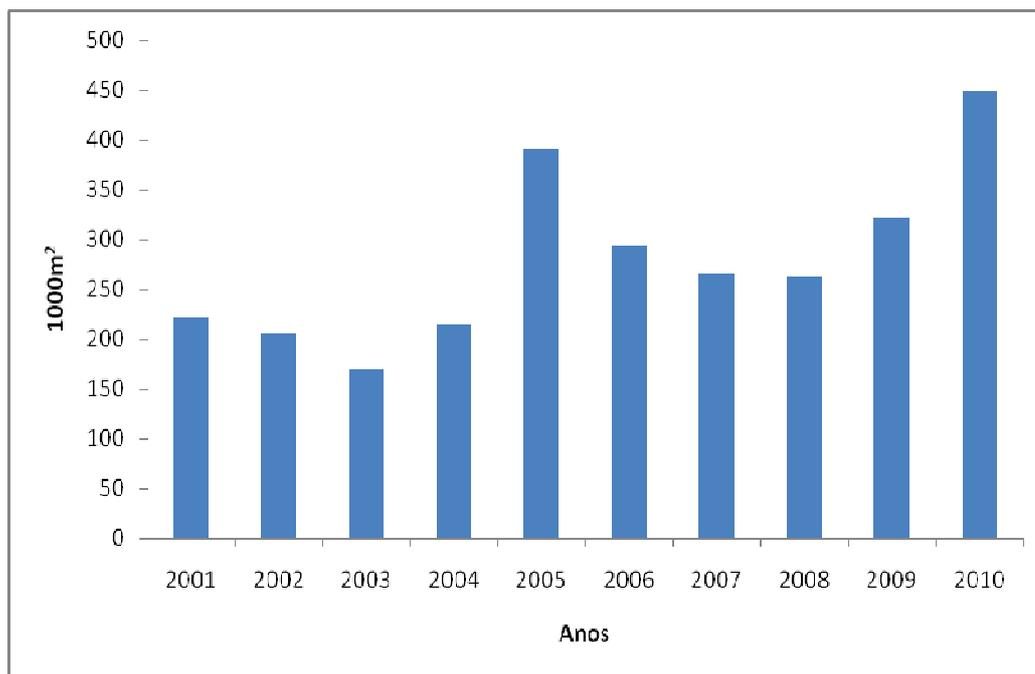
6.1.1 Estimativa Indireta da Geração de RCC's em Criciúma

Por meio de dados de áreas licenciadas para construção no município de Criciúma, obtidas na Prefeitura Municipal de Criciúma (2011), foi possível realizar a estimativa indireta de geração de resíduos do município.

De acordo com a metodologia de Pinto (1999), que estabelece uma taxa de geração de 150 kg de entulho por metro quadrado (m²) de área construída se obtêm a provável geração diária e anual. A aplicação desta taxa parte do princípio que é muito reduzido o percentual de projetos aprovados que não são concretizados. A Tabela 6 apresenta dados de um intervalo de 10 anos correspondentes às licenças de construção no município de Criciúma.

A Figura 5 apresenta a variação da área licenciada para construção no intervalo de 2001 a 2010 no município de Criciúma.

Figura 5 - Evolução das Licenças para Construção no Município de Criciúma de 2001 a 2010.



Analisando a evolução das licenças para construção (Figura 5) em Criciúma, observa-se que em 2003 foi registrado o menor índice com apenas 169.697,45 m² de área construída licenciada, enquanto que em 2010 foram licenciadas cerca de 449.520,97 m².

Pode-se observar que as licenças para construção aumentaram em mais de 200%, considerando o período de 2003 a 2010, provavelmente resultante do aumento de créditos habitacionais e das novas políticas de habitação. Entre o período de 2001 a 2010, foi registrado um crescimento de 102,53% de área construída licenciada. Em contrapartida observa-se um aumento de 11,35% na população do município nesse mesmo intervalo (2001 a 2010).

A área total licenciada para construção de 2001 a 2010 é aproximadamente de 2.796.391,743 m².

Tabela 6 - Licenças para Construção e Provável Geração de Resíduos em Criciúma de 2001 a 2010.

INFORMAÇÕES	ANOS									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Área licenciada para construção (1000 m ² /ano) ⁽¹⁾	221,19	204,74	169,70	214,21	391,35	293,24	265,83	263,55	322,27	449,51
Taxa de geração de resíduos (0,15 t/m ²) ⁽²⁾	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Provável geração anual de Resíduos (t/ano)	33.292,86	30.710,95	25.454,62	32.132,88	58.703,57	43.987,18	39.875,15	39.532,99	48.340,56	67.428,15
População (1.000.000,00 habitantes) ⁽³⁾	170,42	170,42	170,42	170,42	185,52	185,52	185,5	185,5	188,6	192,2
Provável geração diária de Resíduos (t/dia) ⁽⁴⁾	138,72	127,96	106,06	133,89	244,60	183,28	166,15	164,72	201,42	280,95
Provável geração por Habitante Dia (kg dia/hab)	0,81	0,75	0,62	0,79	1,32	0,99	0,90	0,89	1,07	1,46

⁽¹⁾ Informações da Prefeitura Municipal de Criciúma (2011);

⁽²⁾ Taxa de geração usada por PINTO (1999);

⁽³⁾ Dados retirados do senso do IBGE (2011);

⁽⁴⁾ Considerando 20 dias úteis/mês.

De acordo com a provável geração de resíduos (Tabela 6), verifica-se que os anos de 2005 e 2010 apresentaram os maiores valores. A estimativa de geração de resíduos em 2003 foi a menor, correspondendo à crise no setor de construção civil nesse ano.

Por meio da metodologia de Marques Neto (2005) que considera a estimativa de geração anual, obtida pela média das licenças concedidas nos últimos 4 anos, Dal Pont (2008) analisando o período de 2004 a 2007 para o município de Criciúma obteve o valor de 151,75 toneladas/dia. Utilizando a mesma metodologia para o período de 2007 a 2010 para o município, o valor obtido foi de 203,31 toneladas/dia. Este valor é maior que o apresentado para o período de 2004 a 2007, considerando o aumento da população e a intensificação do setor de construção civil, sendo assim, um resultado coerente.

A geração de RCC's no período analisado apresentou uma média de 145,65 toneladas/dia. Este valor é inferior tanto ao apresentado por Dal Pont (2008), como o valor obtido analisando os últimos 4 anos. Estes valores indicam a necessidade de medidas eficazes no gerenciamento de RCC's.

Com relação à estimativa diária de geração de resíduos de construção civil, Lauritzen (1998 apud por JONH, 2000) apresenta dados da Europa com variação entre 2,08 a 3,19 kg/hab*dia. Pinto (1999) propõe para o Brasil uma variação de 0,80 a 2,64 kg/hab*dia. Em Criciúma, os dados referentes à estimativa de geração diária de resíduos da construção civil apontam variação entre 0,62 e 1,46 kg/hab*dia. Este valor é inferior aos valores indicados na Europa, porém, mais próximo aos apresentados por Pinto (1999) para algumas cidades brasileiras. A média da geração per capita em 10 anos é de 0,96 kg/dia e está dentro do intervalo considerado para as cidades Brasileiras.

Para confirmação dos volumes de resíduos de construção civil, foram comparadas as áreas licenciadas para construção e as áreas correspondentes ao Habite-se, uma vez que o Habite-se indica a área efetivamente construída.

Na Tabela 7 são apresentados os mesmos cálculos efetuados para a obtenção das estimativas de geração diária e anual considerando neste caso o Habite-se. Foram considerados o mesmo número de habitantes e a taxa de geração por área.

Tabela 7 - Habite-se de Construção e Provável geração em Criciúma de 2001 a 2010.

INFORMAÇÕES	ANOS									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Habite-se (1000 m ² /ano) ⁽¹⁾	911,43	154,74	159,51	134,30	117,19	142,32	150,53	154,88	144,43	244,18
Taxa de geração de resíduos (0,15 t/m ²) ⁽²⁾	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Provável geração anual de Resíduos (t/ano)	13.671,43	23.210,47	23.926,74	20.145,27	17.577,80	21.348,22	22.579,59	23.232,29	21.663,85	36.626,26
População (1000.000,00 habitantes) ⁽³⁾	170,42	170,42	170,42	170,42	185,52	185,52	185,5	185,5	188,6	192,2
Provável geração diária de Resíduos (t/dia) ⁽⁴⁾	56,96	96,71	99,69	83,94	73,24	88,95	94,08	96,80	90,27	152,61
Provável geração por Habitante Dia (kg dia/habitante)	0,33	0,57	0,58	0,49	0,39	0,48	0,51	0,52	0,48	0,79

⁽¹⁾ Informações da Prefeitura Municipal de Criciúma (2011);

⁽²⁾ Taxa de geração usada por PINTO (1999);

⁽³⁾ Dados retirados do senso do IBGE (2011);

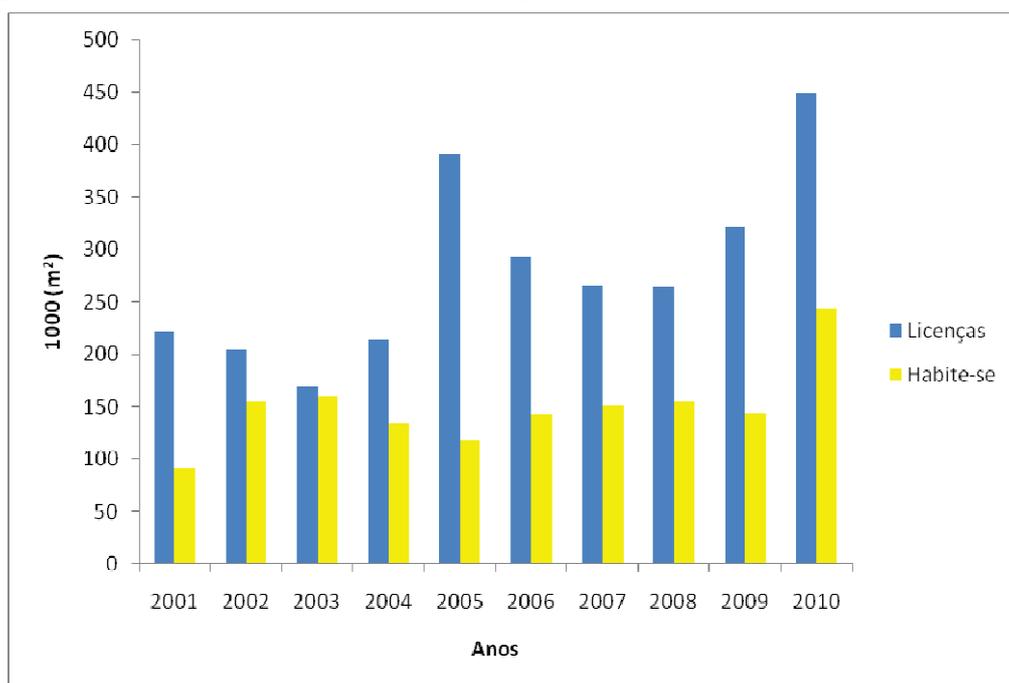
⁽⁴⁾ Considerando 20 dias úteis/mês.

A estimativa de geração de resíduos da construção civil pelo Habite-se foi menor nos anos 2001 e 2005, e maior em 2010. Comparando os valores anuais com os obtidos na análise das áreas licenciadas para a construção, verifica-se uma maior quantidade de resíduos em 2010, porém os menores volumes anuais diferem para 2005.

Analisando os dados da geração anual obtidos das áreas licenciadas para construção (Tabela 6) em Criciúma observa-se que eles são superiores aos dados obtidos pelo Habite-se (Tabela 7). O volume de resíduos obtidos das licenças de construção deveria ser aproximado ao volume do cálculo do Habite-se, no entanto, observa-se que a área solicitada para a construção ($449,51 \times 1000 \text{ m}^2/\text{ano}$) em 2010 é efetivamente superior a área licenciada pelo Habite-se ($244,18 \times 1000 \text{ m}^2/\text{ano}$), no mesmo ano. É importante frisar que o município de Criciúma não possui áreas licenciadas para aterros de resíduos de construção civil.

Analisando os dados obtidos se observa que o Habite-se é inferior às licenças, sendo que em 2010, foi o período de maior concessão de licenças, com uma diferença de 45,7% entre as licenças de construção e as de habite-se. A diferença menor entre as licenças de construção e de Habite-se foi em 2003, com 6%. A Figura 6 compara as licenças de construção com o Habite-se.

Figura 6 - Comparativo entre as Licenças para Construção e Habite-se.



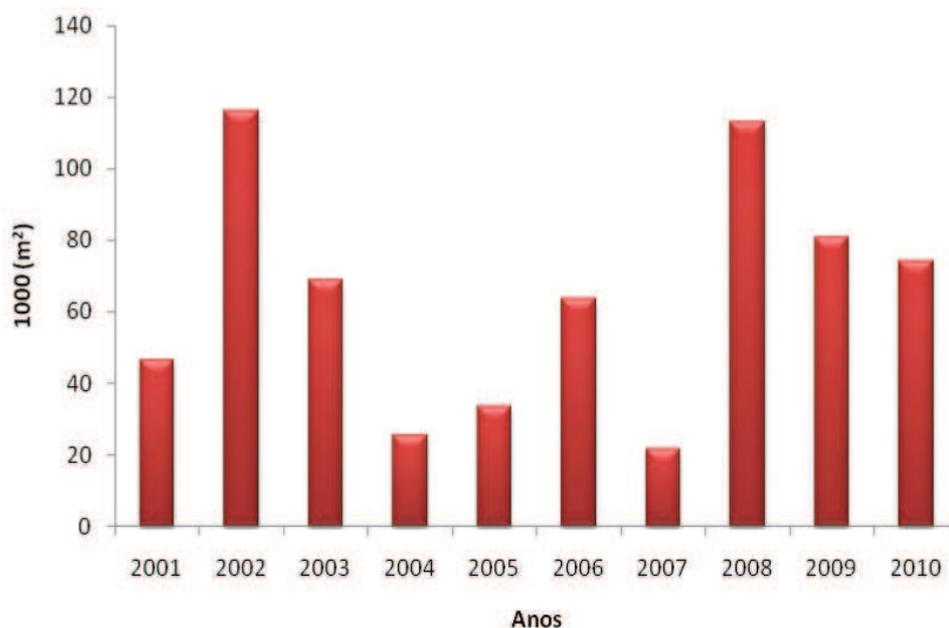
As diferenças encontradas podem ser atribuídas ao fato de que, por um lado as construções não foram efetivadas, ou por outro lado, as construções podem ter sido efetivadas, porém não foram registradas evitando os impostos associados ao Habite-se.

No período de 2001 a 2010 foi registrada no município uma área construída de 1.493.212,80 m². A média da geração anual neste período foi de 22.398,19 toneladas e a geração diária foi de 93,33 toneladas.

6.1.2 Estimativa Indireta da Geração de RCC's em Içara

Os dados referentes à área licenciada para construção no município de Içara foram coletados na Prefeitura Municipal. As licenças para construção variam de ano para ano (Figura 7).

Figura 7 - Variação da Área Licenciada para Construção em Içara de 2001 a 2010.



É possível observar que nos anos de 2002 e 2008 a concessão de licenças foi superior em relação aos outros anos. Houve redução significativa no número de licenças nos anos de 2004, 2005 e 2007.

Comparando o ano de 2004 com 2002, percebe-se uma redução de 78,26% das licenças concedidas. Da mesma forma quando se compara 2002 com 2007, verifica-se uma redução de 80,97%.

A Tabela 8 apresenta os resultados de licenças para construção e provável geração de resíduos da construção civil no município de Içara num intervalo de 10 anos (2001 a 2010). A taxa de geração por unidade de área é de 0,15t. Não foi possível obter dados referentes ao Habite-se no mesmo período, uma vez que a prefeitura não possui controle destas informações.

Tabela 8 - Licenças de Construção e Provável Geração de Resíduos em Içara de 2001 a 2010.

Informações	Anos									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Área licenciada para construção (1000 m ² /ano) ⁽¹⁾	46,31	116,36	69,04	25,30	33,48	63,48	21,49	112,90	80,75	74,23
Taxa de geração de resíduos (0,15 t/m ²) ⁽²⁾	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Provável geração anual de Resíduos (t/ano)	6.947,43	17.453,74	10.356,71	3.795,70	5.022,66	9.522,13	3.224,06	16.936,20	12.112,27	11.135,47
População (1000.000,00 habitantes) ⁽³⁾	48,634	48,634	48,634	48,634	55,235	55,235	53,996	53,996	57,103	58,859
Provável geração diária de Resíduos (t/dia) ⁽⁴⁾	28,95	72,72	43,15	15,82	20,93	39,68	13,43	70,57	50,47	46,40
Provável geração por Habitante Dia (kg/ Dia /habitante)	0,60	1,50	0,89	0,33	0,38	0,72	0,25	1,31	0,88	0,79

⁽¹⁾ Informações da Prefeitura Municipal de Içara (2011);

⁽²⁾ Taxa de geração usada por PINTO (1999);

⁽³⁾ Dados retirados do senso do IBGE 2000; 2010 (2011);

⁽⁴⁾ Considerando 20 dias úteis/mês

De acordo com os dados obtidos, a população no município de Içara aumentou cerca de 17% em dez anos. Nesse período foram geradas 96.506,38 toneladas. A média da geração diária entre 2001 e 2010 é de 40,21 toneladas, valor inferior as 636,12 toneladas/dia geradas em Florianópolis (ROCHA 2006).

O gráfico de Içara apresenta diferenças quando comparado ao a tendência do setor de construção civil no Brasil, que apresenta flutuações em períodos anteriores a 2003 e uma tendência de crescimento de 2003 em diante. Esta diferença pode ser atribuída à escassez de dados e as deficiências encontradas nos registros.

Em 2010 foram geradas aproximadamente 11.135,47 t/ano de RCC's. Os menores valores foram registrados em 2004 e 2007, com 3.795,70 e 3.224,06 t/ano, enquanto que os maiores valores são referentes aos anos de 2002 e 2008, com uma geração de 17.453,74 e 16.936,20 t/ano, respectivamente.

É importante ressaltar que considerando a média dos últimos quatro anos aconselhada por Marques Neto (2005) a geração diária de 45,22 é superior a média dos 10 anos (40,21t/dia) resultante do crescimento da geração nos últimos anos.

Analisando os dados apresentados por Pinto (1999) é possível apresentar a estimativa da geração anual de resíduos de construção civil para alguns municípios brasileiros. Os municípios escolhidos apresentam população menor que 350 mil habitantes para possibilitar a comparação (Tabela 9).

Tabela 9 - Estimativa Anual de Geração de Resíduos de Alguns Municípios Brasileiros.

Municípios	População (*)	Estimativa de Geração de Resíduos (t/ano) (*)
São José do Rio Preto (SP)	323.627 (1996)	76.075,00
Jundiaí (SP)	293.373 (1996)	113.525,00
Vitoria da Conquista (BA)	242.155 (1996)	17.670,00
Criciúma	192.200 (2010)	41.945,88
Içara	58.859 (2010)	9.650,64

(*) Informações apresentadas por Pinto (1999) exceto para os municípios de Içara e Criciúma.

A cidade de Jundiaí apresenta a maior estimativa anual de geração de resíduos, indicando um resultado elevado quando comparado aos outros municípios, por exemplo, a cidade de São José do Rio Preto apresentou um volume inferior (76.075 t/ano) com uma população maior em relação à cidade de Jundiaí. A geração

em Jundiaí foi 30% maior em relação a São José do Rio Preto. É possível observar que embora São José do Rio Preto tenha uma população maior que Jundiaí a sua geração anual de resíduos foi 30% inferior.

De forma semelhante pode-se verificar em Criciúma quando comparado ao município de Vitória da Conquista. A estimativa de geração de resíduos em Criciúma é bem superior (mais que o dobro do volume de resíduo) com uma população 10% menor.

Pinto (1999) realizou um estudo dos resíduos de construção civil de algumas cidades brasileiras e apresentou dados da geração de resíduos de construção civil por habitantes em um ano (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabela 10 - Geração Anual de Resíduos de Construção Civil por Habitante em Algumas Cidades Brasileiras.

Cidades	Taxa de Geração de Resíduos (t/hab /ano)
São José do Rio Preto / SP	0,66
São José dos Campos / SP	0,47
Ribeirão Preto / SP	0,71
Jundiaí / SP	0,76
Vitória da Conquista / BA	0,40
Belo Horizonte / MG	0,34
Campinas / SP	0,62
Salvador / BA	0,23
Criciúma /SC	0,23
Içara /SC	0,18
Santo André / SP	0,51

Fonte: Adaptada de Pinto (1999).

Os valores de 0,23 e 0,18 referentes à Criciúma e Içara respectivamente foram obtidos realizando a média das licenças concedidas para a construção no período de 2001 a 2010.

Analisando os dados de algumas cidades brasileiras, constata-se que a maior taxa de geração de resíduos da construção civil ocorreu no município de Jundiaí. A geração no município de Criciúma se igualou a geração em Salvador, sendo menor que nas outras cidades brasileiras, exceto em Içara. Embora não se tenha analisado dados do setor da construção civil em Jundiaí e nas outras cidades

de alta geração presume-se que o setor esteja em crescimento pela alta geração anual.

Analisando os dados no período de 2001 a 2010 no município de Criciúma se verifica que a área licenciada de 2.796.391,74 m² é muito maior que a área construída 1.493.212,80 m².

Os dados apresentados apontam uma menor geração anual de RCC's para Içara, quando comparados com Criciúma e outras cidades. Por outro lado, quando comparados os valores de geração de Içara com os valores de Vitória da Conquista, que possui uma população quatro vezes maior em relação a Içara, observa-se que a geração de resíduos no município é considerável uma vez que corresponde a 55% da geração em Vitória da Conquista.

6.1.3 Estimativa Direta da Geração de RCC's

A estimativa direta da geração de resíduos da construção civil considerou a movimentação de cargas efetuadas por empresas responsáveis pelos serviços de coleta.

De acordo com a coleta de informações junto a prefeitura de Criciúma, existem cinco empresas que atuam em Criciúma e outros municípios no entorno. São elas: Entulho e Transporte Ltda., da qual fazem parte as empresas Beneton, Cascão e Tele-Entulho, que possuem um escritório Virtual e cerca de 150 caçambas, no total; Entulhão e Caçambão.

As empresas assinaram o Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta e organizam as suas atividades por meio de "ordens de serviço" nas quais esclarecem o locatário das normas de estacionamento, movimentação das caçambas, produtos autorizados e violações passíveis de multa. O valor de aluguel de uma caçamba varia entre R\$ 80,00 a R\$ 140,00 no prazo máximo de três dias estacionado.

Conforme informações repassadas pelos responsáveis das empresas coletoras de resíduo e entulho, não existe uma exatidão sobre a quantidade de resíduos recolhidos em Criciúma e Içara, uma vez que as mesmas prestam serviços em alguns outros municípios na região da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC).

Por outro lado, em função do movimento de carga realizado nas cinco empresas coletoras foi possível estimar a capacidade de remoção de resíduos de construção civil (Tabela 11).

Tabela 11 - Movimentação de Cargas das Empresas Coletoras de Entulho.

Itens	Beneton	Cascão	Tele Entulho	Entulhão	Caçambão	Total
Total de caçambas	50	50	50	75	70	
Volume (m ³)	5	5	5	5	5	
Nº de caçambas dia	7	7	7	10	10	
Nº de caçambas mês ⁽¹⁾	160	160	160	240	140	
Volume diário estimado (m ³ /dia)	35	35	35	50	50	205
Volume mensal estimado (m ³ /mês)	800	800	800	1200	700	4300

⁽¹⁾ Número de caçambas considerando 24 dias do mês com meio período nos sábados.

De acordo com Pinto (1999), um (1) m³ de resíduo da construção civil corresponde a 1,2 toneladas. Considerando os valores apresentados na Tabela 11, a capacidade de movimentação das empresas é de 246 t/dia e 5.160 t/mês.

Em Criciúma, Rodrigues (2006) apontava uma movimentação de 144 t/dia e 2.775 t/mês em 2006. Dal Pont (2008) estimou que 9.244,8 toneladas foram depositadas no Aterro Sanitário da Santec entre outubro de 2007 a setembro de 2008. Estimou ainda uma quantidade de 3.780 toneladas de resíduos descartados inadequadamente no município de Criciúma.

A estimativa direta de geração de RCC's obteve o maior valor ao comparar com as estimativas indiretas em Criciúma e Içara. Os prestadores de serviços afirmam que embora o maior volume transportado seja o de Criciúma não têm valores discriminados por município. A soma dos resíduos gerados em Criciúma e Içara pelo método indireto, considerando a média dos 10 anos é de 179,15 toneladas/ dia valor inferior as 246 toneladas/dia movimentadas nas caçambas. As 68,85 toneladas seriam provenientes dos outros municípios nos arredores de Criciúma (Tabela 12).

Tabela 12 - Estimativas de Geração Obtidas.

Geração de Resíduos	Valor (t/dia)
Estimativa direta	246
Estimativa indireta Criciúma (média 10 anos)	145,65
Estimativa indireta Içara (média 10 anos)	40,21

É importante observar que as caçambas muitas vezes apresentam resíduos de diferentes classes, como resíduos de Classe A misturados com Classe B, inclusive com os perigosos e domiciliares.

Pinto (1999) enfatiza a necessidade de considerar junto aos resíduos de construção civil, aqueles provenientes da limpeza de terrenos com predominância de podas, acarretando o aumento do volume transportado. Estes resíduos não são da construção civil.

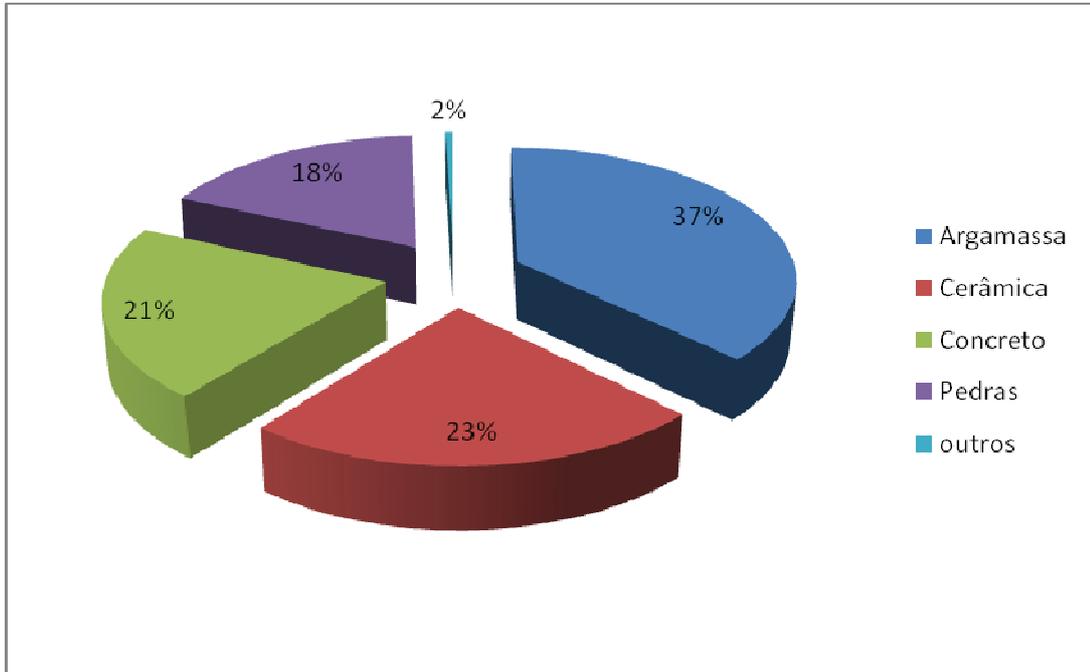
6.2 Caracterização de RCC's

De acordo com pesquisas literárias, os resíduos de construção se mostram heterogêneos e apresentam em sua composição, conforme Carneiro et al., (2001 apud MARQUES NETO, 2005), concreto, argamassa, material cerâmico, areia, pedras entre outros materiais.

Nos diferentes trabalhos que trazem informações de caracterização qualitativa, podem ser observadas diferentes composições dos materiais constituintes no entulho, e respectivos percentuais. De maneira geral, os trabalhos obedecem as Normas Técnicas Brasileiras quanto à realização dos procedimentos de amostragem.

Na Figura 8 constam os percentuais dos materiais que compõem os RCC's gerados na cidade de Ribeirão Preto, São Carlos e Criciúma conforme dados apresentados por Zordan (1997); Marques Neto; Schalch (2006) e Carneiro et al (2001, apud MARQUES NETO, 2005); e Verdieri, Santos e Neto; Fiori (2003).

Figura 8 - Percentagem Média Observada na Caracterização Qualitativa do Entulho Gerado em Ribeirão Preto, SP.

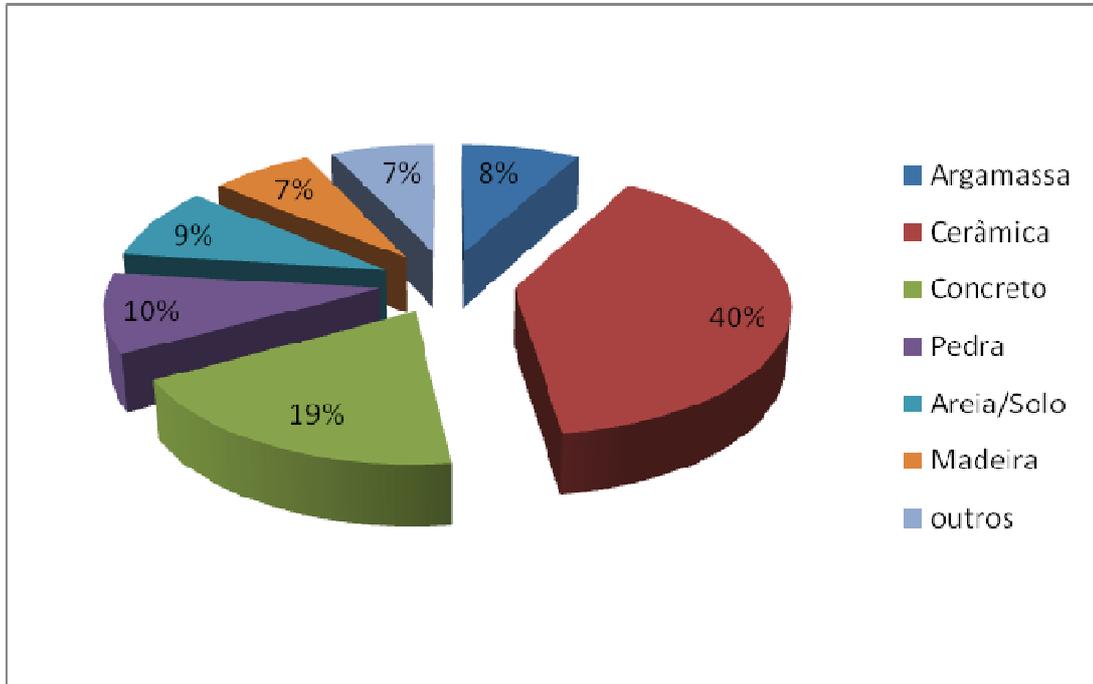


Fonte: Zordan (1997).

Na caracterização efetuada por Zordan (1997) em Ribeirão Preto, interior de São Paulo, houve predominância de argamassa, o que já era esperado pelos resultados da caracterização realizada no município de São Carlos (SP), apresentados por Pinto (1986 apud ZORDAN 1997), onde 64% do resíduo de construção civil era argamassa e 29% materiais cerâmicos.

Na Figura 9 estão apresentados os dados da composição do entulho gerada do município de São Carlos, realizada por Marques Neto; Schalch (2006). Observa-se predominância de material cerâmico (40%) e baixo percentual de argamassa (8%). A utilização de madeira, areia, pedra e outros materiais se mostrou equilibrada.

Figura 9 - Percentagem Média Observada na Caracterização Qualitativa do Entulho Gerado em São Carlos, SP.

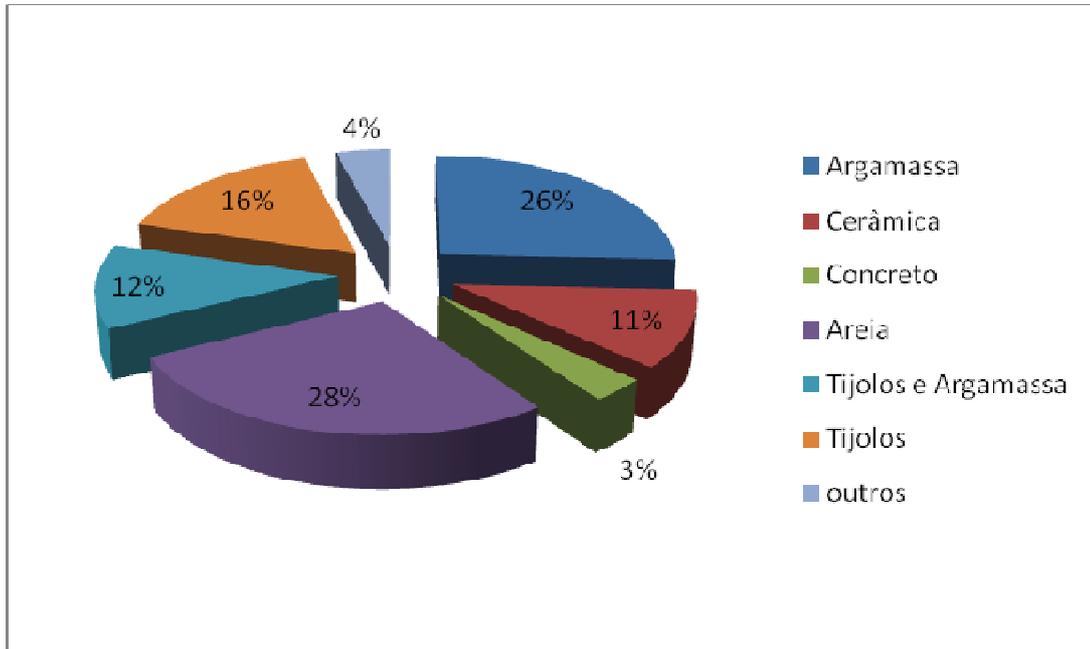


Fonte: Marques Neto; Schalch (2006).

De acordo com Pinto (1987 apud ZORDAN, 1997), foi registrada uma redução de 87,5% no volume de resíduo de argamassa gerado em São Carlos, durante o período de 1987 a 1997. Por outro lado, ocorreu aumento na geração de resíduo de materiais cerâmicos. A redução de argamassa está relacionada na alteração de técnicas de construção, onde têm se utilizado menores volumes de argamassa na construção civil.

Em Criciúma os estudos realizados por Verdieri; Santos Neto; Fiori (2003) indica predominância de areia nos resíduos da construção civil, ao invés de argamassa, conforme pode ser observado na cidade de Ribeirão Preto (Figura 10). Por outro lado, deve-se considerar que 12% correspondem a tijolos e argamassa, uma vez que não é possível quantificá-los separadamente.

Figura 10 - Percentagem Média Observada na Caracterização Qualitativa do Entulho Gerado em Criciúma.



Fonte: Verdieri; Santos Neto; Fiori (2003).

Quando comparamos os dados de Criciúma com Ribeirão Preto, observa-se uma diferença significativa no percentual de concreto, ou seja, em Criciúma são gerados cerca de 3% de resíduos de concreto, enquanto que em Ribeirão Preto, 21%, uma diferença de 85,7%.

De acordo com o estudo realizado por Verdieri; Santos Neto; Fiori (2003) existe ausência de pedras nos resíduos da construção civil em Criciúma, enquanto que na cidade de Ribeirão Preto foram registrados cerca de 10%. Provavelmente é utilizado mais areia nas construções ao invés de pedras, ou esse resíduo está enquadrado com outros tipos.

Quando comparados os dados de Criciúma aos de São Carlos, verificam-se menores quantidades de concreto e maior de areia.

Não foram encontrados estudos de caracterização dos resíduos de construção civil efetuados no município de Içara. Considerando proximidade dos municípios de Criciúma e Içara similaridades dos materiais empregados e nas técnicas de construção, além de considerar que muitas das construtoras atuam nos dois municípios, pode-se adotar nesse trabalho que ocorre similaridade na caracterização qualitativa dos resíduos da construção civil entre os municípios de Criciúma e Içara.

6.3 Indicação de Locais de Instalação das Usinas de Transbordo, Triagem e Reciclagem

O primeiro passo para a instalação de uma Usina de transbordo e triagem é a escolha do local adequado. É importante ter em conta a capacidade de produção da usina para sua classificação em pequeno, médio ou grande porte.

Os locais indicados para instalação das URE's situam-se em áreas onde existem indústrias instaladas de modo a não gerar um conflito com a vizinhança. Essas informações foram checadas em função dos planos diretores municipais, e conforme recomendações da NBR 15114 /2004.

6.3.1 Locais de Instalação em Criciúma

A localiza-se na Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, no bairro Sangão com registro no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), processo n° 815.166/2008, de concessão da Cooperminas Ltda. (Figura 11). Para a Usina de 25t/h será necessária uma área de 7.250 m².

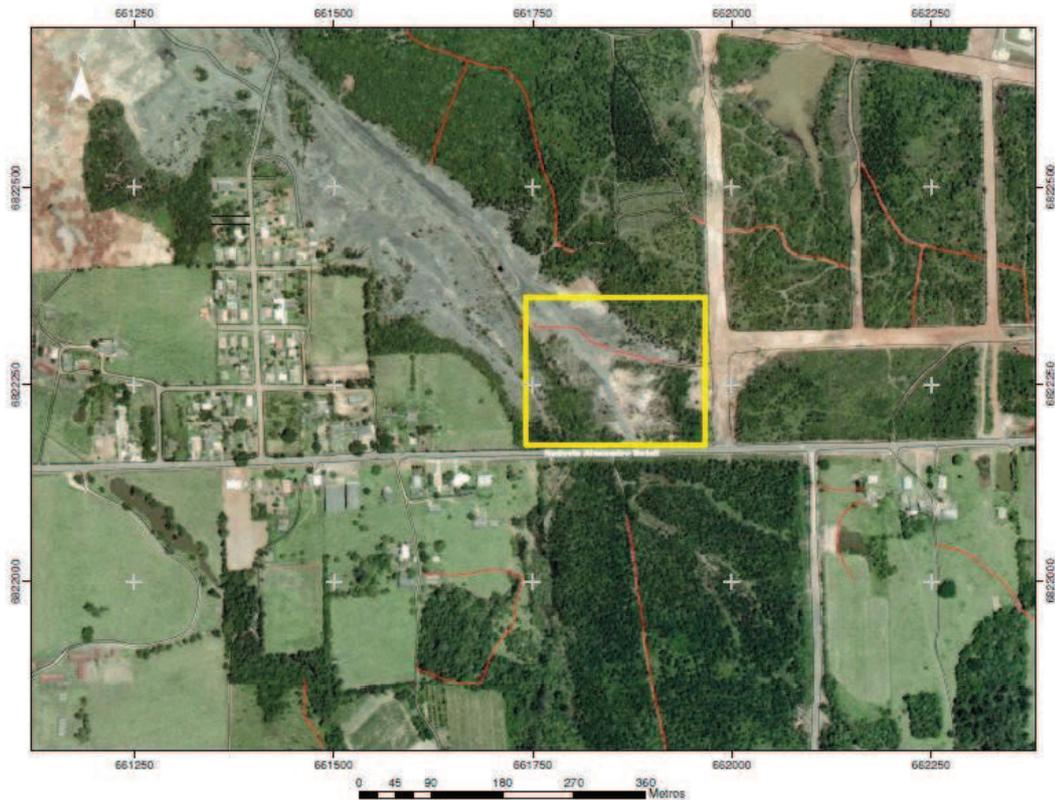
Figura 11 - Área Localizada no Bairro Sangão.



Fonte: Santos (2011).

A Figura 12 mostra uma área localizada na Rod. Alexandre Beloli, entre os bairros Renascer e 1ª Linha. A área está registrada no DNPM, processo 4270/1938, como sendo de concessão da Indústria Carbonífera Rio Deserto.

Figura 12 - Área localizada no Bairro Renascer.

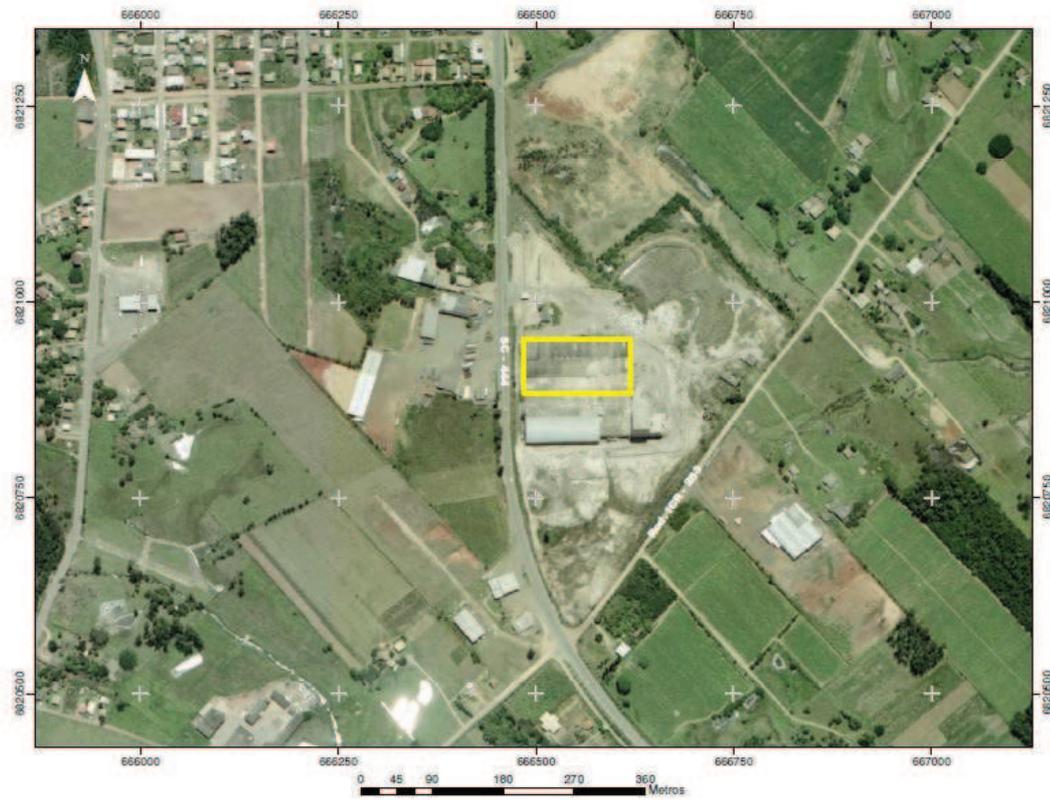


Fonte: Santos (2011).

6.3.2 Locais de Instalação em Içara

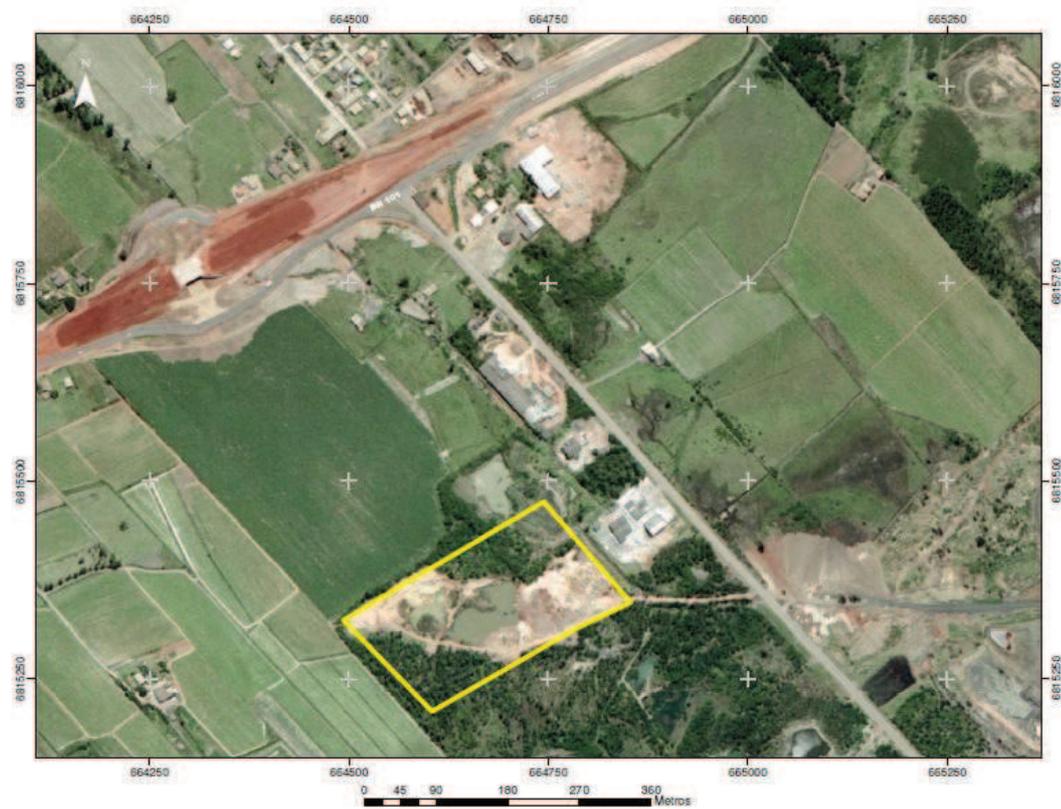
A Figura 13 mostra as antigas instalações da antiga Cerâmica Vectra, situada entre a Rod. ICR 253 e a SC 444, enquanto que a Figura 14 mostra uma área em frente ao Poço 8, antigo lixão do município de Içara. Para a Usina de 5t/h será necessária uma área de 3000m².

Figura 13 - Antigas instalações da Cerâmica Vectra.



Fonte: Santos (2011).

Figura 14 - Área próxima ao Antigo Lixão de Içara.



Fonte: Santos (2011).

6.4 Pré-dimensionamentos das Usinas de Triagem e Reciclagem

São poucos os estudos realizados sobre análise de viabilidade econômica financeira de usinas de triagem e reciclagem. Na literatura técnica encontra-se o trabalho de Jadovski (2005) que estudou a viabilidade econômica de usinas de triagem e reciclagem localizadas em algumas cidades brasileiras com capacidade nominal de 30, 40, 50 e 70 t/h, além do trabalho de Stolz (2008) que apresenta a viabilidade econômica de uma usina de reciclagem na cidade de Santa Maria, com capacidade de 12 m³/h.

De acordo com Jadovski (2005), a análise de viabilidade econômica financeira de usinas de triagem e reciclagem de resíduos de construção civil, faz-se necessário considerar os custos com implantação, operação e manutenção.

Para a estimativa da geração de resíduos da construção civil nos municípios de Criciúma e Içara, utilizou-se a metodologia proposta por Marques Neto (2005), que adota a estimativa dos últimos quatro anos. Assim, para a estimativa da geração de resíduos em Criciúma e Içara, foi utilizada a geração média dos últimos quatro anos (2007 a 2010), e uma taxa de recolhimento de 80% dos resíduos.

Em Criciúma, a estimativa indicou uma geração de 3.252,94 t/mês ou 163 t/dia, enquanto que em Içara, estimou-se uma geração mensal de 723,46 toneladas ou 36,20 t/dia.

6.4.1 Usina de Capacidade de 25 t/h (Criciúma)

Custos de Implantação

De acordo com Jadovski (2005) os custos de implantação podem ser obtidos pela soma dos custos de aquisição dos principais equipamentos, de aquisição de máquinas, terreno e veículos, além da instalação de equipamentos e obras civis (terraplanagem, contenção e barreira vegetal).

Os equipamentos principais da URE proposta para Criciúma têm a capacidade nominal de 25 t/h. Os custos de aquisição e instalação são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Custo de Aquisição e Instalação dos Equipamentos da URE de Criciúma.

	Equipamentos	Unidade	Valor	Fonte
Aquisição	Britador de impacto			
	Tremonha de alimentação			
	Transportador de correia			
	Quadro elétrico			
	Sistema anti pó	R\$	485.700,00	Maqbrit (2011)
	Bica de transferência			
	Plataforma apoiada			
	Peneira vibratória apoiada			
	Imã permanente			
	Estrutura metálica			
Instalação	Instalação elétrica	%	10	Jadovski (2005)
	Instalação mecânica	%	5	Jadovski (2005)
	Custo de instalação elétrica	R\$	48.570,00	
	Custo Instalação mecânica	R\$	24.285,00	
Total		R\$	558.555,00	

As máquinas e veículos próprios necessários em uma URE são a retro escavadeira ou pá carregadeira e caminhão basculante. Para usinas com capacidade inferior a 30 t/h é aconselhável a retro escavadeira pelo valor de aquisição e operação serem inferiores ao da pá carregadeira, (JADOVSKI, 2005).

No caso desta unidade a retro escavadeira e o caminhão basculante serão alugados, razão pela qual, não será contabilizado o custo de aquisição de máquinas e veículos próprios.

Segundo Jadovski (2005), a área requerida para a instalação desta URE foi estimada em função da capacidade de produção e em função da população. Na aquisição do terreno o custo foi obtido mediante o produto da área pelo valor unitário (Tabela 14).

Tabela 14 - Custo de Aquisição do Terreno.

Capacidade de Produção (t/h)	População (Habitantes)	Área Requerida (m²)	Valor Unitário (R\$/m²)
25,00	Menor que 400.000	7250,00	25,00
Total			181.250,00

Os percentuais dos custos de terraplanagem, contenções, obras civis e construção da barreira vegetal (Tabela 15), foram obtidas mediante a média dos valores apresentados por Pinto (1999), Almeida; Chaves (2001 apud JADOVSKI 2005) e Jadovski (2005).

Tabela 15 - Custo de Terraplanagem, Contenções, Obras Civas e Barreira Vegetal.

Atividade	Unidade	Valor	Fonte
Terraplanagem, Contenções, Obras Civas e Barreira vegetal	%	17	Pinto (1999); Jadovski (2005), Almeida; Chaves (2001 Apud Jadovski 2005)
Total	R\$	82.569,00	

De acordo com a Resolução CONSEMA N° 001 de 2006, as URE de RCC's se classificam como Unidades de Reciclagem de Resíduos Classe I e Classe IIA, com grande potencial poluidor para água e o solo, com necessidade de apresentação de EIA/RIMA para obtenção das Licenças Ambientais. Os custos com licenças ambientais (LAP, LAI e LAO) foram estimadas com base na Lei n° 14.262/2007, enquanto que a elaboração do EIA/RIMA foi realizada estimativa orçamentária junto ao Setor de Projetos Ambientais do Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas (IPAT) da UNESC (Tabela 16).

Tabela 16 - Custos do Licenciamento Ambiental.

Licenciamento Ambiental		Valor (R\$)
Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA)		53.300,00
Licença Ambiental Prévia (LAP)		1.505,53
Despesas de Licenças Ambientais	Licença Ambiental de Instalação (LAI)	3.762,80
	Licença de Operação (LAO)	7.525,60
Total		66.093,93

Custos de Operação

Com relação aos custos de operação da usina de triagem e reciclagem, Wilburn; Goonan (1998 apud JADOVSKI, 2005) consideram-se os seguintes custos fixos: mão-de-obra técnica e administrativa, aluguel do terreno, custos administrativos, de propaganda e vendas, taxas de seguro, depreciação e custos de licenças.

Os custos com mão-de-obra variam de acordo com a capacidade da URE, dependendo ainda do número de funcionários. O número médio de funcionários que trabalham nas URE estudadas por Jadovski (2005) é de nove profissionais. A Tabela 17 apresenta os custos e relação de funcionários estimados para URE no presente estudo.

Tabela 17 - Custo de Mão-de-obra.

	Mão-de-obra	Quantidade	Unidade
Funcionários (1)	Encarregado	1	Funcionário
	Operador de máquinas	1	Funcionário
	Auxiliares de triagem	3	Funcionários
	Auxiliares de manutenção	1	Funcionário
	Auxiliar administrativo	1	Funcionário
	Guarda	1	Funcionário
	Nº de horas trabalhadas por dia	6,50	Horas/dia
	Nº de horas trabalhadas por mês	130	Horas/mês
	Salário-hora encarregado (2)	6,50	R\$/hora
	Salário-hora operador de máquinas (2)	4,00	R\$/hora
	Salário-hora auxiliares (2)	2,00	R\$/hora
	Salário mensal guarda (3)	810	R\$/mês
	Salário mensal auxiliar administrativo (3)	810	R\$/mês
	Total (R\$/Ano)		48.300,00

(1) Funcionários estimados de acordo com Jadovski (2005);

(2) Salários/hora apresentados por Jadovski (2005);

(3) Salário/mensal de 1,5 salários mínimos, Athayde Junior et. al., (2001).

É importante salientar que o custo relacionado ao número de horas trabalhadas por dia, dependendo da região, poderá ser adotado como um salário mensal correspondente a uma jornada diária de 8 horas de trabalho, ao invés do custo por hora/dia.

De acordo com SINDUSCON/SP (2011), o custo das leis sociais para o mês de Abril de 2011 é de 176,76% sobre os salários, o que resultará em 133.675,08 R\$/ano.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e respectivos custos constam listados na Tabela 18. Esta relação foi dimensionada para seis funcionários respeitando o período de troca apontado por Jadovski (2005).

Tabela 18 - Custo dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's).

Item	Valor	Unidade	Troca (Mês)	Fonte
Custo calça	32,50	R\$/pç	6	Proteshop (2011)
Custo camisa	29,50	R\$/pç	3	
Custo botina	32,50	R\$/pç	6	
Custo luvas	6,25	R\$/pç	3	
Custo dos óculos de proteção	3,40	R\$/pç	6	
Custo dos protetores auriculares	0,78	R\$/pç	1	
Custo capacete	9,70	R\$/pç	12	
Total (R\$/Ano)			1.439,16	

Na análise de viabilidade optou-se por considerar os custos de aluguel das máquinas e veículos utilizados na URE, que são a retro escavadeira e o caminhão basculante. Os custos com máquinas e veículos alugados foram calculados observando uma jornada de trabalho de 6,5 horas dia, 20 dias por mês (Tabela 19).

Tabela 19 - Custo de Máquinas e Veículos Alugados.

Veículos e Máquinas	Valor	Unidade	Fonte
Retro escavadeira	79,02	R\$/hora	Tabela Sicro
	10.272,60	R\$/mês	(2010)
Caminhão Basculante	119,14	R\$/hora	Tabela Sicro
	15.488,2	R\$/mês	(2010)
Total (R\$/Ano)			309.129,60

Os custos com os insumos de produção incluem a água e a energia elétrica. O consumo de água foi calculado em função da capacidade de produção da URE, da tarifa cobrada pela concessionária e do coeficiente de consumo (0,08) observado na Usina de Estoril (ATHAYDE JUNIOR, 2001).

O consumo de energia elétrica foi obtido pelo produto da tarifa mensal cobrada pela Celesc, através da capacidade instalada (52,07 kwh) na Usina de Reciclagem de Resíduos proposta para Criciúma, considerando que a URE funcionará 6,5 horas por dia, 5 dias por semana e 4 semanas por mês (Tabela 20).

Tabela 20 - Custo dos Insumos.

Item	Valor	Unidade	Fonte
Tarifa de água	5,99	R\$/m ³	CASAN
Custo mensal de água	1558,74	R\$/mês	
Tarifa de energia elétrica	0,31	R\$/kw.h	CELESC
Custo mensal de Energia elétrica	2.098,62	R\$/mês	
Total (R\$/Ano)			43.888,32

Os custos administrativos (Tabela 21) contam com despesas de telefone e material de consumo, na qual foram estimados por Jadovski (2005) nas visitas realizadas em usinas na cidade de Belo Horizonte (MG).

Tabela 21 - Custo com Despesas Administrativas.

Item	Valor	Unidade
Telefone	160	R\$/mês
Material de consumo	140	R\$/mês
Total (R\$/Ano)		3.600,00

De acordo com Jadovski (2005), em caso de aluguel do terreno o custo varia em função da área, com custo unitário de 0,35 R\$/mês (Tabela 22).

Tabela 22 - Custo de Aluguel do Terreno.

Item	Valor	Unidade	Área (m ²)
Aluguel do terreno	0,35	R\$/mês	7.250,00
Total (R\$/Ano)			30.450,00

De acordo com Pinto (2004 apud JADOVSKI, 2005), é necessário na análise financeira os custos com impostos que incidem sobre qualquer atividade industrial. Os impostos incidentes sobre a reciclagem de agregados de construção civil são: PIS/COFINS e ICMS, cobrados sobre a receita e o Imposto de Renda e a Contribuição Social cobradas sobre o lucro líquido.

Segundo Stolz (2008), a alíquota referente a empreendimentos de reciclagem de RCC's pode ser calculada de acordo com o Simples Nacional, no item Serviços e Locação de Bens e Móveis, contemplando mais impostos dentre estes: contribuição para o Programa de Integração Social (PIS), contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) e o Imposto sobre Serviços de qualquer natureza (ISS). A Tabela 23 trás a alíquota dos impostos incidentes sobre o empreendimento em função da receita bruta anual. A alíquota é constituída pela soma das contribuições.

Tabela 23 - Impostos que Incidem sobre o Empreendimento.

Receita Bruta Anual (R\$)	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 1.080.000,00	0,1355
De 1.080.000,01 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	0,1520
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

Fonte: Simples Nacional (2007)

Custos de Manutenção

Os custos com manutenção e desgaste de equipamentos foram estimados pela proposta de Manfrinato et al (2008) para a URE no município de Lençóis Paulistas que tem capacidade de produção de 165 toneladas/dia, correspondente a 3% do valor inicial dos equipamentos.

A Tabela 24 mostra a estimativa de custos de manutenção para a URE de capacidade de 25 t/h.

Tabela 24 - Custos com Manutenção de Equipamentos.

Item	Valor	Unidade
Manutenção	3,00	%
Valor dos Equipamentos	485.700,00	R\$
Total (R\$/Ano)		14.571,00

Custo Total

De posse da estimativa de custos com implantação, operação e manutenção obteve-se o custo total da URE de capacidade de 25 t/h, proposta para o município de Criciúma (Tabela 25).

Tabela 25 - Custos de Implantação, Operação e Manutenção.

Custos	Item	Valor
Implantação	Aquisição e Instalação dos Equipamentos	558.555,00
	Terraplanagem, Contenções e Obras Cíveis	82.569,00
	Licenciamento Ambiental	66.093,93
Sub-Total (R\$)		707.217,93
Operação	Mão de Obra e Leis Sociais	133.675,08
	Equipamentos de Proteção Individual	1.439,16
	Aluguel de Máquinas e Veículos	309.129,60
	Insumos	43.888,32
	Despesas Administrativas	3.600,00
Sub-Total (R\$/Ano)		491.732,16
Manutenção	Manutenção dos Equipamentos	14.571,00
Sub-Total (R\$/Ano)		14.571,00
Total (R\$)		1.213.521,09

É importante observar que o valor da compra de um terreno para instalação da unidade não foi considerado uma vez que Jadovski (2005) realizou simulações para URE de 30t/h e o resultado se mostrou inviável.

Neste projeto a compra de um terreno representaria um acréscimo de 25,63% no custo de implantação do empreendimento. Em caso de aluguel de um terreno o custo de R\$ 30.450,00 anuais seria somado ao custo de operação.

Os cálculos apresentados representam os custos para uma empresa que compra os equipamentos principais e aluga as máquinas e veículos, com utilização de terreno próprio ou cedido pela prefeitura, o que representa um menor custo de implantação. A compra das máquinas e veículos causaria um aumento aproximado de 41% no custo de implantação, e conseqüentemente um acréscimo de 59,71% no custo da manutenção.

Ao observar a proposta apresentada por Dal Pont (2008) é possível perceber diferenças nos custos levantados e conseqüentemente no custo total. A metodologia usada pela autora foi baseada em Athayde Junior et al (2000) que simplifica alguns itens usados no presente estudo, como o caminhão basculante.

Foram levantadas despesas de manutenção e custo de investimento inicial de R\$ 449.000,00 (considerando o aluguel da Pá carregadeira, a infraestrutura

e a usina de britagem) ou de R\$ 649.000,00 (considerando a compra da Pá carregadeira, a infraestrutura e a usina de britagem) que é inferior aos R\$ 707.217,93 estimados para implantação da URE de Criciúma.

Análise de Viabilidade

A quantidade de agregado reciclado foi estimada em 80% da quantidade de resíduo recolhido, conforme metodologia de Marques Neto (2005) obtendo-se o valor de R\$ 3.252,94 toneladas/mês. Considerando o preço médio de R\$ 18,00 do agregado reciclado serão arrecadados R\$ 58.552,99 mensalmente com a venda do produto.

O método escolhido para a análise do investimento é a Taxa Interna de Retorno (TIR), que é a taxa que torna o Valor Presente Líquido (VPL) de um fluxo de caixa igual a zero. Se TIR for maior que Taxa mínima de atratividade (TMA) então o projeto é viável e se for menor que TMA então o projeto é inviável (SOUZA; CLEMENTE, 1997, apud JADOVSKI, 2005).

Foram efetuados cálculos para os períodos de retorno de 8, 10 e 15 anos. A TMA utilizada foi de 12% a.a para o cálculo da TIR. Para a correção das despesas e custos foi utilizada a taxa básica da economia brasileira (Taxa Média Selic, 2011) de 12% a.a aplicada a partir do 2º ao 15ºano.

Os cálculos foram efetuados no software Excel após inserção dos dados de entrada (custos de implantação, operação, manutenção e receita bruta anual) conforme efetuado por Stolz (2008).

Os cálculos das receitas e despesas nos períodos de 8, 10 e 15 anos podem ser observados nos Quadro 1 a 6.

Quadro 1 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 8 Anos.

Ano	Receita Bruta (12% a.a.)	Operação (12% a.a.)	Manutenção (12% a.a.)	Impostos (R\$/Ano) ⁽¹⁾	Receita Líquida (R\$/Ano) ⁽²⁾
1	702.635,94	491.732,16	14.571	87.267,38	109.065,40
2	786.952,25	550.740,02	16.319,52	98.683,81	121.208,90
3	881.386,53	616.828,83	18.277,86	111.759,81	134.520,03
4	987.152,93	690.848,29	20.471,20	123.887,69	151.945,73
5	1.105.611,29	773.750,10	22.927,75	151.247,62	157.685,81
6	1.238.284,66	866.600,12	25.679,08	184.875,89	161.129,55
7	1.386.878,83	970.592,14	28.760,57	208.863,95	178.662,16
8	1.553.304,30	1.087.063,21	32.211,84	236.102,25	197.926,99

⁽¹⁾ Obtidos pela alíquota correspondente a Receita Bruta pelo Simples Nacional (2007);

⁽²⁾ Resultante da diferença da receita bruta, pelos custos de manutenção, operação e impostos.

Quadro 2 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 8 Anos.

Ano	Fluxo de Caixa (t) ⁽¹⁾	Fluxo Descontado (t=0) ⁽²⁾	Saldo Descontado (t=0) ⁽³⁾
0	-707.217,93	-707.217,93	-707.217,93
1	109.065,40	97.033,26	-610.184,67
2	121.208,90	95.940,46	-514.244,21
3	134.520,03	94.730,07	-419.514,15
4	151.945,73	951.96,95	-324.317,20
5	157.685,82	87.894,31	-236.422,89
6	161.129,56	79.905,56	-156.517,33
7	178.662,16	78.825,73	-77.691,60
8	197.927,00	77.691,60	0,00
Taxa de Desconto		12,40%	
Somatório		0,00	
TIR		0,1240	
VPL		0,00	
TMA		12%	

⁽¹⁾ Contêm o valor do investimento e a receita líquida nos 8 anos.

⁽²⁾ Obtido pelo cálculo $[P=1/(1+i)^n]$ onde 1 corresponde á receita líquida no ano em questão; i corresponde a TIR e; n representa o ano para o qual se calcula o fluxo descontado

⁽³⁾ É obtido pela diferença entre o valor do investimento e o fluxo descontado.

Quadro 3 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 10 anos.

Ano	Receita Bruta (12% a.a)	Operação (12% a.a.)	Manutenção (12% a.a.)	Impostos (R\$/ano) ⁽¹⁾	Receita Líquida (R\$/ano) ⁽²⁾
1	702.635,94	491.732,16	14571	87.267,38	109.065,40
2	786.952,25	550.740,02	16.319,52	98.683,81	121.208,90
3	881.386,53	616.828,83	18.277,86	111.759,81	134.520,03
4	987.152,93	690.848,29	20.471,20	123.887,69	151.945,73
5	1.105.611,29	773.750,10	22.927,75	151.247,62	157.685,81
6	1.238.284,66	866.600,12	25.679,08	184.875,89	161.129,55
7	1.386.878,83	970.592,14	28.760,57	208.863,95	178.662,16
8	1.553.304,30	1.087.063,21	32.211,84	236.102,25	197.926,99
9	1.739.700,83	1.217.510,80	36.077,26	269.305,68	216.807,07
10	1.948.464,95	1.363.612,11	40.406,53	330.849,34	213.596,95

⁽¹⁾ Obtidos pela alíquota correspondente a Receita Bruta pelo Simples Nacional (2007);

⁽²⁾ Resultante da diferença da receita bruta, pelos custos de manutenção, operação e impostos.

Quadro 4 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 10 Anos.

Ano	Fluxo Caixa (t) ⁽¹⁾	Fluxo Descontado (t=0) ⁽²⁾	Saldo do Projeto (t=0) ⁽³⁾
0	-707.217,93	-707217,93	-707217,93
1	109.065,40	93.561,63	-613.656,29
2	121.208,90	89.198,20	-524.458,08
3	134.520,03	84.921,83	-439.536,25
4	151.945,73	82.287,09	-357.249,16
5	157.685,81	73.256,58	-283.992,58
6	161.129,55	64.215,52	-219.777,05
7	178.662,16	61.081,29	-158.695,76
8	197.926,99	58.048,56	-100.647,20
9	216.807,07	54.546,97	-46.100,22
10	213.596,95	46.100,22	0,00
Taxa de Desconto		16,57%	
Somatório		0,00	
TIR		0,1657	
VPL		0,00	
TMA		12%	

⁽¹⁾ Contêm o valor do investimento e a receita líquida nos 10 anos.

⁽²⁾ Obtido pelo cálculo $[P=1/(1+i)^n]$ onde 1 corresponde á receita líquida no ano em questão; i corresponde a TIR e; n representa o ano para o qual se calcula o fluxo descontado

⁽³⁾ É obtido pela diferença entre o valor do investimento e o fluxo descontado.

Quadro 5 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 15 anos.

Ano	Receita Bruta (12%a.a)	Operação (12% a.a.)	Manutenção (12% a.a.)	Impostos (R\$/ano) ⁽¹⁾	Receita Líquida (R\$/ano) ⁽²⁾
1	702.635,94	491.732,16	14.571,00	87.267,38	109.065,40
2	786.952,26	550.740,02	16.319,52	98.683,81	121.208,90
3	881.386,54	616.828,83	18.277,86	111.759,81	134.520,03
4	987.152,93	690.848,30	20.471,21	123.887,69	151.945,73
5	1105611,29	773.750,10	22.927,75	151.247,63	157.685,82
6	1.238.284,66	866.600,12	25.679,08	184.875,90	161.129,56
7	1.386.878,83	970.592,14	28.760,57	208.863,95	178.662,16
8	1.553.304,31	108.7063,21	32.211,84	236.102,25	197.927,00
9	1.739.700,84	1.217.510,81	36.077,26	269.305,69	216.807,08
10	1.948.464,96	1.363.612,12	40.406,53	330.849,35	213.596,96
11	2.182.280,77	1.527.245,58	45.255,32	376.879,89	232.899,98
12	2.444.154,48	1.710.515,07	50.685,96	425.771,71	257.181,75
13	2.737.453,05	1.915.776,90	56.768,27	476.864,32	288.043,56
14	3.065.947,44	2.145.670,14	63.580,47	534.088,04	322.608,79
15	3.433.861,16	2.403.150,58	71.210,12	598.178,61	361.321,85

⁽¹⁾ Obtidos pela alíquota correspondente a Receita Bruta pelo Simples Nacional (2007);

⁽²⁾ Resultante da diferença da receita bruta, pelos custos de manutenção, operação e impostos.

Quadro 6 - Planilha de Cálculo da TIR - Período de Retorno de 15 Anos.

Ano	Fluxo Caixa (t) ⁽¹⁾	Fluxo Descontado (t=0) ⁽²⁾	Saldo do Projeto (t=0) ⁽³⁾
0	-707.217,93	-707.217,93	-707.217,93
1	109.065,40	89.978,10	-617.239,82
2	121.208,90	82.496,25	-534.743,56
3	134.520,03	75.532,97	-459.210,59
4	151.945,73	70.386,27	-388.824,31
5	157.685,81	60.261,78	-328.562,53
6	161.129,55	50.801,25	-277.761,27
7	178.662,16	46.470,96	-231.290,31
8	197.926,99	42.472,12	-188.818,19
9	216.807,07	38.381,52	-150.436,66
10	213.596,95	31.195,62	-119.241,03
11	232.899,97	28.061,96	-91.179,07
12	257.181,74	25.564,57	-65.614,49
13	288.043,55	23.621,44	-41.993,05
14	322.608,78	21.826,01	-20.167,04
15	361.321,84	20.167,04	0,00
Taxa de Desconto		21,21%	
Somatório		0,00	
TIR		0,2121	
VPL		0,00	
TMA		12%	

⁽¹⁾ Contêm o valor do investimento e a receita líquida nos 15 anos.

⁽²⁾ Obtido pelo cálculo $[P=1/(1+i)^n]$ onde 1 corresponde á receita líquida no ano em questão; i corresponde a TIR e; n representa o ano para o qual se calcula o fluxo descontado

⁽³⁾ É obtido pela diferença entre o valor do investimento e o fluxo descontado.

Observando a TIR para os períodos de 8, 10 e 15 anos, verifica-se que a TIR é maior que a TMA, portanto o empreendimento é rentável. Os cálculos efetuados para períodos inferiores a 8 anos apresentaram uma TIR inferior aos 12% da TMA, o que os torna não rentáveis, ou seja, em função do montante investido e da receita líquida anual, o investimento retornará a partir do oitavo ano.

O período de retorno de 15 anos apresentou à maior TIR, conforme observado por Stolz (2008), na qual indica que com o aumento período de retorno, aumenta a taxa de desconto.

Pesquisas realizadas por Jadovski (2005), para um período 20 anos com a TMA de 12% apresentam uma variação na TIR de 12,4% a 29%, considerando as opções de compra e/ou aluguel do terreno e aluguel de máquinas e veículos.

O período de retorno do investimento apresentado por Dal Pont (2008) considerando a opção aluguel e de compra de uma retro escavadeira foi de dois anos, porém a receita bruta foi obtida somando a receita da venda do agregado reciclado e a arrecadação com a disposição do resíduo no aterro. A análise de viabilidade no presente estudo considerou apenas a venda do agregado reciclado.

Assim, se fosse optado por cobrar pelo recebimento dos resíduos, haveria aumento na receita bruta, impostos e receita líquida. Por exemplo, se fosse cobrado apenas 50% do valor aplicado pela Santec (25 R\$/tonelada) para destinação dos resíduos, haveria um aumento na arrecadação anual de R\$ 487.941,00.

6.4.2 Usina de Capacidade de 5 t/h

Custos de Implantação

Para obtenção dos custos de implantação serão somados os custos de aquisição e instalação dos principais equipamentos e os custos com obras civis (JADOVSKI, 2005).

Os principais equipamentos da URE do município de Içara têm a capacidade nominal de 5 t/h e funcionará sem capacidade ociosa. Os custos de aquisição e instalação dos mesmos se apresentam na Tabela 26.

Tabela 26 - Custo de Aquisição e Instalação dos Equipamentos da URE de Içara.

	Equipamentos	Valor	Unidade	Fonte
Aquisição	Alimentador vibratório			
	Britador de mandíbulas			
	Transportador de correia	168.000,00	R\$	Tobemaq (2011)
	Peneira vibratória			
	Transportador de correia			
Instalação	Instalação elétrica	10	%	Jadovski (2005)
	Instalação mecânica	5	%	Jadovski (2005)
	Custo de instalação elétrica	16.800,00	R\$	
	Custo Instalação mecânica	8.400,00	R\$	
	Total	193.200,00	R\$	

O custo de terraplanagem, contenções e obras civis (Tabela 27) foi obtido pela média dos valores apresentados por Pinto (1999), Almeida; Chaves (2001 apud JADOVSKI 2005), e Jadovski (2005).

Tabela 27 - Custo de Terraplanagem, Contenções, Obras Civas e Barreira Vegetal.

Atividade	Valor	Unidade
Terraplanagem, Obras Civas Contenções, e Barreira vegetal	17	%
TOTAL	28.560,00	R\$

O custo de aquisição de máquinas e veículos (Tabela 28) próprios apresenta o custo da retro escavadeira que será adquirida em função da redução do custo de operação da URE.

Tabela 28 - Custo de Aquisição da Retro escavadeira.

Veículos e Máquinas	Valor (R\$)	Fonte
Retro escavadeira	110.000,00	SAEMA - Máquinas e Equipamentos (2011)
Total (R\$)	110.000,00	

A menor área encontrada por Cunha (2007) foi de 3.000 m². Este valor será usado para a Usina para Içara, uma vez que capacidade de produção é de 5t/h. Para Jadovski (2005) o custo unitário para regiões com população menor que 400.000,00 habitantes é de R\$ 25,00 (Tabela 29).

Tabela 29 - Custo de Aquisição do Terreno.

Capacidade de Produção (t/h)	População (Habitantes)	Área Requerida (m²)	Valor Unitário (R\$/m²)
25,00	Menor que 400.000	3.000,00	25,00
	Total		75.000,00

Os custos com licenciamento foram estimados com base na Lei n° 14.262/2007, enquanto que a elaboração do EIA/RIMA foi realizada estimativa orçamentária junto ao Setor de Projetos Ambientais do Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas (IPAT) da UNESC (Tabela 30).

Tabela 30 - Custo do Licenciamento Ambiental.

Custo	Valor (R\$)
Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) ⁽¹⁾	22.055,17
Licença Ambiental Prévia (LAP)	1.505,53
Despesas de Licenças Ambientais ⁽²⁾	
Licença Ambiental de Instalação (LAI)	3.762,80
Licença de Operação (LAO)	7.525,60
Total	31.086,30

⁽¹⁾ Valor de Orçamento IPAT/UNESC (Maio/2011).

⁽²⁾ Determinação do valor da taxa pela análise de licenças ambientais, conforme Lei n° 14.262, de 21 de dezembro de 2007.

Custos de Operação

Serão considerados como custos de operação as despesas de mão-de-obra e leis sociais, custos de Ipês, de aluguel de máquinas e veículos (JADOVSKI, 2005). A quantidade de funcionários foi estimada de acordo com Stolz (2008). Os custos com mão-de-obra podem ser observados na Tabela 31.

Tabela 31 - Custo de Mão-de-obra.

Mão-de-Obra	Valor	Unidade
Encarregado	1	Funcionário
Funcionários ⁽¹⁾ Operador de máquinas	1	Funcionário
Auxiliares de triagem	2	Funcionários
Nº de horas trabalhadas por dia	7,23	Horas/dia
Nº de horas trabalhadas por mês	145	Horas/mês
Salário-hora encarregado ⁽²⁾	6,50	R\$/hora
Salário-hora auxiliares ⁽²⁾	2,00	R\$/hora
Salário-hora operador de máquinas ⁽²⁾	4,00	
Total (R\$/Ano)	25.230,00	

⁽¹⁾ Funcionários estimados de acordo com Stolz (2008).

⁽²⁾ Salários/hora apresentados por Jadovski (2005).

É importante salientar que o custo relacionado ao número de horas trabalhadas por dia, dependendo da região, poderá ser adotado como um salário mensal correspondente a uma jornada diária de 8 horas de trabalho, ao invés do custo por hora/dia.

Segundo dados apresentados pelo SINDUSCON/SP (2011), o custo das leis sociais para Abril de 2011 é de 176,76% sobre os salários, o que resultará em 69.826,55 R\$/ano. Os Equipamentos de Proteção Individual constam na Tabela 32 e os respectivos custos são para os três funcionários, respeitando o período de troca apontado por Jadovski (2005).

Tabela 32 - Custo dos EPI's.

Item	Valor	Unidade	Período de Troca (Mês)	Fonte
Custo calça	32,50	R\$/pç	6	Proteshop (2011)
Custo camisa	29,50	R\$/pç	3	
Custo botina	32,50	R\$/pç	6	
Custo luvas	6,25	R\$/pç	3	
Custo dos óculos de proteção	3,40	R\$/pç	6	
Custo dos protetores auriculares	0,78	R\$/pç	1	
Custo capacete	9,70	R\$/pç	12	
Total (R\$/ano)			719,54	

As máquinas e veículos que serão alugadas são a retro escavadeira e o caminhão basculante. Os custos de aluguel foram calculados observando uma jornada de trabalho de 7,24 horas dia e 20 dias por mês (Tabela 33).

Tabela 33 - Custo de Máquinas e Veículos Alugados.

Veículos e Máquinas	Valor	Unidade	Fonte
Valor da hora Retro escavadeira	79,02	R\$/hora	SICRO (2010)
Retro escavadeira	11.457,90	R\$/mês	
Total (R\$/Ano)			137.494,80

Os custos com insumos de produção incluem água e energia elétrica, calculados em função da capacidade de produção da URE, da tarifa cobrada pela concessionária e do coeficiente de consumo (R\$ 0,08) observado na usina de Estoril, (ATHAYDE JUNIOR, 2001).

Uma usina com capacidade de produção de 5t/h tem um gasto médio de 1.666,67 kwh/mês (CORRÊA et al 2009). O custo de energia elétrica foi obtido pelo produto da tarifa mensal cobrada pela Celesc, pelo gasto em kwh/mês (Tabela 34).

Tabela 34 - Custo dos Insumos.

Item	Valor	Unidade	Fonte
Tarifa de água	5,99	R\$/m ³	CASAN
Custo mensal de água	433,35	R\$/mês	
Tarifa de energia elétrica	0,31	R\$/kw.h	CELESC
Custo mensal de Energia elétrica	516,67	R\$/mês	
Total (R\$/Ano)			11.400,00

Os custos administrativos contarão com a média das despesas de telefone e material de consumo (Tabela 35), estimadas por Jadovski (2005).

Tabela 35 - Custo com Despesas Administrativas.

Item	Valor	Unidade	Fonte
Telefone	80	R\$/mês	Jadovski (2005)
Material de consumo	70	R\$/mês	Jadovski (2005)
Vigilância	810	R\$/mês	Stolz (2008)
Total (R\$/Ano)		11.520,00	

Em caso de aluguel de terreno o custo varia em função área. O custo unitário é de 0,35 R\$.mês (Tabela 36) (JADOVSKI,2005).

Tabela 36 - Custo de Aluguel do Terreno

Item	Valor	Unidade	Terreno (m ²)	Fonte
Aluguel do terreno	0,35	R\$/mês	3.000,00	Jadovski (2005)
Total (R\$/Ano)			12.600,00	

Os impostos incidentes sobre este empreendimento são apresentados na forma de alíquotas (Tabela 37), baseados no Simples nacional (STOLZ, 2008).

Tabela 37 - Impostos que Incidem sobre o Empreendimento.

Receita Bruta Anual (R\$)	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 1.080.000,00	0,1355
De 1.080.000,01 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	0,1520
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

Fonte: Simples Nacional (2007)

Custos de Manutenção

Os custos de manutenção foram calculados de acordo com Manfrinato et. al. (2008) considerando 3% do valor correspondente ao custo dos equipamentos principais (Tabela 38).

Tabela 38 - Custos com Manutenção de Equipamentos.

Item	Valor	Unidade
Manutenção	3,00	%
Valor dos Equipamentos	168.000,00	R\$
Total (R\$/Ano)		5.040,00

Custo Total

O levantamento dos custos de implantação, operação e manutenção possibilitou a obtenção do custo total da URE de capacidade 5t/h, proposta para Içara (Tabela 39).

Tabela 39 - Custos de Implantação, Operação e Manutenção.

Custos	Item	Valor
Implantação	Aquisição e Instalação dos Equipamentos	193.200,00
	Custo de Terraplanagem, Contenções e Obras Civis	28.560,00
	Custo De aquisição da Retro escavadeira	110.000,00
	Custo de Licenciamento e EIA/RIMA	31.086,30
	Sub Total (R\$)	362.846,30
Operação	Mão de Obra e Leis Sociais	69.826,55
	Equipamentos de Proteção Individual	959,44
	Insumos	11.400,00
	Despesas Administrativas	11.520,00
	Sub Total (R\$/Ano)	93.466,09
Manutenção	Manutenção dos equipamentos	5.040,00
	Sub Total (R\$/Ano)	5.040,00
	Total (R\$)	433.224,33

Os custos de implantação estimados para a URE de Içara não incluem o custo de aquisição do terreno, o que causaria aumento de aproximadamente 30% no custo de implantação.

O aluguel de uma retro escavadeira representa um aumento de 146,73% no custo de operação tornando o empreendimento não rentável. Assim, optou-se pela sua aquisição.

Os custos de operação não contam com o aluguel do terreno que levaria a um aumento de 5% aos custos de operação.

Análise de Viabilidade

Foi obtida uma produção mensal de 904,33 toneladas considerando 80% dos resíduos recolhidos tem-se 723,46. Considerando o preço médio de R\$ 18,00 do agregado reciclado serão arrecadados R\$ 13.022,35 mensalmente com a venda do produto.

Foram realizados cálculos da TIR para os períodos de retorno de 8, 10 e 15 anos, conforme Quadro 7 a 12.

Quadro 7 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 8 anos.

Ano	Receita Bruta (12%a.a)	Operação (12% a.a.)	Manutenção (12% a.a.)	Impostos (R\$)	Receita Líquida (R\$)
1	156.268,22	93.466,09	5.040,00	12.829,62	44.932,51
2	175.020,41	104.682,02	5.644,80	14.369,18	50.324,41
3	196.022,86	117.243,87	6.322,18	16.093,48	56.363,35
4	219.545,61	131.313,13	7.080,84	18.024,69	63.126,95
5	245.891,08	147.070,71	7.930,54	25.228,43	65.661,41
6	275.398,02	164.719,19	8.882,20	28.255,84	73.540,78
7	308.445,78	184.485,50	9.948,07	31.646,54	82.365,68
8	345.459,28	206.623,76	11.141,83	35.444,12	92.249,56

⁽¹⁾ Obtidos pela alíquota correspondente a Receita Bruta pelo Simples Nacional (2007);

⁽²⁾ Resultante da diferença da receita bruta, pelos custos de manutenção, operação e impostos.

Quadro 8 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 8 Anos.

Ano	Fluxo Caixa (t) ⁽¹⁾	Fluxo Descontado (t=0) ⁽²⁾	Saldo do Projeto (t=0) ⁽³⁾
0	-362.846,30	-362.846,30	-362.846,30
1	44.932,51	41.555,22	-321.291,08
2	50.324,41	43.043,59	-278.247,49
3	56.363,35	44.585,27	-233.662,22
4	63.126,95	46.182,17	-187.480,05
5	65.661,41	44.425,74	-143.054,31
6	73.540,78	46.016,92	-97.037,39
7	82.365,68	47.665,09	-49.372,30
8	92.249,56	49.372,30	0,00
Taxa Desconto		8,13%	
Somatório		0,00	
TIR		0,0812	
VPL		0,00	
TMA		12%	

⁽¹⁾ Contêm o valor do investimento e a receita líquida nos 8 anos;

⁽²⁾ Obtido pelo cálculo $[P=1/(1+i)^n]$ onde 1 corresponde á receita líquida no ano em questão; i corresponde a TIR e; n representa o ano para o qual se calcula o fluxo descontado;

⁽³⁾ É obtido pela diferença entre o valor do investimento e o fluxo descontado.

Quadro 9 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 10 anos.

Ano	Receita Bruta (12% a.a.)	Operação (12% a.a.)	Manutenção (12% a.a.)	Impostos (R\$)	Receita Líquida (R\$)
1	156.268,22	93.466,09	5.040,00	12.829,62	44.932,51
2	175.020,41	104.682,02	5.644,80	14.369,18	50.324,41
3	196.022,86	117.243,87	6.322,18	16.093,48	56.363,35
4	219.545,61	131.313,13	7.080,84	18.024,69	63.126,95
5	245.891,08	147.070,71	7.930,54	25.228,43	65.661,41
6	275.398,02	164.719,19	8.882,20	28.255,84	73.540,78
7	308.445,78	184.485,50	9.948,07	31.646,54	82.365,68
8	345.459,28	206.623,76	11.141,83	35.444,12	92.249,56
9	386.914,40	231.418,61	12.478,86	43.760,02	99.256,91
10	433.344,13	259.188,85	13.976,32	49.011,22	111.167,74

⁽¹⁾ Obtidos pela alíquota correspondente a Receita Bruta pelo Simples Nacional (2007);

⁽²⁾ Resultante da diferença da receita bruta, pelos custos de manutenção, operação e impostos.

Quadro 10 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 10 Anos.

Ano	Fluxo Caixa (t)	Fluxo Descontado (t=0)	Saldo do Projeto (t=0)
0	-362.846,30	-362.846,30	-362.846,30
1	44.932,51	39.751,52	-323.094,78
2	50.324,41	39.388,08	-283.706,71
3	56.363,35	39.027,96	-244.678,75
4	63.126,95	38.671,13	-206.007,62
5	65.661,41	35.585,68	-170.421,94
6	73.540,78	35.260,33	-135.161,61
7	82.365,68	34.937,95	-100.223,67
8	92.249,56	34.618,51	-65.605,15
9	99.256,91	32.953,22	-32.651,93
10	111.167,74	32.651,93	0,00
	Taxa Desconto	13,03 %	
	Somatório	0,00	
	TIR	0,1303	
	VPL	0,00	
	TMA	12%	

⁽¹⁾ Contêm o valor do investimento e a receita líquida nos 10 anos;

⁽²⁾ Obtido pelo cálculo $[P=1/(1+i)^n]$ onde 1 corresponde á receita líquida no ano em questão; i corresponde a TIR e; n representa o ano para o qual se calcula o fluxo descontado;

⁽³⁾ É obtido pela diferença entre o valor do investimento e o fluxo descontado.

Quadro 11 - Receitas e Despesas - Período de Retorno de 15 anos.

Ano	Receita Bruta (12% a.a.)	Operação (12% a.a.)	Manutenção (12% a.a.)	Impostos (R\$)	Receita Líquida (R\$)
1	156.268,22	93.466,09	5.040,00	12.829,62	44.932,51
2	175.020,41	104.682,02	5.644,80	14.369,18	50.324,41
3	196.022,86	117.243,87	6.322,18	16.093,48	56.363,35
4	219.545,61	131.313,13	7.080,84	18.024,69	63.126,95
5	245.891,08	147.070,71	7.930,54	25.228,43	65.661,41
6	275.398,02	164.719,19	8.882,20	28.255,84	73.540,78
7	308.445,78	184.485,50	9.948,07	31.646,54	82.365,68
8	345.459,28	206.623,76	11.141,83	35.444,12	92.249,56
9	386.914,40	231.418,61	12.478,86	43.760,02	99.256,91
10	433.344,13	259.188,85	13.976,32	49.011,22	111.167,74
11	485.345,43	290.291,51	15.653,48	55.329,38	124.071,06
12	543.586,88	325.126,50	17.531,89	61.968,90	138.959,59
13	608.817,31	364.141,68	19.635,72	75.615,11	149.424,80
14	681.875,40	407.838,69	21.992,01	84.688,92	167.355,78
15	763.700,45	456.779,33	24.631,05	95.768,04	186.522,03

⁽¹⁾ Obtidos pela alíquota correspondente a Receita Bruta pelo Simples Nacional (2007);

⁽²⁾ Resultante da diferença da receita bruta, pelos custos de manutenção, operação e impostos.

Quadro 12 - Planilha para o Cálculo da TIR - Período de Retorno de 15 Anos.

Ano	Fluxo Caixa (t)	Fluxo Descontado (t=0)	Saldo do Projeto (t=0)
0	-362.846,30	-362.846,30	-362.846,30
1	44.932,51	37.823,54	-325.022,76
2	50.324,41	35.660,03	-289.362,72
3	56.363,35	33.620,28	-255.742,44
4	63.126,95	31.697,20	-224.045,25
5	65.661,41	27.753,50	-196.291,74
6	73.540,78	26.166,00	-170.125,74
7	82.365,68	24.669,30	-145.456,44
8	92.249,56	23.258,22	-122.198,22
9	99.256,91	21.065,63	-101.132,59
10	111.167,74	19.860,67	-81.271,92
11	124.071,06	18.658,95	-62.612,97
12	138.959,59	17.591,65	-45.021,32
13	149.424,80	15.923,64	-29.097,68
14	167.355,78	15.012,81	-14.084,87
15	186.522,03	14.084,87	0,00
Taxa de Desconto		18,80%	
Somatório		0,00	
TIR		0,1879	
VPL		0,00	
TMA		12%	

⁽¹⁾ Contêm o valor do investimento e a receita líquida nos 15 anos;

⁽²⁾ Obtido pelo cálculo $[P=1/(1+i)^n]$ onde 1 corresponde á receita líquida no ano em questão; i corresponde a TIR e; n representa o ano para o qual se calcula o fluxo descontado;

⁽³⁾ É obtido pela diferença entre o valor do investimento e o fluxo descontado.

Os dados obtidos demonstram que o empreendimento será rentável nos períodos de retorno de 10 e 15 anos, sendo que a TIR foi superior a TMA. Os cálculos efetuados para períodos de retorno inferiores à dez anos apresentaram a TIR inferior a TMA. A análise demonstrou que à medida que aumenta o período de retorno do investimento aumenta a TIR.

É possível observar também que as taxas internas de retorno para 10 e 15 anos estão dentro do intervalo (12,4% a 29%) para períodos de retorno de 1 a 20 anos estudados por Jadovski (2005). A TIR para o período de retorno de oito anos esta fora do intervalo acima.

Por outro lado, em função do volume de resíduos gerados em Içara e a proximidade com Criciúma, estes RCC's poderiam ser reciclados na usina de Criciúma, que possui capacidade para 25 t/h. Neste caso, a usina para Criciúma teria que ser ampliada sua capacidade de produção para 30 t/h.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo dos resíduos de construção civil nos municípios de Criciúma e Içara contribuíram para a compreensão da dinâmica dos mesmos na região. Durante os trabalhos de campo, verificou-se disposição irregular dos RCC's em 103 áreas de bota fora, conforme o trabalho realizado por Picolo; Réus (2011), estando em discordância com a Resolução CONAMA 307/2002.

Os serviços de coleta e transporte dos RCC's nos dois municípios são realizados por empresas terceirizadas que depositam geralmente, em áreas de bota fora muitas vezes sem licenciamento ambiental. Este fato se deve a falta de fiscalização dos órgãos competentes, além dos custos com a disposição no Aterro Industrial da Santec.

Os resultados do volume de RCC's estimados para os dois municípios pelo método indireto, no período de 10 anos, apontou a média de 145,65 t/dia em Criciúma, e 40,21 t/dia para Içara. A estimativa direta apresentou uma geração de 246 t/dia para os municípios de Criciúma, Içara e regiões próximas.

Com relação a caracterização dos RCC's, os estudos realizados por Verdieri; Santos Neto; Fiori (2003) indicaram que para Criciúma e municípios do entorno, existe predominância de areia, seguida de tijolos e argamassas. De modo geral, os diferentes trabalhos pesquisados na literatura, trouxeram resultados de diferentes composições dos materiais constituintes no entulho nas cidades brasileiras.

A análise preliminar realizada neste trabalho indicou duas áreas de instalação de URE's passíveis em Criciúma e outras duas para Içara. No entanto, salienta-se à necessidade de melhor análise e investigação destes locais. Em consulta a Resolução do CONAMA 001/2006, a instalação de usinas de triagem e reciclagem requer Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.

Em função da estimativa de RCC's gerados em Criciúma, estimou-se uma produção de 3.252,94 t/mês ou 163 t/dia, enquanto que para Içara foram cerca de 723,46 t/mês ou 36,20 t/dia. Nesse estudo optou-se por dimensionar duas usinas de triagem e reciclagem, uma para Criciúma com capacidade de 25 t/h e outra para Içara com capacidade de 5 t/h. É de conhecimento que a reciclagem de RCC's é de grande importância ao desenvolvimento regional, uma vez que contribui para a

produção de agregado reciclado, conservação de reservas naturais de areia e brita e redução de áreas de bota fora irregulares.

O estudo de viabilidade realizado para a usina com capacidade de 25 t/h, utilizando o método da Taxa Interna de Retorno, indicou que o retorno do investimento ocorrerá a partir do oitavo ano, tornando-o mais rentável nos anos seguintes. De modo geral, as TIR's calculadas mostram-se viabilidade econômica desta usina nos três períodos de retorno analisados. No caso da usina com capacidade de 5 t/h, a análise de viabilidade indicou que a usina será rentável em períodos superiores a 10 anos.

Recomendações

Trabalhos futuros podem ser desenvolvidos no sentido de complementar esta pesquisa, realizando o estudo de viabilidade para empresas públicas e privadas e comparando os períodos retorno dos investimentos. Outras opções poderiam ser testadas como, por exemplo, empreendimentos com terreno alugado, máquinas e veículos alugados.

De modo geral, recomenda-se a realização das seguintes pesquisas, como:

- Estudo de caracterização das propriedades dos RCC produzidos em Criciúma e Içara;
- Aplicação de outros métodos de análise de viabilidade de econômica financeira;
- Estudo de mercado para comercialização do agregado reciclado;
- Avaliação da ampliação da capacidade da URE de Criciúma visando incluir a reciclagem dos RCC's gerados nos municípios do entorno, como Içara e Forquilha.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Nadja Zim; KREBS, António S. J. **Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma, SC: Relatório Final**. Porto Alegre: CPRM. 1995. 72p.

ANGULO, S. C.; JOHN, V. M. Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade. In: IX **Encontro Nacional de Tecnologia do o Ambiente Construído**. Foz do Iguaçu. 2002. 11p.

ATHAYDE JUNIOR, Gilson Barbosa et al. **Viabilidade Econômica de uma Usina de Reciclagem de Entulho em Governador Valadares- MG**: Faculdade de Engenharia da Universidade Vale do Rio Doce. 2004. 8p.

BIOCYCLE. **Canada targets C&D debris**. v. 32, n. 1, p. 35-36, jan. 1991.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 307 de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República**, Brasília 17 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em 21/02/2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 431 de 24 de Julho de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. **Diário Oficial da República**, Brasília 25 de julho de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em 21/02/2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 348 de 15 Agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA N° 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da República**, Brasília 17 de Agosto de 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em 21/02/2011.

BRASIL. Lei nº 12305 de 2 de agosto de 2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 01/02/2011.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ ABNT NBR 10004 de 30 de Novembro de 2004. Dispõe sobre Resíduos Sólidos – Classificação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 31 de Maio de 2004. 71p.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ ABNT NBR 15112 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ ABNT NBR 15113 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ ABNT NBR 15114 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS / ABNT NBR 15115 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos sólidos da Construção civil - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ ABNT NBR 15116 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos sólidos da Construção civil - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRITO, Paulo. **Análise e Viabilidade de Projetos de Investimento**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 100 p.

BOSCOV, Maria Eugenia Gimenez. **Geotecnia Ambiental**. São Paulo. Oficina de Textos. 2008. 248p.

SANTOS, Bruna Costa. **Localização das Usinas de Reciclagem nos Municípios de Criciúma e Içara**. 2011.

Econômica, Tomada de Decisão e Estratégia Empresarial. 9ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 458p. 2000.

CASAN. **Tarifas e Preços**. Disponível em:
<<http://www.casan.com.br/index.php?sys=56>>. Acesso em 02/03/2011.

CELESC. **Grupos e modalidades tarifárias**. Disponível em:
em:<http://portal.celesc.com.br/portal/home/index.php?option=com_content&task=view&id=117&Itemid=>>. Acesso em 02/05/2011.

CEOTTO, L. H. **O desperdício na construção civil**. Construção. São Paulo: Pini, n. 2480, p. 12-13, ago. 1995.

CORRÊA, Benedito Camilo; CURSINO, Deivis, SILVA, Gilbert. **Viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem da construção civil na cidade de São José dos Campos**. São Paulo. 2009. 6f.

COSTA, Nébel Argüello Affonso. **A Reciclagem do Resíduo de Construção e Demolição: Uma Aplicação da Análise Multivariada**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. 203f.

CRICIÚMA. **Lei n°4009** de 02 de junho de 2000. Dispõe sobre a regulamentação dos estacionamentos para as caçambas coletoras de lixos ou entulhos no Município de Criciúma e dá outras providências. Paço Municipal, Marcos Rovaris, 02 de Junho de 2000.

CRICIÚMA. **Lei 3855** de 25 de agosto de 1999. Torna obrigatória a colocação de sinalização fosforescente nas caixas coletoras utilizadas para recepção de entulhos e dá outras providências. Paço Municipal Marcos Rovaris, 02 de Junho de 2000.

CUNHA, Nelma Almeida. **Resíduos de construção civil análise de usina de reciclagem**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007. 176f.

DAL PONT, Cristiane Bardini. **Caracterização dos Resíduos de Construção e Demolição Depositados em Aterro Industrial e Estudo da Viabilidade de Implantação e Operação de uma Usina de Beneficiamento**. Monografia de conclusão do curso em Engenharia Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2008. 82f.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL/DNPM. **Cadastro Mineiro**. Disponível em:
<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=62&IDPagina=40>. Acesso em 02/05/2011.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Santa Catarina em Dados/ Unidade de Política Econômica e Industrial**. Florianópolis: FIESC. V20. 2010. 136p. Disponível em:
<http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/site/pei/produtos/show/id/46>. Acesso em 03/03/2011.

GUERRA, Jaqueline de Souza. **Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Pernambuco. Recife, 2009. 105f.

Governo de Santa Catarina. Disponível em:
<http://www.icara.sc.gov.br/conteudo/?item=27623&fa=4295&PHPSESSID=a935415008dcba5c61572d143ef61c6b>. Acesso em 03/03/2011.

HAMASSAKI, Luiz Tsuguio. Reciclagem de entulho, In:_____. **Lixo municipal – Manual de gerenciamento integrado**. Maria Luiza Otero D´Almeida, André Vilhena. (Coord). 2ª Ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. p 179-231.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Santa Catarina: **Criciúma**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 10/03/2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Santa Catarina: **Içara**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 10/03/2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. **Resíduos Sólidos: “Lixões” ainda são destino final em metade dos municípios**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1. Acessado em 21/02/2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Pesquisa anual da indústria da construção**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2008/comentario.pdf>. Acesso em 10/03/2011.

ITCnet -Informações Técnicas da Construção. **Indicadores Econômicos**. Disponível em: http://www.itc.etc.br/a_empresa.asp. Acesso em 02/03/2011.

JADOVSKI, Iuri. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.180f.

JAQUES, R. the influence of designs and procurement on construction site waste generation – A pilot study. Branz 1998. 40p. (study report 81 (1998)).

JOHN, Wanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. 113f.

LATTERZA, L.; MACHADO Jr., E.F. Concreto com agregado graúdo proveniente da reciclagem de resíduos de construção e demolição. Um novo material para fabricação de painéis leves de vedação. In: **JORNADAS SULAMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURA, 27**. São Carlos, 1997. **Anais**, Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo, 1997 p. 1967-1975.

LAURITZEN, E.K. **The global challenge of recycled concrete in use of recycled concrete aggregate**. DHIR, HENDERSON & LIMBACHIYA eds. Tomas Telford 1998.p 506- 519.

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

LIMA, José Antonio Ribeiro. **Proposição de Diretrizes para Produção e Normalização de Resíduo de Construção Reciclado e de suas Aplicações em Argamassas e Concretos**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo,1999. 240f.

MANFRINATO, Jair Wagner de Souza; ESGUÍCERO, Fabio José; MARTINS, Benedito Luís. Implementação de Usina para reciclagem de resíduos da construção civil como ação para o desenvolvimento sustentável estudo de caso. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável**. Rio de Janeiro, Brasil. 2008. 12p.

MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão de resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RIMA. 2005. 162p.

MARQUES NETO, José da Costa, SCHALCH, Vladir. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO, **XII SILUBESA**. Figueira da Foz. Março, 2006. 13p.

OLIVEIRA Edieliton Gonzaga; MENDES Osmar. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da resolução 307 do CONAMA**. Goiânia, 2008. 14p.

PENG, Chun-Li; SCORPIO, D. E.; KIBERT, C. J. Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations. **Construction Management and Economics**, n.15, p.49-58, 1997.

PEREIRA, L. H. P, JALALI, S, AGUIAR, B., **Viabilidade Econômica de uma Central de Tratamento de Resíduos de Construção e Demolição**. 2004. 11p. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/2596/1/Beja_BA.pdf>. Acesso em: 02/03/2011.

PICCHI, F.A. (1993). Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios. São Paulo. Tese (doutorado). Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PICOLO, Mario; RÉUS, Fernando. Cadastro de áreas de bota fora na AMREC, In: **Diagnóstico, gestão e utilização de agregados reciclados de construção e demolição (C&D) da Associação dos Municípios da Região Carbonífera – AMREC: uma visão científica e tecnológica do entulho como matérias-primas recicladas na inovação de materiais de construção**. Criciúma. 2011. (Projeto FAPESC).

PINTO, Felipe Godoy Costa. Construção civil faz de Criciúma uma referência no setor em Santa Catarina. **Liderança empresarial**. CRICIÚMA/SC. N°27. p 20. 2010. Disponível em: <http://www.acicri.com.br/revista.php?conteudo_cod=2178>. Acesso em 02/03/2011.

PINTO, T.P. **Utilização de resíduos de construção - estudo do uso em argamassas**. São Carlos 1986. 148 f. Dissertação (Mestrado).Universidade de São Paulo.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 189f.

PINTO, Tarcísio de Paula et al. Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: a experiência do SINDUSCON/SP. **Manual de Resíduos Sólidos SINDUSCON**. São Paulo: Obra Limpa I & T. 2005. 48p.

PIOVEZAN JÚNIOR, Gilson Tadeu Amaral. **Avaliação Dos Resíduos da Construção Civil (RCC) Gerados no Município de Santa Maria**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007. 76f.

PLANO DIRETOR. **Criciúma**. Disponível em: <<http://www.unesc.net/~pdp>> Acesso em 03/03/2011.

PORTO, Maria Edelma Henrique de Carvalho; SILVA, Simone Vasconcelos. Gestão do projeto de reaproveitamento dos entulhos de concreto gerados pela construção civil. **XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente**. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010. 12p.

Prefeitura Municipal de Criciúma. **Criciúma**. Disponível em: <<http://www.criciuma.sc.gov.br/>>. Acesso em 03/03/2011>.

Proteshop. **Proteção do trabalho**. Disponível em <<http://www.proteshop.com.br/?gclid=CO-zpLbw0KgCFRFj7Aod-RzKIA>>. Acesso em 02/05/2011>.

ROCHA, Eider G. A. **Os resíduos de construção e demolição: gerenciamento, quantificação e caracterização. Um estudo no Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Brasília, 2006. 155f.

RODRIGUES, Thais Almeida. **Diagnóstico de resíduos de construção civil e demolição no município de Criciúma SC. Proposta para o plano integrado de gerenciamento**. Monografia de conclusão de curso em Engenharia Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2006. 162f.

SANTA CATARINA. CONSEMA nº001 de 2006. Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA e a indicação do competente estudo ambiental para fins de licenciamento. **Diário Oficial do Estado**. Florianópolis, 14 de Dezembro de 2006.

SANTA CATARINA. LEI Nº 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. **Diário Oficial do Estado**. Florianópolis, 13 de Abril de 2009.

SANTA CATARINA. Lei 14262 de 21 de Dezembro de 2007. Dispõe sobre a Taxa de Prestação de Serviços Ambientais. **Diário Oficial do Estado**. Florianópolis, 21 de Dezembro de 2007.

SEBRAE/MG. **Brechó da construção**. Construindo solidariedade. Disponível em: <http://www.sebraemg.com.br/arquivos/programaseprojetos/construcaocivil/brechodaconstrucao/apresentacao_brecho.pdf>. ACESSO EM 10/03/2011

SEO, Emília Satoshi Miyamaru; FUKUROZAKI, Sandra Harumi. Desafios para a Destinação de Resíduos da Construção Civil: A Implantação das Áreas de Transbordo e Triagem no Município de São Paulo **In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável**. Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina. 2004. 11f. Disponível em: <<http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/2004/ictr04/11027.pdf>>. Acesso em 03/03/2011.

SJOSTROM, C. **Service life of building In: applications of the performance concept in building. Proceedings**. CIB: Tel Aviv, 1996 v2, p6-1; 6-11.

SILVA, Cesar Augusto R. **Estudo de agregado reciclado de construção civil em misturas betuminosas para vias urbanas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2009. 194f.

SILVEIRA, Geraldo Tadeu Rezende. **Metodologia de caracterização dos resíduos sólidos como base para uma gestão ambiental: estudo de caso entulhos da construção civil em Campinas – São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Campinas. Campinas, 1993. 196f.

Simples Nacional. **Receita Federal**. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/legisassunto/simplesNacional.htm>. Acesso em 03/04/2011.

SINDUSCON. 2011 Será o ano de entrega das chaves. Disponível em: <<http://www.sinduscon-fpolis.org.br/index.asp?dep=9&pg=1019>>. Acesso em 03/03/2011.

SINDUSCON - SP. **Encargos sociais abril de 2011**. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/estprod/economia/2011/enc0411.pdf>. Acessado em 18/05/2011

STOLZ, Carina Mariane. **Viabilidade Econômica De Usinas De Reciclagem De RCD: Um Estudo De Caso Para IJUÍ/RS**. 2008. 99f. Monografia de conclusão do curso em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1997.

SWANA -THE SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA. **Construction waste & demolition debris recycling**. A Primer. Maryland, SWANA, out.,1993.

Tabela Sicro. **Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/rodovias/sicro/sc.htm>>. Acessado em 18/05/2011

THÉCHNE. **Reciclagem: uso de resíduos da construção. Revista Técnica: a revista do engenheiro civil**, São Paulo: Editora Pini, n.112, p. 32-35, julho de 2006.

VALENÇA, Mariluce Zepter; WANDERLEY, Lilian Outtes; MELO, Ivan Vieira. O papel das empresas de coleta e transporte na gestão integrada e sustentável dos resíduos da construção civil na cidade do Recife: o que mudou com a resolução CONAMA 307/2002. IX ENGEMA - **Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial E Meio Ambiente**. CURITIBA, 19 a 21 de Novembro de 2007. 10p.

VALENÇA, M. Z. **Understanding the competitive environment of construction and demolition waste management sector in Recife, Brazil (a case study)**. Dissertação (MBA em Gestão Estratégica de Negócios). Aberdeen Business School. Aberdeen: The Robert Gordon University, 2004.

VERDIERI, Milena Dalmagro; SANTOS NETO, Almir Barros da S.; FIORI, Márcio Antônio. Blocos de pavimentação produzidos com agregados reciclados a partir do entulho da construção civil. In: **IBRACON 2003- Congresso Brasileiro de Concreto. Belo Horizonte**. Agosto 2003.

WEDLER, B.; HUMMEL, A. A trummervwertung and ausban von branuinen. Berlin: Wilhelm Ernest & Soho, 1946.

WRIGHT et al. **Administração estratégica: conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.

WILBURN, D.R., GOONAN, T.G. **Aggregates from natural and recycled sources – Economic assessments for construction applications – A materials flow analysis**. 1998.

ZANTA, Viviana Maria. A sustentabilidade dos serviços públicos de resíduos sólidos: novas oportunidades e velhos desafios, In: **Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico**/ coord. Berenice de Souza Cordeiro. – Brasília: Editora, 2009. 193p.

ZORDAN, Sergio Eduardo. **A Utilização Do Entulho Como Agregado, Na Confecção Do Concreto**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997. 156f.