



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA NA
IMPLANTAÇÃO DE UM CENTRO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS
DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE LAJEADO - RS**

Wagner Manica Carlesso

Lajeado, novembro de 2015

Wagner Manica Carlesso

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA NA
IMPLANTAÇÃO DE UM CENTRO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS
DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE LAJEADO - RS**

Trabalho apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES, como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Ms. Marcelo Luis
Kronbauer

Lajeado, novembro de 2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar equilíbrio nas horas difíceis para a realização deste trabalho e por me impulsionar a seguir em frente.

Aos meus queridos pais, pelo incondicional amor, incentivo, e exemplo de vida. Principalmente, por entenderem os momentos de ausência e falta de carinho.

Ao meu orientador, professor Marcelo Luis Kronbauer, pelo acompanhamento e incentivo, fundamentais para a realização deste estudo.

Aos professores da Univates, pelos ensinamentos e experiências compartilhados.

A todos os amigos e colegas de curso, pelo empenho e ajuda prestada sempre que necessário.

A todos que compartilharam desta experiência, muito obrigada!

RESUMO

O problema da destinação dos resíduos sólidos da construção civil (RSCC) tomou grandes proporções nas últimas décadas principalmente no Brasil. Esse inconveniente foi ocasionado na sua grande parte, pelo crescimento do setor da construção civil, principalmente nas regiões metropolitanas e grandes cidades. Quanto mais edificações em andamento, maior é a quantidade de RSCC gerada e a mesma deve ser descartada de uma forma que não agrida o meio ambiente e nem traga riscos à saúde pública. O problema é que a grande maioria das empresas responsáveis pelo empreendimento, não dá a correta destinação a esses resíduos, provocando contaminação de solos, rios, lençóis freáticos, sendo muitas vezes fonte de disseminação de vetores causadores de doenças. Com intuito de minimizar os impactos ambientais estuda-se cada vez mais a questão de projetos que utilizem menos e de forma mais racional as matérias primas na construção civil. A partir do levantamento quantitativo de RSCC o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de viabilidade técnico-econômica para implantação de um centro de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil no município de Lajeado – RS. O desenvolvimento deste estudo inclui um projeto técnico de uma central de reciclagem, com melhor disposição do local próximo a ao município, se valendo das características e do melhor acesso às empresas da região. Foram realizados levantamentos de custos com equipamentos necessários, aplicações para os agregados reciclados e projeções futuras de viabilidade econômica do empreendimento, utilizando ferramentas descritas neste projeto como Plano financeiro, Payback, TMA, TIR, VPL e IL (colocar os nomes completos das ferramentas ao lado das siglas). Resultados mostram que a geração de RSCC na cidade de Lajeado – RS nos dias atuais é de 1085 m³/mês, que equivale a 36 m³/dia, aproximadamente 9 caçambas de tele-entulho por dia. Outro resultado encontrado foi o percentual de resíduos classe A, B, C, D classificado conforme Resolução 307 do CONAMA. Para os resíduos (classe A), foram encontrados 80,07% do total gerado, os resíduos (classe B), 10,13%, resíduos (classe C), foram encontrados 2,28% e (classe D), 2,22%. Segundo os resultados encontrados utilizando as ferramentas de análise de viabilidade econômica, o projeto mostrou-se aceitável, para o segundo cenário proposto, utilizando a geração de resíduos do município de Lajeado e municípios vizinhos, utilizando uma TMA de 8% a.a. Assim proporcionando maior segurança para os futuros investidores. Com base nos resultados encontrados pode-se concluir que o volume gerado de RSCC para cidade de Lajeado – RS, atinge grandes proporções se tratando de volume e impactos. Porém a grande maioria é classificado como resíduos classe A inertes, oriundos de solos, tijolos, concreto, blocos, tubos, e apresentam um grande valor econômico agregado, quando incorporados em outras obras.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Construção Civil. Agregados. Viabilidade-Econômica. Central de triagem.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Áreas de transbordo de resíduos a céu aberto, em local inadequado no município de Lajeado – RS.	16
Figura 2 - Composição dos resíduos sólidos da construção civil no município de Lajeado-RS.	19
Figura 3 - Depósitos de resíduos Sólidos da Construção Civil em local inadequado no município de Lajeado-RS.	27
Figura 4 - Processo de reciclagem em centrais de RSCC.	30
Figura 5 - Centro de Reciclagem na cidade de Guarulhos - SP área destinada à trituração e peneiramento de RSCC.	31
Figura 6 - Ensaio granulométrico realizado em dois diferentes materiais.	32
Figura 7 - Ensaio granulométrico utilizando peneira 6,3 mm.....	32
Figura 8 - Ensaio granulométrico utilizando peneira 4,8 mm.....	33
Figura 9 - Centro de Reciclagem na cidade de Guarulhos – SP, um exemplo de incorporação de agregados no desenvolvimento de novos produtos, neste caso foram confeccionados, blocos utilizados na pavimentação de calçadas.	34
Figura 10 - Um exemplo de uma caçamba metálica medindo 4m ³ localizada em uma obra no município.....	45
Figura 11 - Descrição do fluxo de caixa, utilizando uma taxa mínima de atratividade de 8% a.a.	57
Figura 12 - Descrição do fluxo de caixa, utilizando uma taxa mínima de atratividade de 8% a.a.	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estações de Transbordo e Triagem para RSCC licenciadas pela FEPAM.....	28
Quadro 2 - Questionário proposto para avaliar a quantidade de RSCC que são recolhidos no município de Lajeado – RS.....	40

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1 - Resultados encontrados para o percentual de RSCC transportado na cidade de Lajeado.....	48
Gráfico 2 - Resultados encontrados para o volume de RSCC transportado na cidade de Lajeado.....	49
Gráfico 3 – Comparação entre os resultados encontrados nas duas simulações de viabilidade econômica.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação da geração de RSCC no Brasil.....	20
Tabela 2 - Geração de RSCC em t/dia nas principais cidades do Brasil.....	21
Tabela 3 - Composição dos Resíduos Sólidos da Construção Civil em cidades brasileiras.....	25
Tabela 4 - Resultados encontrados por (Leonhardt, 2010), para a geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil na cidade de Lajeado.	41
Tabela 5 - Resultados encontrados para a geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil na cidade de Lajeado.	46
Tabela 6 - Percentual de Resíduos Sólidos da Construção Civil gerados no município.....	47
Tabela 7 - Levantamento dos custos de implantação, destinados a obras civis.	50
Tabela 8 - Levantamento dos custos de implantação, destinados a equipamentos..	51
Tabela 9 - Levantamento dos custos decorrentes no ano.....	51
Tabela 10 - Levantamento das receitas geradas para os resíduos classe A, durante o período de um ano.	53
Tabela 11 - Levantamento das receitas geradas para os resíduos classe B, durante o período de um ano.	54
Tabela 12 - Destinação para os resíduos classe C e D, e levantamento do custo gerado durante o período de um ano.	55
Tabela 13 - Descrição de todos os custos e todas as receitas.....	56
Tabela 14 - Descrição dos resultados encontrados para VPL, TIR, IL.....	58
Tabela 15 - Descrição dos resultados encontrados para Payback.....	58
Tabela 16 - Descrição de todos os custos e todas as receitas.....	60
Tabela 17 - Descrição dos resultados encontrados para VPL, TIR, IL.....	62
Tabela 18 - Descrição dos resultados encontrados para Payback.....	62

LISTA DE TABELAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA:	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONSEMA:	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CBIC:	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
DOU:	Diário Oficial da União
RSCC:	Resíduos da Construção Civil
PNSB:	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA:	Ministério do Meio Ambiente
TMA:	Taxa Mínima de Atratividade
VPL:	Valor Presente Líquido
TIR:	Taxa Interna de Retorno
LI:	Índice de Lucratividade

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivo Geral.....	14
1.2. Objetivos específicos	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. Resíduos Sólidos	15
2.1.1. Legislação correspondente a Resíduos Sólidos.....	16
2.2. Construção Civil	18
2.2.1. Resíduos da Construção Civil	18
2.2.3. Geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil	19
2.2.4. Legislação sobre Resíduos Sólidos da Construção Civil.....	22
2.2.5. Composição dos Resíduos Sólidos da Construção Civil	24
2.2.6. Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil.....	25
2.2.7. Reciclagem dos Resíduos Sólidos da Construção Civil.....	27
2.2.7.1. Centros de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil	28
2.2.7.2. Características dos Agregados Reciclados.....	31
2.2. Viabilidade Econômica.....	35
2.3. Planejamento Financeiro	36
2.4.1. Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	36
2.4.2. Valor Presente Líquido (VPL)	36
2.4.3. Taxa Interna de Retorno (TIR).....	37
2.4.4. Payback.....	37
2.4.5. Índice de Lucratividade (IL)	38
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
3.1 Proposta de Trabalho.....	39
3.1.1 Estrutura metodológica desenvolvida.....	39

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
4.1	Primeira fase - geração de RSCC na cidade de Lajeado – RS	44
4.2	Segunda fase - levantamento dos Custos de Implantação	50
4.3	Terceira fase – análise da viabilidade econômica do projeto	52
4.3.1	Simulação econômica para a geração de RSCC de Lajeado-RS	55
4.3.2	Simulação econômica para a geração de RSCC de Lajeado-RS e cidades vizinhas.....	59
5	CONCLUSÕES	64
	REFERÊNCIAS.....	66
	ANEXO A – Modelo de <i>layout</i> para um centro de triagem e ceciclagem de RSCC...71	
	ANEXO B – Corte AA' com vista para o centro de triagem e ceciclagem de RSCC..72	
	ANEXO C – Questionário aplicado às empresas de transporte de RSCC.73	

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB IBGE (2008), a produção de resíduos sólidos domésticos no Brasil é da ordem de 45 milhões de toneladas por ano, sendo que uma grande parcela destes resíduos é gerenciada de forma totalmente inadequada. A origem e a geração dos resíduos nas diversas regiões do planeta são variáveis e depende de diversos fatores como: grau de escolaridade da população desta região, poder de compra, pois regiões ou bairros com poder aquisitivo maior tendem a gerar resíduos com características diferentes de bairros de classe baixa. Outros pontos em destaque é o número de habitantes nestes locais e o grau de escolaridade dos mesmos. Neste viés destacamos a grande necessidade de ter uma destinação adequada dos resíduos em geral, gerados das diversas atividades humanas constituindo um grande desafio, principalmente aos países em desenvolvimento, (FONSECA, 2001).

Segundo Leite (2003), as legislações ambientais acompanham todo o ciclo de vida útil de um produto, desde a extração de matérias primas virgem, até sua disposição final ou a dos produtos que o constituem. Portanto as legislações regularizam a produção e o uso de matérias-primas até sua disposição final. A autora destaca que a Constituição Federal assegura a responsabilidade por proteger o meio ambiente, por combater à poluição, e ofertar saneamento básico a todos os brasileiros. Deixando por conta dos municípios, organizar as leis sobre os interesses do local, organizando os serviços públicos. Por conta disso, a coordenação da limpeza urbana, recolhimento e disposição final em aterros controlados, ficam a cargo dos municípios.

Segundo Zanta e Ferreira (2003), os resíduos sólidos comerciais também podem ser dispostos em aterro. Porém, todo resíduo gerado por origem não

doméstica, como os resíduos de hospitais ou construção civil são de cuidado do gerador, que se submetem às leis vigentes para cada caso.

O crescimento da construção civil, no mundo e no Brasil, por força da maior conscientização ambiental, necessita da aplicação da sustentabilidade nas obras de engenharia. Assim, essa sustentabilidade só poderá ser alcançada se for dada a devida atenção à questão dos resíduos sólidos da construção civil (RSCC), (MONTEIRO et al., 2001).

Segundo Monteiro et al. (2001) no Brasil os resíduos da construção civil que são gerados em obras diversas, são constituídos por concreto e blocos de concreto, argamassas, além de madeiras, plásticos, papel e papelão. Outros materiais que constituem uma parcela menor de geração é a fração orgânica, oriundos de restos de alimentos, levando em conta que na grande maioria das obras civis brasileiras a alimentação dos operários é feita em refeitórios construídos no entorno das obras. Também dentro desta parcela menor de geração são encontrados resíduos classificados como perigosos. Segundo o autor a geração de resíduos da construção civil em novas edificações fica em torno de 300 kg/m² no Brasil, ao mesmo tempo em que países desenvolvidos a geração dos mesmos resíduos fica em 100 kg/m². O autor também destaca que em grandes centros onde habitam mais de 500 mil pessoas os RSCC correspondem a 50% do total de peso dos resíduos sólidos urbanos que são coletados.

As centrais de reciclagem de RSCC devem ter um processo de beneficiamento simples, seguindo de um fluxo de transporte por esteiras. O processo inicia pelo despejo do entulho, seleção dos materiais recicláveis, trituração em equipamentos apropriados, peneiração, classificação dos agregados e expedição dos agregados reciclados (IPT/ CEMPRE, 2000).

Em um levantamento realizado por Pinto (2005), segundo o autor a primeira central de reciclagem de RSCC no Brasil foi instalada no ano de 1991 na cidade de São Paulo e desde lá foram inauguradas outras doze centrais até a data do levantamento. Estas centrais de reciclagem de RSCC estão localizadas nas cidades de São Paulo, São José dos Campos, Piracicaba, Ribeirão Preto, Guarulhos, Vinhedo, Ribeirão Pires (todas estas no Estado de São Paulo), duas em Belo

Horizonte (MG) e duas em Brasília (DF) e Londrina (PR). Existe também uma central pela iniciativa privada na cidade do Rio de Janeiro. Nos dias atuais acredita-se que com a publicação da Resolução CONAMA nº 307, de (2002) o número de centrais de reciclagem de RSCC tenha sofrido um grande aumento.

Com o objetivo de facilitar a tomada de decisão de investidores que pretendem implantar uma central de reciclagem de RSCC, indica-se que a realização de um estudo técnico-econômica seja essencial. Com esta avaliação as chances deste empreendimento tornar-se viável ao longo do tempo são maiores, outro ponto que pode ser levantado é a real necessidade de alguns equipamentos que muitas vezes são desativados por não haver necessidade de utilização. Assim o empreendedor minimizará os riscos neste investimento (NUNES, 2004).

A autora também destaca que as dificuldades que vão surgindo ao longo do projeto relacionadas com análise de investimento começam a diminuir a partir do momento em que são definidos claramente os objetivos a serem almejados pelo investidor. Também ressalta que as alternativas encontradas para a realização dos objetivos irão crescendo com o decorrer do tempo e com as confirmações de suas viabilidades.

Segundo Borges (2001), a comprovação da viabilidade técnica e econômica de um projeto se dá através da análise da tecnologia utilizada juntamente com as peculiaridades na fase de elaboração. Atinge-se a viabilidade técnica quando na etapa de implantação certifica-se de que a obra pode ser completada obedecendo ao cronograma e estimativa de valores previamente estabelecidos, na etapa de operação pode-se concluir que o projeto irá atuar na capacidade pressuposta após a conclusão. Se tratando de viabilidade econômica o empreendimento necessita que haja a comprovação de que o investimento garanta a compra dos insumos indispensáveis, também se contará com verba em caixa para arcar com custo de capital, e se o valor líquido estimado do plano é positivo.

A tendência à obtenção de crédito pelo projeto é atestada quando ele próprio gera renda o bastante para arcar com todos os custos de operação, pagando encargos em dia e recompensando os investidores (BORGES, 2001).

1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo de viabilidade técnico-econômica da implantação de um centro de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil no município de Lajeado – RS.

1.2. Objetivos específicos

- Realizar um levantamento quantitativo dos resíduos Sólidos da construção civil na cidade de Lajeado - RS e suas principais características segundo a Resolução do CONAMA nº 307 de 2002.
- Desenvolver um projeto técnico de uma central de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil para cidade de Lajeado - RS, onde serão apresentadas duas plantas, com algumas descrições as principais características necessárias para a implantação deste empreendimento.
- Fazer um levantamento do custo de equipamentos que serão utilizados no centro de reciclagem, junto a distribuidores locais.
- Realizar projeções futuras de dois cenários para encontrar a viabilidade econômica deste empreendimento utilizando diversas ferramentas como: Plano financeiro, *Payback*, Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice de Lucratividade (LI).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Resíduos Sólidos

A geração de resíduos pelos seres humanos ocorre desde o início dos tempos, quando viviam em cavernas, caçavam e pescavam garantindo sua sobrevivência utilizavam peles de animais, e se mudavam a outros locais quando a alimentação já não era suficiente naquele local. Seus rejeitos eram constituídos de ossos, pedras lascadas que eram deixados ao meio ambiente, sendo decompostos em seguida com o passar do tempo. Anos se passaram e a humanidade começou a pensar em seu conforto produzindo peças, instrumentos e roupas (RECICLOTECA, 2015).

Segundo Mattos (2006), resíduo sólido se caracteriza pelo rejeito de material que necessita ser retirado pelo fato de ser julgado inútil pela pessoa que descartou, sendo colocados de modo impróprio em regiões próximas aos rios e nascentes, vias públicas, em aterros, causando impactos ambientais danosos para a sociedade. Em nosso país, o grande montante dos resíduos sólidos gerados em zona urbana nos municípios é destinado para fase final, não passando por um processamento que tem por objetivo a sua redução, recuperação, valorizando também como fonte de energia ou reciclagem.

A grande maioria dos depósitos de resíduos se localiza longe da zona urbana e da população, pelo fato do local ser sujo, com mau cheiro, infestado de insetos e animais, podendo disseminar doenças. Uma boa parte dos resíduos coletados no Brasil é lançada a céu aberto em lixões, (Figura 1). Esta prática deixa exposto o solo à degradação e contamina o lençol freático com efluentes ocasionados da

degradação do lixo. Outro fator considerável é que os lixões são coabitados por uma população de baixa renda, que estão seriamente expostas a vetores de doenças entre outros riscos (RODRIGUES; CAVINATTO, 2003).

Figura 1 - Áreas de transbordo de resíduos a céu aberto, em local inadequado no município de Lajeado – RS.



Fonte: AUTOR, (2015).

2.1.1. Legislação correspondente a Resíduos Sólidos

Em 2 de Agosto de 2010 foi aprovada a Lei 12.305 denominada como Política Nacional de Resíduos Sólidos, que regulamentou o setor impondo diversas obrigações aos governantes e às corporações, buscando sempre a qualidade produtiva da segurança ambiental em todas as obras. Do objeto e do campo de aplicação, diz o citado dispositivo, [...]:

Art. 1º Esta lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e, ao gerenciamento de resíduos

sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Segundo a ABNT – NBR 10.004 (2004), os resíduos nos estados sólidos e semissólidos resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento e água, aqueles gerados em equipamentos que tornem inviáveis o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Esta norma Brasileira é considerada um instrumento imprescindível para a correta classificação e destinação final dos resíduos, sendo utilizada por instituições privadas e órgãos fiscalizadores. A partir da classificação estipulada pela norma, o gerador do resíduo pode facilmente identificar o potencial de risco deste, bem como identificar as melhores e mais viáveis alternativas para destinação final e/ou reciclagem. De acordo com esta nova versão da norma os Resíduos Sólidos gerados classificam-se:

Resíduos Classe I – PERIGOSOS: São aqueles cujas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas podem acarretar em riscos à saúde pública e/ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Para que um resíduo seja apontado como classe I, ele deve estar contido nos anexos A ou B da NBR 10.004 ou apresentar uma ou mais das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Resíduos Classe II - NÃO PERIGOSOS: De acordo com a NBR 10.004, os resíduos classe II – Não perigosos dividem-se em:

Resíduos Classe II A - Não inertes; aqueles que não se enquadram nas classificações de Resíduos Classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes, e podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Classe II B – Inertes: Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007 (2004), e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006 (2004), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto de cor, turbidez, dureza e sabor, conforme NBR 10.004.

2.2. Construção Civil

Segundo dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a construção civil tem relevância na questão econômica do país, que forneceu ao PIB em 2014, 221,762 milhões, refletindo em 15,4% do PIB nacional.

A construção civil em nosso país contribui com aproximadamente 14% do PIB nacional. Este ramo caracteriza-se por se utilizar da maior parte de matéria-prima natural, contabilizando que sejam empregados de 20% a 50% de um todo dos recursos naturais que são gastos pela sociedade. Isto gera produção de resíduos, impactando no meio ambiente, e se tornando um dos maiores problemas nos grandes centros (PINTO, 2005).

2.2.1. Resíduos da Construção Civil

Em diversos estudos realizados no Brasil, os autores utilizam a terminologia Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC), e também outra terminologia que é bastante difundida no meio acadêmico é Resíduos Sólidos de Construção e Demolição (RCD), ambas são utilizadas quando os autores se referem a resíduos sólidos gerados em obras de construção civil, que são frequentemente chamados de

entulho de obras, caliça ou metralha. Neste trabalho será utilizado o termo Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC), por ser a terminologia adotada na Resolução CONAMA n° 307 de 2002.

Todos os resíduos gerados em reformas e construções, os resultantes de escavação de terrenos, reparos e demolições de obras de construção civil, tais como: blocos cerâmicos, tijolos, solos, concreto em geral, rochas, metais, colas e resinas, madeiras e compensados, tintas, forros, gesso e telhas, argamassa, pavimento asfáltico, tubulações, vidros e plásticos, fiação elétrica são caracterizados como RSCC. Conforme pode ser visto na (figura 2), (CONAMA n° 307 de 2002).

Figura 2 - Composição dos resíduos sólidos da construção civil no município de Lajeado-RS.



Fonte: Autor, (2015).

2.2.3. Geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil

De acordo com Monteiro et al (2001), a quantidade de RSCC gerados em obras de construção e demolição brasileira, fica em torno de 300 kg/m² enquanto que países desenvolvidos geram em torno de 100 kg/m². Este resultado quando comparado com resultados encontrados por outros autores é relativamente maior, porém deve ser levado em conta que neste estudo foi avaliado o valor de geração

de resíduos na demolição de obras e posterior somado com a geração na construção de novas obras.

Conforme estudo realizado por Tozzi (2006), a geração de RSCC no Brasil, para novas obras, é de 42,89 kg/m². Em outro estudo mais recente realizado por Mariano (2008), foram encontrados valores de 34,15 kg/m², a autora destaca que neste estudo foram implantados sistema de gestão de RSCC nas obras avaliadas. Os resultados encontrados pelos autores sobre a geração de RSCC podem ser vistos na (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação da geração de RSCC no Brasil.

Material	Quantidade gerada (kg/m²) (Mariano, 2008)	Quantidade gerada (kg/m²) (Tozzi, 2006)	Quantidade gerada (kg/m²) (Monteiro, 2001)
Concreto	9,08	3,02	87,00
Cerâmica	2,55	17,65	-
Argamassa	2,93	18,33	189,00
Madeira	16,82	0,87	3,00
Papel	0,16	0,58	21,00
Fibrocimento	0,63	2,43	-
Plástico	0,04	-	-
Outros	1,94	-	-
Total	34,15	42,89	300,00

Fonte: Adaptado de Mariano (2008).

Quando estes resultados são comparados com dados encontrados por outros autores em estudos realizados em outros países sobre geração de RSCC as características e quantidades dos resíduos são diferentes.

Segundo Bohne, Bergsdal e Brattebo (2005), em países europeus na composição de RSCC predominam o concreto e blocos de concreto, o gesso e o isopor utilizado para isolamento, atingindo uma geração de 30,77 kg/m². Já em outro estudo o autor Kimbert (2002), descreve que esta taxa é de 25 kg/m² para novas construções e de 320 kg/m² para reformas e demolições. Na (tabela 2) estão

representados os resultados da geração de RSCC encontrados em outros estudos: Construção (1996); Costa (1998); Vieira et al. (1998); Lima e Tamai (1998). Os resultados estão representados em toneladas por Dia, também foi avaliado o percentual que este valor representa em relação à os resíduos sólidos urbanos nas principais cidades brasileiras.

Tabela 2 - Geração de RSCC em t/dia nas principais cidades do Brasil.

	População (milhões de habitantes)	Geração de RSCC (t/dia)	% de RSCC em relação a resíduos sólidos urbanos
São Paulo (1)	15,0	5000	-
Porto Alegre (2)	1,20	350	-
Ribeirão Preto (1)	0,46	1043	67
Belo Horizonte (1)	2,01	1200	51
São José dos Campos (1)	0,50	733	65
Santo André (4)	0,63	1013	58
Salvador (3)	2,20	1700	37

Fontes: (1) CONSTRUÇÃO (1996); (2) COSTA (1998); (3) VIEIRA et al. (1998); (4) LIMA e TAMAI (1998).

Segundo estudo realizado por Leonhardt (2010), na cidade de Lajeado – RS, a geração de RSCC é de 56 toneladas por dia, sendo que no período do estudo a população era de aproximadamente 68.000 habitantes. O autor destaca que a geração *per capita* do município é de aproximadamente 0,82 kg por habitante/dia ou 300 kg por habitante/ano.

Conforme estudo realizado por Nunes (2004), na cidade do Rio de Janeiro – RJ a estimativa de geração *per capita* de RSCC é de 0,49 Kg por habitante/dia, ou 180 Kg por habitante/ano.

Em um estudo realizado levando em conta à geração das principais capitais do Brasil a estimativa média de geração de RSCC fica em torno de 500 kg por habitante/ano, (PINTO, 1999).

Conforme estudo realizado pelo Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul (PERS-RS, 2014), estimasse que no ano de 2015, o estado tem uma geração de RSCC de 5.000.000 t/ano, segundo os autores em 2034 a geração alcançara 10.000.000 t/ano no estado.

2.2.4. Legislação sobre Resíduos Sólidos da Construção Civil

A Resolução CONAMA n° 307, de 05/07/2002, publicada no DOU (Diário Oficial da União) em 17/07/2002, tem como objetivo “estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais” (MMA, 2002, p.1). As definições adotadas nesta resolução estão descritas a seguir:

- **Classe A:** São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio fios etc.) produzidas nos canteiros de obras; Destino: Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- **Classe B:** São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, gesso e outros; Destino: Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

- **Classe C:** São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação; Destino: Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- **Classe D:** São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (nova redação dada pela Resolução nº 348/04); Destino: Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

CONSEMA 109-05 - Estabelece diretrizes para elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios.

Norma da ABNT – NBR 15112-2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil e resíduos volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Estabelece os requisitos para projetos, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos.

Norma da ABNT – NBR 15113-2004 - Aterros de Resíduos Sólidos da Construção Civil.

Norma da ABNT – NBR 15114-2004 - Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Se ocupa dos requisitos para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil. Assim como as áreas de transbordo e triagem, é prevista a consideração de requisitos ambientais na escolha do local de implantação da unidade de reciclagem, cabendo licenciamento específico.

Norma da ABNT – NBR 15.115 – Estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado em obras de pavimentação.

Norma da ABNT – NBR 15.116 – Expõe os requisitos para utilização dos agregados reciclados em pavimentação.

2.2.5. Composição dos Resíduos Sólidos da Construção Civil

Os RSCC apresentam diversas características, as mesmas dependem de alguns fatores como: características dos materiais desde sua origem a forma em que foram empregados nas obras, materiais disponíveis, técnicas de construção e demolição, desenvolvimento tecnológico, etc. Outro fator que deve ser levado em conta é o modelo construtivo e a gestão dos resíduos do início ao término da obra. Podem ser citados também outros aspectos que influenciam como estações do ano e catástrofes ambientais (CARNEIRO; BRUM; SILVA, 2001).

Segundo os autores Zordan (1997), Pinto (1999), Macedo e Lafayette, (2011) e Leonhardt (2010) caracterizaram em seus trabalhos a composição dos RSCC, estes resultados podem ser visualizados na (tabela 3).

Tabela 3 - Composição dos Resíduos Sólidos da Construção Civil em cidades brasileiras.

Composição dos resíduos				
Material	Pinto (1999) (1)	Zordan (1997) (2)	Macedo e Lafayette, (2011) (3)	Leonhardt (2010) (4)
Argamassa	64,4%	37,6%	26,5%	9,36%
Concreto	4,8%	21,2%	42,9%	11,25%
Material/Cerâmico	29,4%	23,4%	8,2%	6,8%
Rochas/Outros	1,4%	17,8%	22,4%	72,59%

(1) Local: São Carlos (SP), Brasil, (2) local: Ribeirão Preto (SP), Brasil, (3) local: Recife (PE), Brasil, (4) local: Lajeado (RS), Brasil.

Fonte: Adaptado de Mariano (2008).

Realizando uma análise dos resultados encontrados pelos autores pode-se observar que há uma grande diferença entre os valores encontrados nas diversas cidades brasileiras, outro ponto em destaque é a grande quantidade de resíduos oriundos de argamassa, este material é extremamente valorizado comercialmente. Pode ser visto também uma grande quantidade de concreto e material cerâmico, ambos também podem ser utilizados comercialmente no desenvolvimento de novos produtos. Outros materiais que se destacam pelo valor comercial elevado, são os materiais plásticos, papéis e papelão e objetos metálicos, porém os mesmos são encontrados em quantidades menores (MARIANO, 2008).

2.2.6. Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil

Alguns países já estão desenvolvendo estudos visando aplicar boas práticas para reduzir a geração de resíduos, como na União Europeia que elaborou e aperfeiçoou um projeto chamado “WAMBUCCO - Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios” (LIPSMEIER; GUNTHER, 2002). Em forma de manual este

estudo está voltado a empreendedores de obras, gestores de projetos, empresas tanto de construção quanto de recolhimento de resíduos, profissionais do ramo, fabricantes e vendedores de materiais para construção civil, demonstrando cálculos relacionados a resíduos gerados em uma edificação. Acompanha um roteiro de gestão de resíduos tratando de projetos de novas obras e de reconstrução.

Segundo Tozzi e Braga (2007) comparando duas obras com particularidades equivalentes e gerenciamento diferentes, viu-se que a geração e distribuição dos resíduos foi 1,4 vez maior na obra que não trabalhava com o plano. Em vista econômica também pode-se dizer que a obra que possui gerenciamento reduz muito mais seus gastos com matéria prima e retirada de entulhos, se tornando mais interessante. Este é um fator chave para ser utilizado quando o objetivo é convencer construtoras a aplicar um gerenciamento de resíduos correto em suas obras.

Os RSCC são considerados inertes e de baixo perigo, porém os danos ambientais envolvidos com este material estão relacionados com o grande volume gerado e a acomodação inadequada, na maioria das vezes em via pública, perto de rios, e áreas preservadas (NAGALLI, 2014). A partir da colocação de resíduos de construção civil em local inadequado juntam-se outros tipos de resíduos como orgânicos e restos de móveis, conforme pode ser visto na (figura 3).

Figura 3 - Depósitos de resíduos Sólidos da Construção Civil em local inadequado no município de Lajeado-RS.



Fonte: Autor, (2015).

Decorrente de uma ideologia que as empresas acreditam que o custo para realizar a destinação de resíduos industriais é relativamente elevado, como consequência disso, atualmente encontra-se resíduos em locais inadequados como vias públicas e áreas menos nobres das cidades. Em decorrência disto ocorrem grandes impactos ao meio ambiente como contaminação de recursos hídricos, mortandade de animais, incidência de roedores e insetos (moscas, ratos e baratas), comprometendo a saúde da população vizinha (NAGALLI, 2014).

2.2.7. Reciclagem dos Resíduos Sólidos da Construção Civil

Segundo Ângulo, Zordan e John (2001), a disposição dos RSCC em áreas de bota-fora ou em aterros não é uma opção financeiramente adequada, uma vez que estes resíduos na sua grande maioria possuem materiais recicláveis e os mesmos possuem alto valor agregado comercialmente, outro ponto que deve ser levado em conta que quando dispostos em aterros ocupam grandes volumes. A diminuição dos impactos ambientais, a preservação de recursos minerais e o retorno financeiro nas

obras de engenharia são fatores que tornam a reciclagem uma prática viável para o setor.

Conforme Grigoli (2001) existem algumas aplicações para os RSCC que passaram por um processo de triagem, estas aplicações segundo o autor já foram pesquisadas e aprovadas, sendo as principais como: enchimentos de rasgos de paredes, assentamentos de batentes, chumbamentos de tubulações elétricas e hidráulicas, assentamento de blocos cerâmicos, enchimentos de rebocos internos, enchimentos de degraus de escadaria, muito utilizado também como base para contra piso em passeios públicos, bem como de interiores de áreas habitacionais, como concreto em pisos para abrigos de automóveis leves, drenos de escoamento de água de chuvas e drenos de pátios de estacionamento. Outra forma de utilização de RSCC é na forma de agregados, ou seja, os resíduos são triados e posteriormente triturados utilizando a técnica do peneiramento, o produto final são os agregados reciclados onde são gerados materiais de diferentes granulometrias.

2.2.7.1. Centros de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil

Segundo dados encontrados no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul (PERS-RS, 2014), os autores estimam que para comportar a geração de RSCC do estado do RS, deveriam ser instaladas entorno de 51 usinas de reciclagem, sendo 10 de grande porte e 41 de médio porte. Hoje no estado temos três usinas licenciadas pela FEPAM, para realizar o recebimento e transbordo dos RSCC, e apenas uma, para realizar o recebimento, transbordo e beneficiamento de RSCC. Conforme pode ser visto no (quadro 1), a capacidade de recebimento das quatro empresas juntas totalizam 300 m³/dia de RSCC destinados.

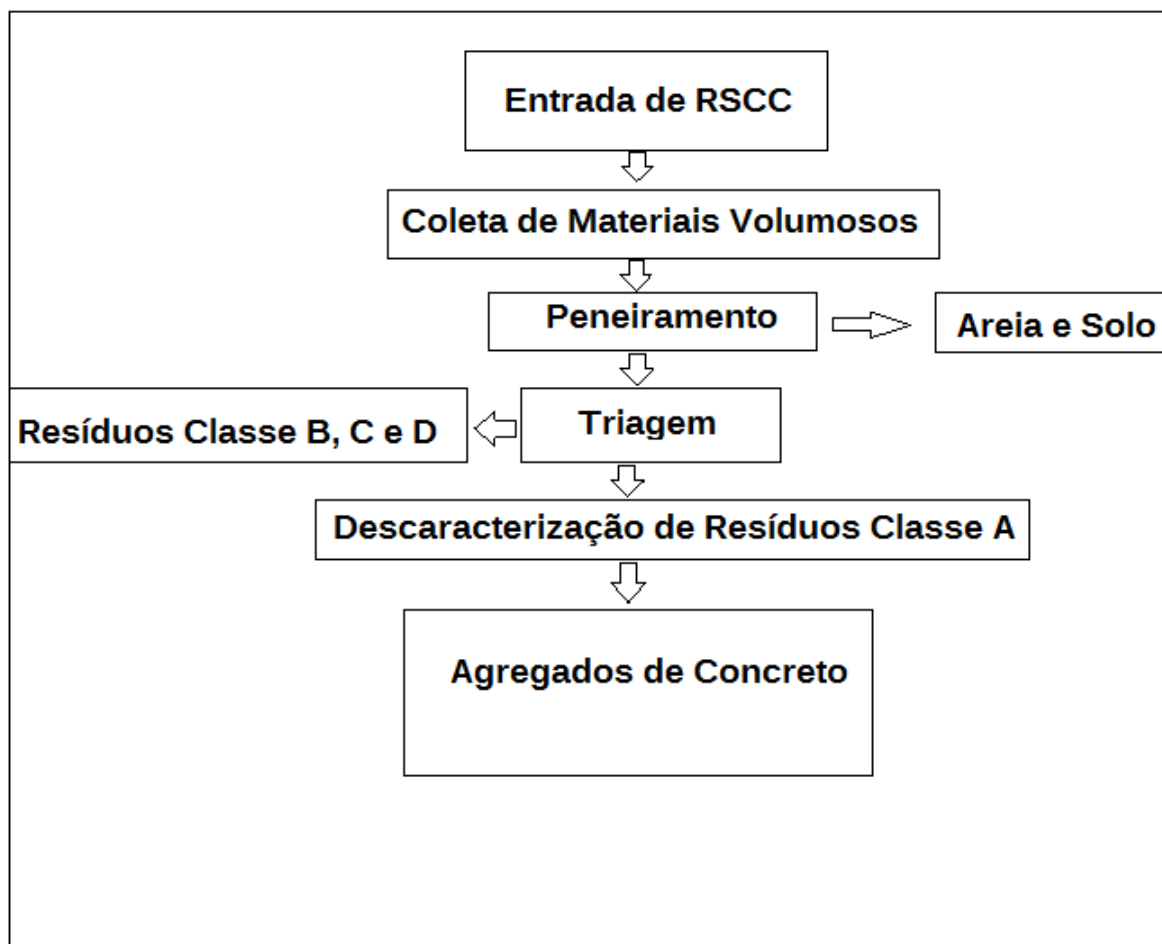
Quadro 1 - Estações de Transbordo e Triagem para RSCC licenciadas pela FEPAM.

Município	Empreendedor	Descrição do Ramo de atividade	Capacidade e instalada (m³/dia)	Validade LO
Imbé	João Luiz dos Santos Monteiro ME	Estação de transbordo de RCC	150 m ³ /dia	30/07/2017
Santana do Livramento	Madhame Transportadora de Cargas Ltda.	Estação de transbordo de RCC (classes A e B)	25 m ³ /dia	08/08/2017
Novo Hamburgo	Empreiteira Apolo Ltda.	Estação de transbordo de RCC classe A e compostagem de resíduos de poda	100 m ³ /dia	27/08/2017
Esteio	Schultz Argamassas Ltda. ME	Estação de Transbordo e beneficiamento	225 m ³ /dia	31/10/2016
Rio Grande do Sul – Total			300 m ³ /dia	

Fonte: PERS-RS, (2014).

Segundo Pinto (1999), as centrais de reciclagem dos RSCC são organizadas de forma que gere a menor movimentação de máquinas e materiais dentro das dependências do centro de reciclagem. Assim diminuindo o espaço necessário para realizar a reciclagem e também contribuindo com a diminuição de particulados suspensos no ar. Em geral, os centros de reciclagem devem iniciar com uma área de recebimento de RSCC, seguindo da separação dos resíduos classe B, em seguida feita a trituração e posterior peneiramento de materiais oriundos de argamassas, concretos e britas, conforme o fluxograma na (Figura 4). Assim os produtos finais gerados são agregados que podem ser utilizados nas suas diferentes granulometrias ou encaminhados para o beneficiamento, gerando novos produtos.

Figura 4 - Processo de reciclagem em centrais de RSCC.



Fonte: Adaptado de Nunes, (2004).

Conforme Nagalli (2014), a implantação de um centro de reciclagem de RSCC deve ser composto por um imóvel utilizado como apoio administrativo, toda área deve ser cercada para evitar a passagem de animais e pessoas não autorizadas. Outro ponto que deve ser levado em conta é uma boa área de circulação e manobra de caminhões e veículos, pontos de tombamento das caçambas, dando sequência para a triagem dos materiais conforme (figuras 5). O autor ressalta ainda a necessidade de ter um conjunto de equipamentos de britagem e posterior peneiramento dos materiais triturados, outro fator importante é ter um planejamento de áreas para armazenamento dos agregados reciclados com composição e

granulometria diferentes, deve ser também destinada uma área coberta para o armazenamento de resíduos diversos (orgânicos, industriais, perigosos, etc).

Figura 5 - Centro de Reciclagem na cidade de Guarulhos - SP área destinada à trituração e peneiramento de RSCC.



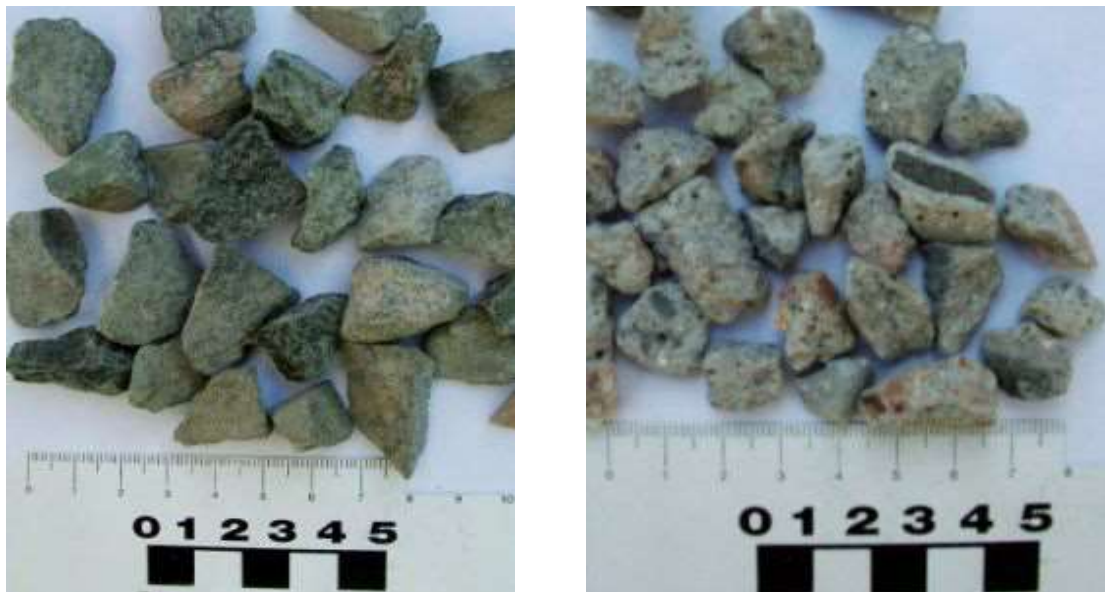
Fonte: Nunes, (2004).

2.2.7.2. Características dos Agregados Reciclados

Segundo estudos realizados por Mariano (2008) as características dos agregados reciclados após a etapa de trituração do concreto são muito semelhantes às características do material oriundo da trituração de rochas, para realizar esta classificação os agregados passaram por um ensaio granulométrico utilizando várias peneiras de diferentes tamanhos, como pode ser visto nas (figuras 6, 7, 8) onde temos alguns exemplos utilizando as peneiras de 12,5, 6,3 e 4,8 mm.

Pode ser visualizado nestas imagens um ensaio granulométrico realizado em dois diferentes materiais, utilizando peneiras 12,5, 6,3 e 4,8 mm. Os materiais utilizados foram rocha basáltica (à esquerda) e agregados de RSCC (à direita).

Figura 6 - Ensaio granulométrico realizado em dois diferentes materiais.



Fonte: Adaptado de Mariano (2008).

Figura 7 - Ensaio granulométrico utilizando peneira 6,3 mm.



Fonte: Adaptado de Mariano (2008).

Figura 8 - Ensaio granulométrico utilizando peneira 4,8 mm.



Fonte: Adaptado de Mariano (2008).

Conforme Ângulo e John (2002) geralmente a composição dos agregados que foram gerados pelos centros de reciclagem RSCC é composta por diferentes minerais como frações de cerâmicas, outra de concreto e também uma grande quantidade de argamassas. Esta mistura de minerais é muito variável quando os materiais que lhe deram origem foram triturados todos ao mesmo tempo. Assim estes agregados quando utilizados em concretos apresentam características estruturais baixa, devido a esta mistura não ser homogênea e também pelo fato da mesma conter materiais cerâmicos em sua composição mineral. Uma melhor classificação destes materiais seria uma boa opção para melhorar a qualidade do produto final. Os autores destacam que estes agregados foram avaliados e testados, e não podem ser utilizados em concretos que tenham função estrutural.

Segundo estudo realizado por IPT/Cempre (2000) quando os agregados foram utilizados para desenvolver argamassas de revestimento e assentamento, apresentaram características interessantes de plasticidade e retenção de água, fatores que são importantes para uma boa secagem sem ocorrer deformações.

Conforme dados disponíveis pelo Sindipedras (2004), no Brasil o consumo de pedra britada que é utilizada na construção civil, está aproximadamente em 1,5 toneladas por habitante/ano, e em países desenvolvidos, este número oscila de 7,0 a 10 toneladas por habitante/ano.

Conforme estudos realizados recentemente os agregados reciclados no Brasil são utilizados como matéria prima no beneficiamento de diversos produtos, estes para serem elaborados consomem grandes quantidades de materiais, as principais aplicações dos agregados são em obras de pavimentação (cascalhamento de ruas de terra e calçadas, pavimentação para tráfego leve), obras de urbanização e de instalações esportivas, construção de estradas, obras de drenagem e obras de edificações (blocos de concreto de vedação, argamassas e contra pisos) conforme (figura 9). Portanto o agregado reciclado será empregado conforme a sua maior ou menor qualidade, nunca sendo utilizado com função estrutural (NAGALLI, 2014).

Figura 6 - Centro de Reciclagem na cidade de Guarulhos – SP, um exemplo de incorporação de agregados no desenvolvimento de novos produtos, neste caso foram confeccionados, blocos utilizados na pavimentação de calçadas.



Fonte: Nunes, (2004).

2.2. Viabilidade Econômica

Segundo Vasconcellos e Garcia (2005) a economia é uma ciência social que estuda como a sociedade e os indivíduos decidem como vão empregar recursos produtivos na produção de bens e serviços.

Conforme Woiler e Mathias (1996) não só é o pontapé inicial para a elaboração de um projeto, como é também um dos aspectos mais importantes. A análise de mercado e a estruturação do projeto exige que sejam definidas as unidades de atividade, estas sim, passam a ser o passo mais importante para o projeto como um todo.

De acordo com Dantas (1996), para determinar a grandeza de um projeto é importante ter uma combinação entre custo variável e o custo fixo. Assim podem ser realizadas as projeções para saber em que ponto o investimento começa a dar lucro.

Segundo Souza e Clemente (2004) um investimento para a empresa, é uma aplicação feita visando gerar lucros futuros, geralmente superiores a um ano. A lógica aplicada é a que os sacrifícios presentes sejam recompensados pelos benefícios futuros. Nos dias de hoje, de acordo com a dinâmica dos negócios, as técnicas de análise de investimentos estão sendo usadas para a avaliação de empresas, de unidades de negócios e para investimentos de grande porte.

Segundo Megliorini e Vallim (2009), a análise de investimento é a forma de antecipar, por meio de estimativas, os resultados oferecidos pelos projetos. Empregar um conjunto de técnicas que possibilitem comparar os resultados de diferentes alternativas auxilia o tomador de decisão a fazer a análise correta.

Ainda o autor ressalta que utilizando os dados de investimento, custos de produção e estimativas dos valores passíveis de serem aplicados, é possível calcular o tempo de retorno do capital, através de ferramentas que contribuem para uma melhor tomada de decisão, com respeito à viabilidade de um projeto. As ferramentas mais utilizadas são: Planejamento financeiro, (VPL) valor presente líquido (Net Present Value), (TIR) taxa interna de retorno (Intern Rate of Return), PAY-BACK período de recuperação do investimento à valor presente, (IL) Índice de Lucratividade e (TMA) Taxa Mínima de Atratividade.

2.3. Planejamento Financeiro

Conforme Gitman (2004), planejamento financeiro consiste em determinar a forma em que um objetivo financeiro pode ser alcançado. Portanto, um plano financeiro é uma forma das empresas se organizarem financeiramente para investimentos futuros. Em geral as decisões em grandes empresas de moram para ser implantadas em uma situação de incerteza financeira, estes riscos devem ser analisados com grande antecedência evitando maiores problemas. Em grandes projetos o planejamento financeiro, corresponde a uma parcela muito importante, onde geralmente gera muito trabalho para ser elaborado pelos técnicos da área. Com um planejamento financeiro bem definido, é possível traçar os melhores roteiros para atingir os objetivos previstos pela empresa este instrumento também oferece a estrutura para coordenar as atividades da empresa, assim aumentando o controle.

2.4.1. Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Segundo Megliorini e Vallim (2009), a TMA (Taxa Mínima de Atratividade) significa a taxa mínima de retorno proporcionado por cada projeto, a fim de recompensar o valor investido nele. Esta taxa é o valor de custo do projeto.

De acordo com Souza e Clemente (2004) TMA é indicada a melhor taxa, apresentando baixo grau de risco, também viável para aplicação do valor em questão. A decisão de investir sempre será levada em consideração a alternativa de investir no projeto ou “investir na taxa mínima de atratividade”. Desta forma, fica subentendido que o capital para investimento não fica no caixa, mas, sim, aplicado a TMA.

2.4.2. Valor Presente Líquido (VPL)

Conforme Assaf e Lima (2010) a medida do VPL (Valor Presente Líquido) é obtida pela diferença do valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período do horizonte de duração do projeto, e o valor presente do investimento (desembolso de caixa). Os autores destacam ainda que o valor presente líquido exige a definição prévia da taxa de desconto a ser utilizada nos

diversos fluxos de caixa. Portanto, o VPL não apura diretamente a mensuração da rentabilidade do projeto; ao descontar o fluxo das entradas e saídas de caixas de um investimento por uma taxa de desconto mínimo aceitável pela empresa.

Segundo Lemes, Rigo e Clerobim (2005), o VPL é o valor presente do fluxo de caixa livre do projeto, descontado o custo de capital da empresa, o investimento deve ser aceito se o VPL for positivo e rejeitado se for negativa. Caso a VPL seja zero, o investimento pode ser aceito como viável. Os autores destacam que quanto maior o valor presente líquido, melhor será o projeto.

2.4.3. Taxa Interna de Retorno (TIR)

Conforme Braga (2003), a Taxa Interna de Retorno (TIR) se caracteriza pela taxa rentável periódica equivalente, definida anualmente, ela representa uma taxa de descontos que deixa igual o valor da entrada de caixa ao valor de retiradas para o investimento líquido.

O autor ainda destaca que a TIR deve ser comparada a uma taxa de rentabilidade mínima exigida em decorrência do risco do projeto. Esta taxa mínima poderá corresponder ao custo do capital da empresa.

Uma proposta somente poderia ser considerada apta se a TIR for igual ou maior à taxa mínima estipulada, de outra forma a sua implementação seria considerada negativa na rentabilidade da empresa.

Segundo Souza e Clemente (2004), a TIR pode ser usada para analisar a dimensão retorno como também para analisar a dimensão de risco, sendo que na dimensão retorno pode ser entendida como um limite superior para a rentabilidade de um projeto de investimento.

2.4.4. Payback

De acordo com Lemes, Rigo e Cherobim (2005), *Payback* caracteriza-se por ser um método de ampla utilização em decisões para investimentos a longo prazo, também usado como medida de risco.

Determinando o prazo máximo para retorno do projeto, as empresas procuram reduzir o risco e valorizar a liquidez. Método utilizado para rejeitar alternativas com longo prazo de retorno. É um dos métodos mais simples e mais utilizados pelas empresas, embora seja considerado imperfeito pois não considera o valor do dinheiro no tempo.

O autor destaca que o *Payback* é o intervalo de tempo que é preciso para recuperar o valor que foi investido, com as entradas líquidas. Esta regra diz se o investimento é aceitável se o retorno de capital é obtido no menor tempo ou igual que os padrões da empresa.

2.4.5. Índice de Lucratividade (IL)

Um método para analisar a rentabilidade de um investimento em qualquer atividade, seja ela no ramo agropecuário ou industrial é o índice de lucratividade (IL). Com ele, as empresas podem encontrar o valor disponível de receita da atividade realizada, após o abatimento de todos os custos operacionais, incluindo as depreciações. Este indicador ajuda o empreendedor a visualizar, em percentagem, a relação entre o lucro real operacional e a receita bruta (TSUNECHIRO et al., 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Proposta de Trabalho

Realizar um estudo de viabilidade técnico-econômica para a implantação de um Centro de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, que atenderá o município de Lajeado – RS.

3.1.1 Estrutura metodológica desenvolvida

Para fins de melhor clareza e organização, este estudo está dividido em três fases: na primeira foi realizado um levantamento técnico quantitativo da geração de RSCC na cidade de Lajeado – RS; a segunda fase foi realizada uma avaliação da estrutura requerida como: máquinas utilizadas, local, *layout* e custo de equipamentos; e a terceira, foi realizado os cálculos que demonstraram a viabilidade econômica deste estudo.

- **Primeira fase** – Levantamento técnico quantitativo da geração de RSCC na cidade de Lajeado - RS. Nesta fase, foram realizadas visitas às empresas de transporte de resíduos sólidos da construção civil da região, nesta visita foi aplicado um questionário, (quadro 2). Com perguntas relacionadas ao transporte de RSCC, quantidade transportada por dia e por mês. Outro ponto avaliado é se as empresas que transportam estes resíduos, além do volume transportado tinham a capacidade e o conhecimento para identificar os resíduos, conforme classificação do CONAMA nº 307 de 2002. Posterior ao levantamento, os resultados foram comparados com aqueles encontrados por outros autores.

Quadro 2 - Questionário proposto para avaliar a quantidade de RSCC que são recolhidos no município de Lajeado – RS.

Empresas de transporte de RSCC	X	Y	Z	W
Volume do contêiner utilizado pela empresa? (m ³)				
Quantidade de contêineres transportados por mês?				
Do total RSCC transportado. A empresa tem uma estimativa do percentual transportado para cada classe (A, B, C e D), sim ou não?				
Percentual transportado de RSCC classe A?				
Percentual transportado de RSCC classe B?				
Percentual transportado de RSCC classe C?				
Percentual transportado de RSCC classe D?				
Percentual transportado de outros resíduos?				

Fonte: Autor, (2015).

Para obter os volumes de geração de RSCC individualmente, foram utilizados os percentuais de geração encontrados por (Leonhardt, 2010) na cidade de Lajeado - RS, onde estes percentuais foram aplicados no volume total (m³/mês) encontrado em 2015. Na (tabela 4) pode ser visualizado os percentuais encontrados pela autora.

Tabela 4 - Resultados encontrados por (Leonhardt, 2010), para a geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil na cidade de Lajeado.

Resíduos	Percentual	Volume (m³/mês)	Classificação (Resolução 307 CONAMA)
Areia	0,1536	215,04	A
Argamassa	0,0934	130,76	A
Brita	0,0074	10,36	A
Carpete	0,0003	0,42	B
Cerâmica	0,068	95,2	A
Concreto	0,1125	157,5	A
Gesso	0,0228	31,92	C
Isopor	0,0011	1,54	-
Lâmpadas	0,0005	0,7	-
Louças	0,0019	2,66	A
Madeira	0,0301	42,14	B
Manta asfáltica	0	0	C
Material elétrico	0,0016	2,24	B
Material orgânico	0,049	68,6	
Metais	0,0122	17,08	B
Óleos e graxos	0,0021	2,94	
Papel papelão	0,0229	32,06	B
Plásticos	0,0276	38,64	B
PVC	0,0033	4,62	B
Rolos e pincel	0,0002	0,28	D
Solos	0,2485	347,9	A
Tecido	0,004	5,6	-
Telhas	0,0011	1,54	A
Tijolos	0,1143	160,02	A
Latas tintas	0,022	30,8	D
Vidros	0,0033	4,62	B

Fonte: Adaptado de Leonhardt, (2010).

- Segunda fase - Foi realizado um levantamento de custos de equipamentos que seriam recomendados ao longo do processo de reciclagem. Também foi

determinado um *layout* de como este centro de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil poderia ser montado, demonstrando suas principais características como: dimensões, equipamentos, estrutura em geral, mão de obra e logística interna.

- Terceira fase – Utilizando todos os dados encontrados nas fases anteriores, juntamente com os cálculos de viabilidade econômica (Plano financeiro, *Payback*, TIR, VPL, IL e TMA), pode-se criar alguns senários e projeções que permitiram verificar se este empreendimento é economicamente viável ou não para esta região.

➤ Fórmula utilizada para cálculo do *Payback*:

$$\textit{Payback} = \frac{\text{Valor do investimento}}{\text{Fluxo de caixa}}$$

Fonte: Gitman, (2004).

➤ A fórmula utilizada para cálculo do Valor Presente Líquido (VPL):

$$\text{VPL} = \sum \frac{CF_j}{(1+i)^j} - CF_0$$

Fonte: Gitman, (2004).

- A fórmula utilizada para cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR):

$$\text{TIR} = \frac{\text{VPL (TAXA INF)} \cdot (1 - \text{INF})}{\text{VPL (TAXA INF)} - \text{VPL (TAXA SUP)}}$$

Fonte: Gitman, (2004).

- A fórmula utilizada para cálculo do Índice de Lucratividade (IL):

$$\text{IL}_t = \frac{\sum \frac{N \text{FC}_t}{(1+i)^t}}{I_0}$$

Fonte: Gitman, (2004).

- Taxa Mínima de Atratividade (TMA), ela representa a menor taxa de retorno do mercado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguem abaixo os resultados encontrados da geração de RSCC na cidade de Lajeado-RS, juntamente com o estudo de viabilidade técnico-econômica na implantação de um centro de reciclagem de resíduos da construção civil.

4.1 Primeira fase - geração de RSCC na cidade de Lajeado – RS

Atualmente no município de Lajeado-RS a coleta de resíduos sólidos da construção civil é realizada por empresas privadas conhecidas popularmente como “tele-entulhos”. Estas empresas utilizam caçambas metálicas para realizar a coleta e o transporte, que variam de 4 a 5 m³ por carga (figura 10). Esta prestação de serviço é regulamentada pela lei municipal nº6.039, onde a empresa deve ter toda documentação exigida pelo município juntamente com o licenciamento ambiental atualizado para transporte de RSCC.

Figura 10 - Um exemplo de uma caçamba metálica medindo 4m³ localizada em uma obra no município.



Fonte: Autor, (2015).

Na cidade de Lajeado existem quatro empresas que prestam o serviço de coleta dos resíduos da construção civil. O questionário proposto foi aplicado para estas quatro empresas, onde os resultados podem ser vistos na (tabela 5). A pedido das empresas será mantido o sigilo de suas identidades, portanto, as mesmas serão chamadas de empresa X, Y, Z e W.

Quanto ao volume das caçambas utilizadas, três empresas optaram por trabalhar com caçambas com volume de armazenamento de 4 m³ e apenas uma utiliza estruturas com volume de 5m³. O número de caçambas transportadas por mês varia bastante de uma empresa para outra, de 25 á 120 por mês. Como pode ser visto as empresas X e Y, são responsáveis pela grande maioria das coletas realizadas no município já as empresas Z e W coletam pequenas quantidades, próximo a uma caçamba por dia.

Tabela 5 - Resultados encontrados para a geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil na cidade de Lajeado.

Empresas de transporte de RSCC	X	Y	Z	W
Volume da caçamba utilizado pela empresa? (m ³)	4 m ³	4 m ³	4 m ³	5 m ³
Quantidade de caçambas transportados por mês?	120	85	35	25
Quantidade de RSCC transportados (m ³ /mês)	480	340	140	125
Percentual transportado de RSCC classe A?	73%	67%	78%	80%
Percentual transportado de RSCC classe B?	15%	22,5%	13%	14,5%
Percentual transportado de RSCC classe C?	10%	8,5%	7,2%	3%
Percentual transportado de RSCC classe D?	2%	1,5%	1,8%	2%
Percentual transportado de outros resíduos?	0,3%	0,5%	0,8%	0,5%

Fonte: Autor, (2015).

Quando multiplicamos a quantidade de caçambas transportadas no município pelo seu volume, obtemos o volume de RSCC transportado por mês na cidade de Lajeado. Conforme pode ser visto na (tabela 6), nos dias atuais o volume de RSCC transportado é de 1085 m³/mês, que equivale a 36 m³/dia, aproximadamente 9 caçambas de tele-entulho por dia.

Conforme a tabela 6 pode ser visto que a média das quatro empresas, foi de 74,58% de resíduos classe A, 16,25% para os resíduos classe B, resíduos classe C 7,0%, classe D 1,82% e outros resíduos 0,44% que neste caso é representado por resíduos orgânicos, galhos, lâmpadas, amianto e outros que não foram identificados durante a coleta da caçamba. Segundo os dados encontrados pelo Plano de Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2011) os autores destacam que os resíduos classe A correspondem a 80% da composição e os resíduos classe B constituem um

pouco menos de 20% do total de RSCC gerados. Quando comparados os resultados, pode ser visto que houve uma grande proximidade entre ambos.

Tabela 6 - Percentual de Resíduos Sólidos da Construção Civil gerados no município.

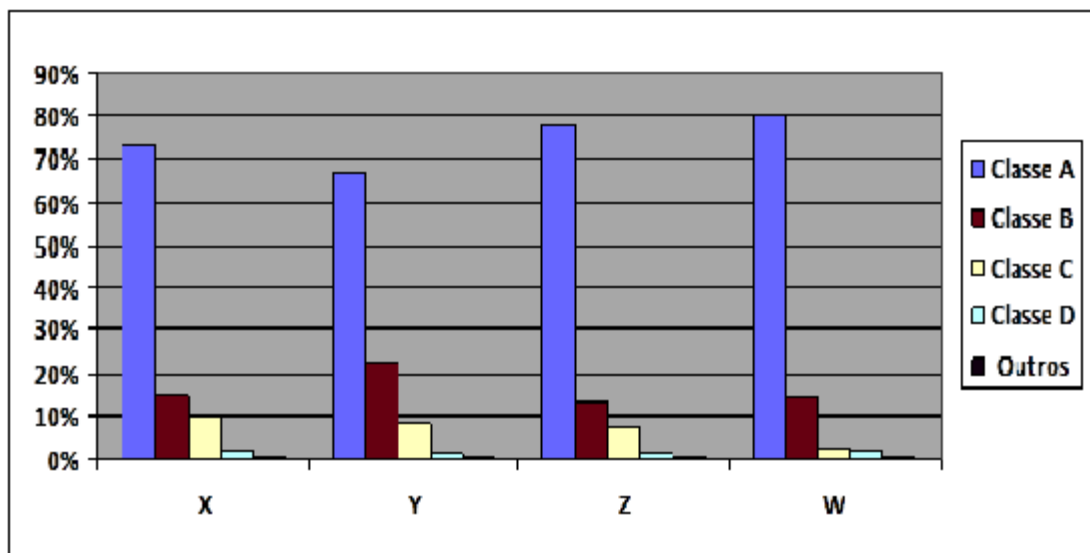
	Geração	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Outros
Leonhardt, (2010) m³/mês	1400	1120,9	141,82	31,92	33,88	71,4
Leonhardt %	100	80,06	10,13	2,28	2,42	5,11
Dados, (2015) m³/mês	1085	787,5	187,15	90,73	19,72	5,42
Dados (2015) %	100	74,58	16,25	7,0	1,82	0,44

Fonte: Autor, (2015).

Outro resultado encontrado foi a classificação destes resíduos conforme CONAMA 307, resíduos classe (A, B, C e D). Quando da aplicação do questionário, buscou-se obter de cada empresa o percentual de volume total para cada classificação. Todas as empresas, responderam que baseado no conhecimento adquirido em seu cotidiano e na pré-triagem que é realizada antes da disposição final, estimaram um percentual para cada classe. Conforme pode ser visto no (gráfico 1), para os resíduos classificados como classe A, houve uma variação entre os percentuais obtidos, desde 67% para empresa Y, até 80% na empresa W. Para resíduos classe de B houve uma variação de 10%, entre os resíduos coletados. Para

os resíduos classe C, a variação nos índices coletados é de 7%. Resíduos classe D, tiveram uma diferença de 0,5% entre as empresas entrevistadas.

Gráfico 1 - Resultados encontrados para o percentual de RSCC transportado na cidade de Lajeado.

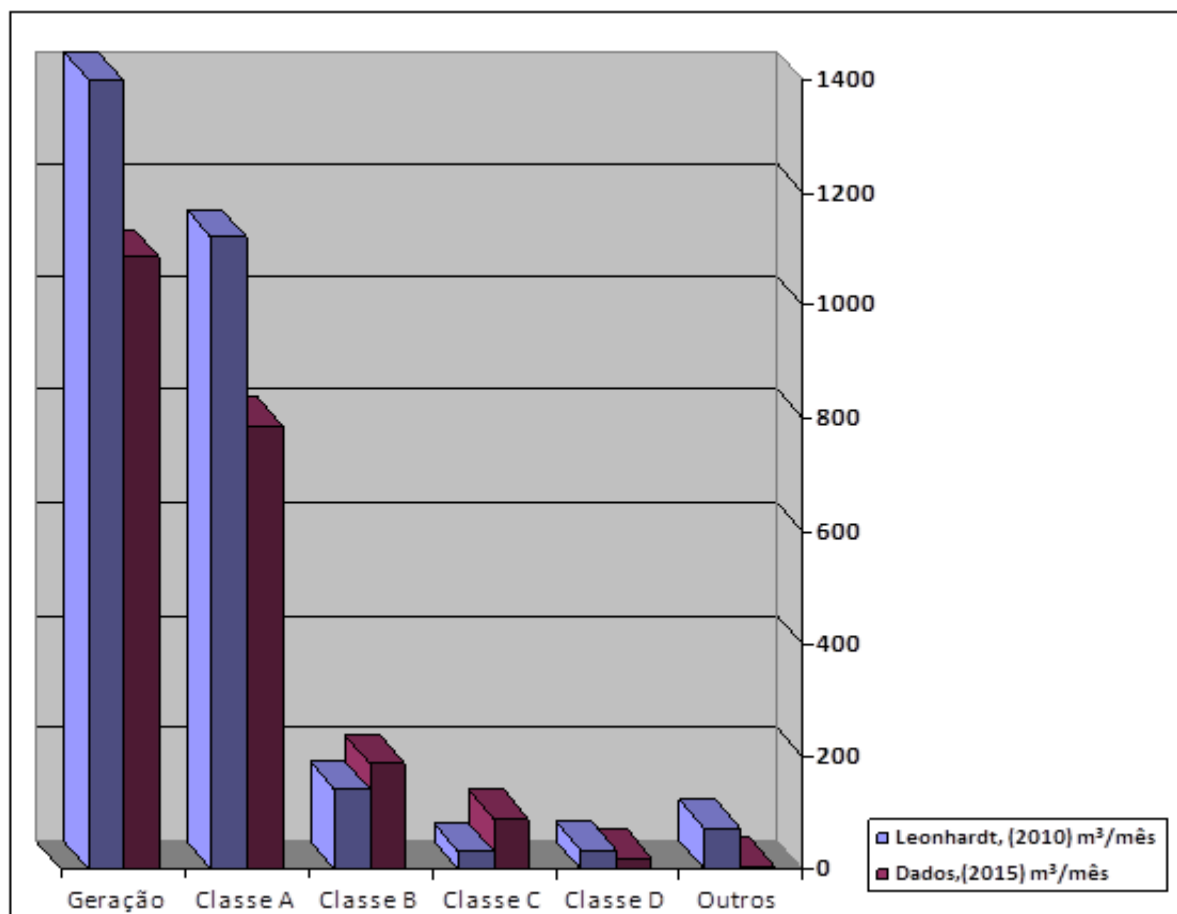


Fonte: Autor, (2015).

As empresas X, Y e W, destacaram que realizam também a coleta de caçambas com resíduos de varrição, folhas, galhos, mas os mesmos não podem estar misturados com RSCC, estas caçambas são encaminhadas para uma área licenciada pelo município para destinação de podas. Na (tabela 6) também pode ser comparado os resultados encontrados com um estudo realizado por Leonhardt (2010) onde a autora encontrou resultados semelhantes, principalmente para os resíduos classe A, com um percentual de 80,07%, e resíduos classe D, com um percentual de 2,42%.

Como pode ser visto no (gráfico 2), a geração de RSCC para cidade de Lajeado-RS, segundo Leonhardt (2010) em seu levantamento encontrou um resultado de 1400 m³/mês, uma redução de 315 m³/mês em relação à 2015, esta diferença pode estar relacionada com a fração dos resíduos de varrição (galhos e folhas), onde não foram contabilizadas neste levantamento.

Gráfico 2 - Resultados encontrados para o volume de RSCC transportado na cidade de Lajeado.



Fonte: Leonhardt, (2010). Autor, (2015).

Em um estudo realizado por Júnior (2007), o autor destaca que a massa específica de RSCC é de 1.200 kg/m³. Neste trabalho foi adotado esta massa específica e aplicada para o volume de 1085 m³/mês, onde o resultado encontrado foi de 1,32 t/mês ou 43,4 t/dia de RSCC gerados no município de Lajeado – RS. Com este resultado encontrado dividido pela população do município encontramos uma geração *per capita* de 0,54 kg/hab/dia.

4.2 Segunda fase - levantamento dos Custos de Implantação

Após ser feito o levantamento quantitativo da geração de RSCC no município, e posterior classificá-los conforme resolução do CONAMA 307. Foi realizado o levantamento dos custos de implantação do centro de reciclagem de RSCC, conforme (tabela 7). Dentre os custos listados destacam-se custos destinados a Licenciamentos Ambientais, Projetos, Obras Civis e Área de instalação, foi estipulado um valor de R\$ 670,00 m² para a construção de pavilhão aberto simples, dados disponíveis em SINDUSCON, (2015). Quando somados estes valores totalizam um investimento em infraestrutura de R\$ 630.000,00.

Tabela 7 - Levantamento dos custos de implantação, destinados a obras civis.

Custos destinados a Obras Civis	Custos
¹Custos com Licenças Ambientais	R\$ 10.000,00
¹Projeto	R\$ 25.000,00
¹Local (área 10.500,00 m²)	R\$ 100.000,00
²Pavilhão 15x30m	R\$ 300.000,00
¹Retroescavadeira	R\$ 150.000,00
²Administração 7x5m	R\$ 30.000,00
²Cercas	R\$ 15.000,00
Total	R\$ 630.000,00

Fonte: (1) Autor, (2015). (2) Sinduscon, (2015).

Outro levantamento realizado é o investimento destinado a equipamentos que serão utilizados para realizarem a seleção e separação de alguns materiais, transporte, e descaracterização de materiais grosseiros (concreto, tijolos e rochas). Na (tabela 8), pode ser observado, o custo de cada equipamento, peneiras utilizadas na separação de solos e areia, correias utilizadas no transporte destes materiais, um britador de mandíbulas com capacidade de 20 m³/h, totalizando um investimento de R\$ 330.000,00.

Tabela 8 - Levantamento dos custos de implantação, destinados a equipamentos.

Equipamentos de Triagem e Descaracterização de Materiais	Custos
Peneira Vibratória	R\$ 20.000,00
Correia (triagem)	R\$ 20.000,00
Alimentador	R\$ 20.000,00
Britador	R\$ 150.000,00
Grelha vibratória	R\$ 60.000,00
Correias (3)	R\$ 60.000,00
Total	R\$ 330.000,00

Fonte: Autor, (2015).

Também foram levados em conta os custos de correntes em um ano, com funcionários, energia, manutenções. As somas geram um custo de R\$ 62.000,00 por ano, para o centro de triagem e reciclagem (tabela 9).

Tabela 9 - Levantamento dos custos decorrentes no ano.

Descrição	Custo/Ano
Funcionários	R\$ 46.000,00
Luz	R\$ 6.000,00
Manutenções	R\$ 10.000,00
Custo total Ano	R\$ 62.000,00

Fonte: Autor, (2015).

O investimento total deste empreendimento é de R\$ 960.000,00 valor próximo do descrito no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul (PERS-RS, 2014), onde os autores destacam que em média o custo de implementação de uma usina de triagem e beneficiamento de RSCC, de porte médio, com capacidade máxima de beneficiamento 217 m³/dia, ficam na ordem de R\$ 830.000,00.

No **anexo A**, pode ser visualizado um *layout*, mostrando como foram distribuídos os equipamentos e organizado este centro de reciclagem de RSCC.

Este empreendimento está localizado em uma área de terras de 10.500,00 m², é composto por um pavilhão de 450,00 m² destinado ao armazenamento de equipamentos e resíduos que foram triados, um escritório de 35,00 m² destinado para recebimento de notas e área administrativa, totalizando uma área construída de 485 m².

No **anexo B**, pode ser visualizado os equipamentos de triagem (peneira vibratória, correias, contêineres para armazenar resíduos classe B, C e D, britador e agregados de concreto). A jornada de trabalho é de 8 horas diárias de segunda a sexta-feira, a mão de obra é composta por três funcionários, um encarregado de receber as empresas terceirizadas e conferir as cargas. O segundo realiza a retirada de madeiras e materiais volumosos no estoque de RSCC e também desenvolve a função de operador da retroescavadeira que alimenta a peneira vibratória, o último funcionário trabalha na esteira removendo os resíduos classe B, C e D e armazenando os mesmos em big bags para posterior comercialização ou destinação.

4.3 Terceira fase – análise da viabilidade econômica do projeto

Conforme resultados encontrados por Leonhardt (2010), onde a autora descreve o percentual de cada resíduo gerado para o município de Lajeado-RS (tabela 4). Foram utilizados os percentuais encontrados pela autora e aplicados para o volume de 1085 m³/mês, que é o resultado encontrado neste levantamento. Na (tabela 10), são apresentados os volumes de resíduos classe A, gerados no município, os mesmos foram apresentados em diferentes materiais distintos (areia, argamassa, brita, cerâmica, concreto, louças, solos, telhas e tijolos).

Foi estipulado um valor de R\$ 10/m³ como taxa de entrada para as empresas realizarem o transbordo dentro do centro de triagem de RSCC. Portanto gerando uma receita de R\$ 130.200,00 por ano.

Entre todos os materiais destacam-se os volumes de solos e areias, onde juntas somam 436,27 m³/mês, este material tem alto valor agregado e podem ser

utilizados como base ou aterro em obras, para fins de cálculos foi estipulado um valor médio de mercado R\$ 30,00/m³, (PERS-RS, 2014). Gerando uma receita de R\$ 13.080,00 por mês, uma media de R\$ 156.960,00 por ano.

Os demais resíduos como; brita, cerâmica, concreto, telhas e tijolos, após triturados podem ser utilizados como base para estradas, contra piso, ou para elaboração de artefatos de cimento e para fins paisagísticos. Para estes materiais foram estipulados como valor de mercado R\$ 30,00/m³, que é o valor citado na bibliografia como um valor médio de mercado para agregados de RSCC, (PERS-RS, 2014). Gerando uma receita anual de R\$ 95.219,23.

Tabela 10 - Levantamento das receitas geradas para os resíduos classe A, durante o período de um ano.

Resíduos (classe A)	Volume (m³/mês)	Valor de mercado	Valor/ mês	Valor/ Ano
Areia	166,656	R\$ 30,00	R\$ 4.999,50	R\$ 59.994,60
Argamassa	101,339	R\$ 30,00	R\$ 3.030,09	R\$ 36.360,02
Brita	8,029	R\$ 30,00	R\$ 240,44	R\$ 2.890,22
Cerâmica	73,73	R\$ 30,00	R\$ 2.199,95	R\$ 26.381,40
Concreto	122,06	R\$ 30,00	R\$ 3.660,90	R\$ 43.920,80
Louças	2,06	R\$ 30,00	R\$ 60,90	R\$ 720,80
Solos	269,62	R\$ 30,00	R\$ 8.070,00	R\$ 96.840,00
Telhas	1,193	R\$ 30,00	R\$ 35,70	R\$ 428,44
Tijolos	124,01	R\$ 30,00	R\$ 3.720,23	R\$ 44.640,79
Total	-	-		R\$ 252.179,56

Fonte: Autor, (2015).

Na (tabela 11), podem ser visualizados os volumes encontrados para os resíduos classe B, utilizando o percentual descrito na (tabela 4) e aplicando-os nos volumes atuais. Nos resultados encontrados pode ser destacada a geração de quatro principais resíduos, madeira, papel e papelão, materiais elétricos e plásticos. Os resíduos de madeira na sua grande maioria podem ser utilizados para geração de energia, em caldeiras ou na forma de maravalha. Para fins de cálculos foi

estipulado um valor de R\$ 10,00/m³ gerando uma receita anual de R\$ 3.918,96, o material elétrico por ser composto na sua grande maioria por cobre tem um alto valor de mercado, com uma geração próxima de dois m³, gera uma receita de R\$ 4.999,68 por ano. Já o papel e papelão na sua maioria são compostos por sacos de cimento e embalagens, e geram uma receita anual de R\$ 8.983,80. Em geral todos os resíduos classe B quando somados geram uma receita de R\$ 23.050,66 por ano.

Tabela 11 - Levantamento das receitas geradas para os resíduos classe B, durante o período de um ano.

Classe B	Volume (m³/mês)	Valor de mercado	Valor Total/mês	Valor Total/Ano
Madeira	32,658	R\$ 10,00	R\$ 326,58	R\$ 3.918,96
Material elétrico	1,736	R\$ 240,83	R\$ 416,64	R\$ 4.999,68
Metais	13,237	R\$ 11,94	R\$ 158,84	R\$ 1.906,13
Papel papelão	24,846	R\$ 30,13	R\$ 748,65	R\$ 8.983,80
Plásticos	29,946	R\$ 7,55	R\$ 224,60	R\$ 2.695,14
PVC	3,5805	R\$ 7,67	R\$ 26,85	R\$ 322,25
Vidros	3,5805	R\$ 5,34	R\$ 18,69	R\$ 224,28
Total	-	-		R\$ 23.050,66

Fonte: Autor, (2015).

Para os resíduos classe C, apenas o gesso foi identificado conforme (tabela 4). No levantamento realizado para identificar a destinação correta destes resíduos, foi identificada uma empresa que incorpora estes restos de gesso em seu processo de fabricação, gerando novamente outras peças. A empresa declarou que aceita apenas doações. Assim os resíduos classe C não gerariam receita e nem custo para o centro de triagem e reciclagem de RSCC.

Quando se trata de resíduos classe D, destaca-se as latas de tinta onde segundo (tabela 12), tem uma geração de 23,87 m³/mês, gerando um custo de R\$ 9.010,93 por mês, equivalente a R\$ 108.131,16 por ano. Este valor é elevado de corrente que as latas de tinta devem ser encaminhadas para aterros controlados classe I, onde a destinação gera um custo de R\$ 240,00 por m³, mais o valor do frete, onde uma empresa devidamente licenciada poderá realizar o transporte deste resíduo gerando um custo com transporte de R\$ 137,50 por m³.

Tabela 12 - Destinação para os resíduos classe C e D, e levantamento do custo gerado durante o período de um ano.

Classe (C, D)	Volume (m³/mês)	Custo m³	Frete m³	Custo/mês	Custo/Ano
C	24,738	-	-	-	-
C	0,3255	R\$ 150,00	R\$ 137,50	R\$ 87,14	R\$ 1.045,68
D	0,217	R\$ 240,00	R\$ 137,50	R\$ 81,92	R\$ 983,04
D	23,87	R\$ 240,00	R\$ 137,50	R\$ 9.010,93	R\$ 108.131,16
Outros	5,42	R\$ 150,00	R\$ 137,50	R\$ 1.558,25	R\$ 18.699,00
Total	-	-	-	R\$ 9.179,99	R\$ 128.858,88

Fonte: Autor, (2015).

4.3.1 Simulação econômica para a geração de RSCC de Lajeado-RS

Na (tabela 13) podem ser visualizados os resultados encontrados para o plano financeiro gerado durante um ano, deve ser levado em conta que estes resultados foram encontrados, baseados em um volume de 1085 m³/mês que é a geração de RSCC da cidade de Lajeado – RS. Outro ponto que deve ser destacado é que esta simulação de viabilidade está sendo realizada, utilizando apenas a geração de RSCC de Lajeado onde o volume gerado seria triado e triturado com apenas 2 horas e 30 minutos por dia de trabalho.

Também pode ser visualizado o comportamento dos cálculos para o pior cenário possível. Foram utilizadas as maiores taxas de juros e impostos que são tributados pelo governo. Portanto mesmo com um pior cenário possível tivemos um lucro livre de R\$ 110.185,54 por ano, este valor é o montante que deve ser gasto para cobrir o custo de R\$ 960.000,00 que foi parcelada sua quitação em 10 anos.

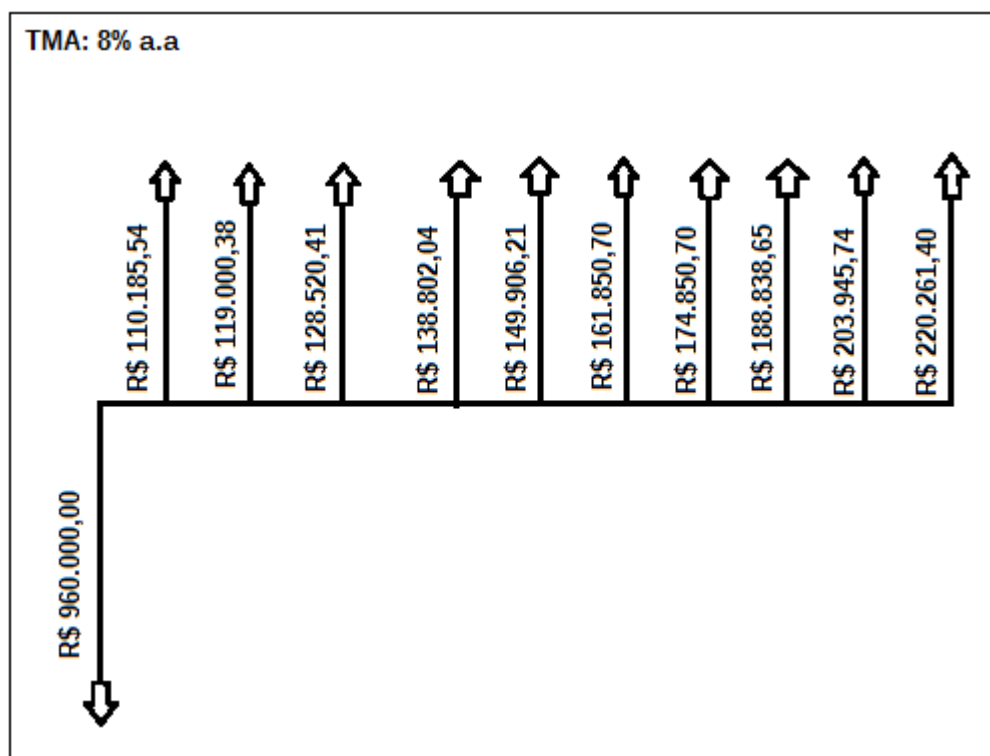
Tabela 13 - Descrição de todos os custos e todas as receitas.

Plano Financeiro	Valor/Ano
Valor de investimento	R\$ 960.000,00
Receita ano RSCC classe A	R\$ 252.179,56
Receita ano RSCC classe B	R\$ 23.050,66
Receita ano recebimento RSCC	R\$ 130.200,00
Receita total ano	R\$ 405.429,09
Descontado ICMS 18%	R\$ 72.977,55
Receita menos 18%	R\$ 332.452,48
Custos fixos e variáveis	R\$ 190.858,88
Receita menos custos	R\$ 157.406,06
Imposto sobre a renda 30%	R\$ 47.221,87
Lucro líquido livre/ano	R\$ 110.185,54

Fonte: Autor, (2015).

Na (figura 11), pode ser visualizado o fluxo de caixa gerado utilizando uma taxa mínima de atratividade de 8% a.a., onde foram aplicadas as taxas para valores futuros e convertidas para valor presente. Assim podem ser aplicados os diferentes cálculos que mostram se este empreendimento no futuro quando concretizado, terá uma instabilidade financeira nas condições que foram apresentadas anteriormente.

Figura 11 - Descrição do fluxo de caixa, utilizando uma taxa mínima de atratividade de 8% a.a.



Fonte: Autor, (2015).

Na (tabela 14), pode ser observado o resultado encontrado quando aplicado os cálculos da VPL, TIR e IL, que foram apresentados anteriormente. A VPL encontrada foi de R\$ 60.206,21 isso mostra que a empresa com um lucro líquido livre de R\$ R\$ 110.185,54 por ano, quando este valor for utilizado para o abatimento das mensalidades do investimento inicial em um prazo de 10 anos, o empreendedor atinge o valor investido e restará o montante de R\$ 60.206,21. A TIR encontrada de 9,21% é a taxa máxima de retorno que este empreendimento tem capacidade de pagar. O IL encontrado de 1,06 demonstra que para cada um real investido, o empreendedor terá um retorno de um real e seis centavos. Portanto pagará o um real investido e terá um lucro de seis centavos.

Tabela 14 - Descrição dos resultados encontrados para VPL, TIR, IL.

VPL	TIR	IL
R\$ 60.206,21	9,21%	1,06

Fonte: Autor

Na (tabela 15), temos os resultados do *Payback*, onde pode ser visualizado o exatamente o momento em que o empreendedor consegue quitar o investimento inicial e a empresa começa a gerar lucro. Portanto com esta simulação nos primeiros nove anos a empresa conseguirá pagar todo o investimento realizado.

Tabela 15 - Descrição dos resultados encontrados para Payback.

Ano	FV	PV	Saldo R\$
0	-	-	- 960.000,00
1	R\$ 110.185,54	R\$ 102.023,64	- 857.976,36
2	R\$ 119.000,38	R\$ 102.023,64	- 755.952,72
3	R\$ 128.520,41	R\$ 102.023,64	- 653.929,08
4	R\$ 138.802,34	R\$ 102.023,64	- 551.905,44
5	R\$ 149.906,21	R\$ 102.023,64	- 449.881,91
6	R\$ 161.850,71	R\$ 102.023,64	- 347.858,26
7	R\$ 174.850,60	R\$ 102.023,64	- 245.834,62
8	R\$ 188.838,65	R\$ 102.023,64	- 143.810,98
9	R\$ 203.945,74	R\$ 102.023,64	- 41.787,34
10	R\$ 220.261,40	R\$ 102.023,64	+ 60.206,21

Fonte: Autor, (2015).

4.3.2. Simulação econômica para a geração de RSCC de Lajeado-RS e cidades vizinhas

Esta simulação foi realizada levando em conta a proximidade dos municípios de Estrela, Cruzeiro do Sul, Arroio do Meio, Santa Clara e Forquetinha do município de Lajeado – RS. Como a capacidade máxima de recebimento de RSCC para este empreendimento é de 160 m³/dia, o projeto teria capacidade de receber os RSCC gerados nos municípios vizinhos.

O resultado da geração *per capita* de 0,54 kg/hab/dia, para o município de Lajeado – RS foi aplicado para os demais municípios onde somados tem uma população de 69.434 habitantes onde o resultado encontrado foi de 937,359m³/mês gerados nestes municípios.

Na (tabela 16), podem ser visualizados os resultados encontrados para o plano financeiro gerado durante um ano, deve ser levado em conta que estes resultados foram encontrados, baseados em um volume de 2.022,36 m³/mês que é a geração de RSCC da cidade de Lajeado e municípios vizinhos citados anteriormente. Podem ser visualizados os custos gerados durante o ano, aproximadamente R\$ 302.131,16 com a destinação de resíduos, manutenções e funcionários, e também as receitas geradas com a venda dos materiais reciclados classe A e B, e a receita gerada no recebimento destes resíduos, totalizando um montante de R\$ 753.600,43 por ano. Nesta simulação também foram utilizadas as maiores taxas de juros e impostos que são tributados pelo governo. Como pode ser visto no final de um ano sobra um lucro livre de R\$ 221.074,83 este valor deve ser abatido no valor investido.

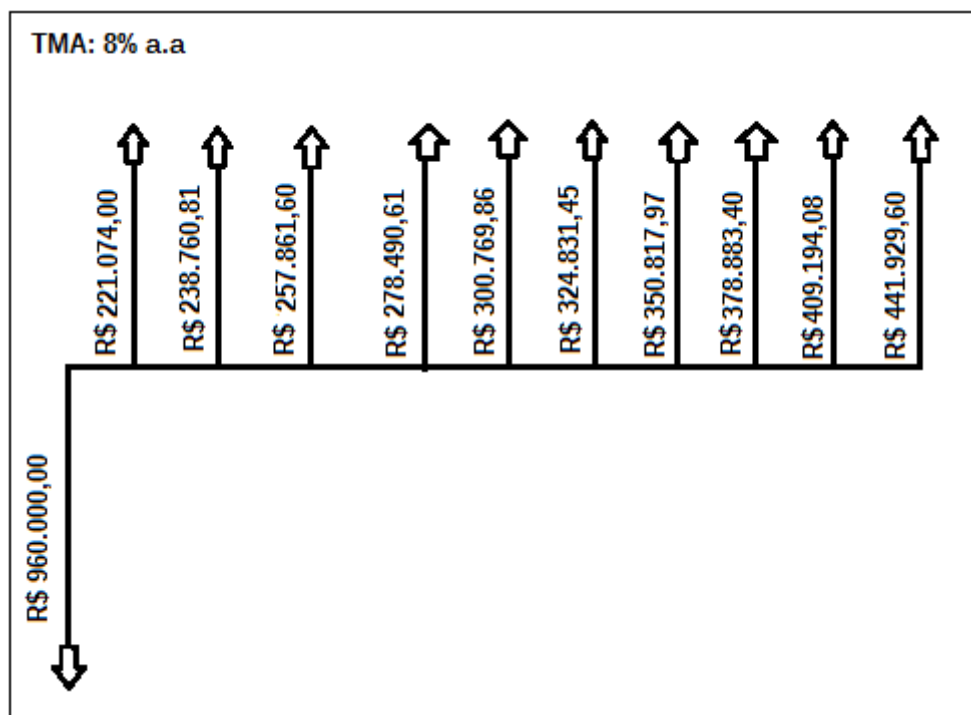
Tabela 16 - Descrição de todos os custos e todas as receitas.

Plano Financeiro	Valor/Ano
Valor de investimento	R\$ 960.000,00
Receita ano RSCC classe A	R\$ 469.960,43
Receita ano RSCC classe B	R\$ 42.957,08
Receita ano recebimento RSCC	R\$ 242.640,00
Receita total ano	R\$ 753.600,43
Descontado ICMS 18%	R\$ 135.648,07
Receita menos 18%	R\$ 617.952,35
Custos fixos e variáveis	R\$ 302.131,16
Receita menos custos	R\$ 315.821,19
Imposto sobre a renda 30%	R\$ 94.746,35
Lucro líquido livre/ano	R\$ 221.074,83

Fonte: Autor, (2015).

Na (figura 12), pode ser visualizado o fluxo de caixa gerado utilizando uma taxa mínima de atratividade de 8% a.a., onde foram aplicadas as taxas para valores futuros e convertidas para valor presente.

Figura 12 - Descrição do fluxo de caixa, utilizando uma taxa mínima de atratividade de 8% a.a.



Fonte: Autor, (2015).

Na (tabela 17), pode ser observado o resultado encontrado para a VPL de R\$ 1.086.988,36 isso mostra que a empresa com um lucro líquido livre de R\$ 221.074,83 por ano, quando este valor for utilizado para o abatimento das mensalidades do investimento inicial em um prazo de 10 anos o empreendedor quita a seu investimento e restará o montante de R\$ 1.086.988,36. A TIR encontrada foi de 26,16%. O IL encontrado foi de 2,13 demonstra que para cada um real investido, o empreendedor terá um retorno de dois reais e treze centavos.

Tabela 17 - Descrição dos resultados encontrados para VPL, TIR, IL.

VPL	TIR	IL
R\$ 1.086.988,36	26,16%	2,13

Fonte: Autor, (2015).

Na (tabela 18), temos os resultados do *Payback*, onde pode ser visualizado que o momento em que o empreendedor consegue quitar a sua dívida e a empresa começa a gerar lucro nesta simulação foi de quatro anos. Portanto com o aumento de RSCC recebido houve uma diminuição do tempo de retorno do investimento, mostrando que a partir do quarto ano a empresa gera lucro e no final dos 10 anos o montante acumulado de R\$ 1.086.988,46 que representa um lucro livre de R\$ 108.698,8 por ano aproximadamente R\$ 9.058,23 por mês.

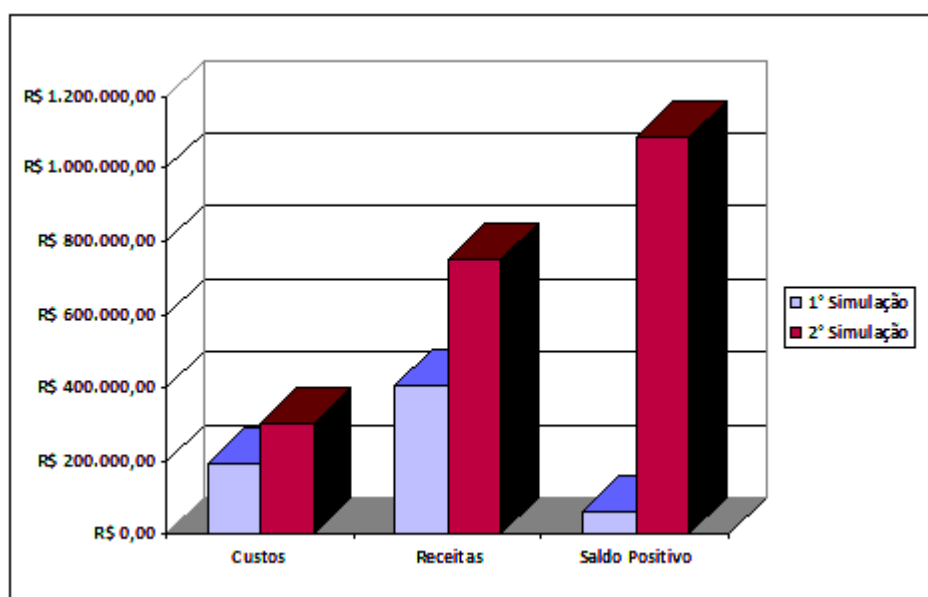
Tabela 18 - Descrição dos resultados encontrados para Payback.

Ano	FV	PV	Saldo R\$
0	-	-	- 960.000,00
1	R\$ 221.074,00	R\$ 204.698,14	- 755.301,86
2	R\$ 238.760,81	R\$ 204.698,14	- 550.603,72
3	R\$ 257.861,60	R\$ 204.698,14	- 345.905,58
4	R\$ 278.490,61	R\$ 204.698,14	- 141.207,44
5	R\$ 300.769,86	R\$ 204.698,14	+ 63.490,70
6	R\$ 324.831,45	R\$ 204.698,14	+ 268.188,84
7	R\$ 350.817,97	R\$ 204.698,14	+ 472.886,98
8	R\$ 378.883,40	R\$ 204.698,14	+ 677.585,12
9	R\$ 409.194,08	R\$ 204.698,14	+ 882.283,26
10	R\$ 441.929,60	R\$ 204.698,14	+ 1.086.988,46

Fonte: Autor, (2015).

No (gráfico 3), podemos visualizar uma comparação entre as duas simulações realizadas de viabilidade econômica para o centro de triagem e reciclagem de RSCC. Como pode ser visto quando incluído o recebimento de RSCC das cidades vizinhas, tanto o custo como a receita anual, demonstram características de aumentos proporcionais, quando calculado o saldo positivo no final de 10 anos a diferença da 1ª simulação para a 2ª é significativamente maior. Isso demonstra que quanto maior o volume de RSCC recebido, menor é o tempo de abatimento do investimento e maior é o lucro. Deve ser levado em conta que os equipamentos de triagem, estão dimensionados para suportar esse aumento no recebimento de RSCC.

Gráfico 3 – Comparação entre os resultados encontrados nas duas simulações de viabilidade econômica.



Fonte: Autor, (2015).

5 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados para a geração de RSCC na cidade de Lajeado – RS indicam uma taxa de 1085 m³/mês. Deste total, aproximadamente 74,58% são resíduos classe A, 16,25% resíduos classe B, 8,36% resíduos classe C e 1,82% resíduos classe D, de acordo com o questionário aplicado em empresas que realizam o transporte dessa classe de resíduos no município. Os percentuais encontrados foram semelhantes aos encontrados por outros autores, apenas o volume transportado por mês teve uma diferença significativa.

Segundo os resultados encontrados utilizando as ferramentas de análise de viabilidade econômica (VPL, TIR, LI e *Payback*) e utilizando uma TMA de 8% a.a.

O primeiro cenário onde foram utilizados os resultados da geração de RSCC da cidade de Lajeado-RS mostrou-se aceitável para um retorno de 10 anos. Com a recuperação do montante investido num período de nove anos.

O segundo cenário onde foram utilizados os RSCC da cidade de Lajeado-RS e municípios vizinhos (Estrela, Cruzeiro do Sul, Arroio do Meio, Santa Clara e Forquetinha), mostrou-se viável para um retorno proposto de 10 anos. Encontrando o retorno do investimento no quarto ano e tendo um lucro livre de aproximadamente de R\$ 1.086.988,46 em um período de dez anos.

Sugestões para futuros trabalhos

- Realizar composições gravimétricas de amostras representativas dos resíduos gerados para que assim se possa trabalhar com números mais precisos para os resíduos gerados no município de Lajeado e na região.
- Realizar um estudo para identificar quais seriam as melhores aplicações para os agregados reciclados dos RSCC para o município de Lajeado – RS e região.
- Projetar outros modelos de centros de triagem utilizando novas tecnologias de triagem e descaracterização dos resíduos classe A e B.
- Utilizar outras ferramentas de análise de viabilidade econômica como: investimento em situação de incerteza (análise de sensibilidade, método Laplace, método MAX MIN, método MAX MAX, método de Hurwicz e método de Savage); e o investimento em situação de risco (método de simulação de Monte-Carlo) e o método de distribuição beta.

REFERÊNCIAS

ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. In: IV SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO CIVIL – MATERIAIS RECICLÁVEIS E SUAS APLICAÇÕES, São Paulo/SP, 2001.

ANGULO, S. C.; JOHN, V. M. **Normalização dos Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados para Concretos e a Variabilidade**. Foz do Iguaçu: IX ENTAC, p. 1613-1624, 2002.

ASSAF, A. N.; LIMA, F. G. **Fundamentos de administração financeira**. São Paulo, Atlas, 2010.

BOHNE, R. A.; BERGSDAL, H.; BRATTEBO, H. **Dynamic eco-efficiency modeling For recycling or C&D waste**, Norwegian University of Science and Technology - Industrial Ecology Programme, 2005.

BRASIL, Norma Brasileira. **Classificação dos Resíduos Sólidos**: ABNT NBR 10004, 2004. Disponível em:< >. Acesso em: 18 abril. 2015.

BRASIL, Plano Central.: **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010**: Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Disponível em:<>. Acesso em: 18 abril. 2015.

BRAGA, R. **Fundamentos e técnicas de administração financeira**. São Paulo, Atlas, 2003.

BORGES, L. F. X. **Risco de Crédito em Projetos de Investimentos**. Apresentação feita em julho de 2001 na COPPE-UFRJ – Engenharia de Produção, na cadeira de “Análise de risco”.

CONSTRUÇÃO. **Do caos à solução**. Região Sul: PINI. N. 329, p. 8-11, mar. 1996.

COSTA, A. C. F. **Os caminhos dos resíduos sólidos urbanos de Porto Alegre/RS: da origem ao destino final**. Porto Alegre, 1998. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; SILVA, J. C. **Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção: Projeto Entulho Bom**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001, 311p.

CBIC Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Disponível em: <>. Acesso em: 20 abril. 2015

DANTAS, A. **Análise de investimentos e projetos aplicada à pequena empresa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1996.

FONSECA, E. **Iniciação ao estudo dos resíduos sólidos e da limpeza urbana**. 2 ed. João Pessoa, 2001.

GRIGOLI, A. S. **“Entulho em Canteiro de Obra Utilizado como Material de Construção – Uma Alternativa Inadiável”**. In: Anais do IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – Materiais Reciclados e suas Aplicações. São Paulo, 2001, p. 251-264.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. 397 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 abril. 2015.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2000, 370p.

JUNIOR, T. A. P. **Avaliação dos Resíduos da Construção Civil gerados no Município de Santa Maria**. Santa Maria, 2007.

KIMBER, C. J. Policy instruments for a a sustainable built environment, **J. Land Use and Env'tl. L.**, No. 17 (2), 2002, 379-394p.

LIPSMEIER, K.; GÜNTHER, M. **Manual Europe de residues da constructor de edificios**. Institute for Waste Management and Contaminated Sites Treatment of Dresden University of Technology, 2002.

LEONHARDT, D. . **Diagnóstico dos Resíduos da Construção Civil recolhidos por caçambas de tele-entulho no município de Lajeado- RS**. Biblioteca Digital UNIVATES. 2010. Disponível em: <>. Acesso em: 19 abril. 2015.

LEMES, A. B.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, A. M. S. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. 2. Ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, Elsevier, 2005.

LEITE, P. R. **Logística reversa**. São Paulo: Prentice Hall, 2003, 250p.

LIMA, G. L.; TAMAI, M. T. **Programa de gestão diferenciada de resíduos inertes em Santo André: estação entulho**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL, 2., 1998, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre.: PUCRS, 1998. P. 413-418.

MATTOS, J. C. P. **Poluição ambiental por resíduos sólidos em ecossistemas urbanos: estudo de caso do aterro controlado de Rio Branco - AC**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais – UFAC. Acre, 2006. Disponível em: . Acesso em: 05 Maio 2015.

MACEDO, T. F.; LAFAYETTE, K. P. V. **Physical and Grain Sized Characterization of the Wastes Generated in the Civil Construction in the City of Recife**. American society of civil engineers. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Resolução N° 307, de 05/07/2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: 2002. Disponível em: < /legiano1.cfnodlegitipo=38ano=2002>. Acesso em: 15 abril. 2015.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, IBAM, 2001. 195p.

MEGLIORINI, E.; VALLIM, M. A. **Administração financeira: uma abordagem brasileira**. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2009.

MARIANO, L. S. **Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural: estudo de caso de uma obra com 4.000m²**. Curitiba – PR. 2008.

NUNES, K. R. A.; **Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos sólidos de construção e demolição**. Rio de Janeiro. 2004. 27P.

_____. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10.007**: Amostragem de resíduos sólidos. 31 de maio de 2004, Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.115:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.116:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil.** São Paulo, Oficina de Textos, 2014.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil:** A experiência do Sinduscon-SP. São Paulo: Sinduscon, 2005. 48p.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999, 190p. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br> >. Acesso em: 15/05/2015.

Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, setembro de 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf

PERS-RS. Plano Estadual de Resíduos do Rio Grande do Sul 2015-2034. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <http://www.pers.rs.gov.br/noticias/arq/ENGB-SEMA-PERS-RS-40-Final-rev01.pdf>

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO DE PEDRA BRITADA DO ESTADO DE SÃO PAULO (SINDIPEDRAS) Aspectos Institucionais. Disponível em: <<http://www.sindipedras.org.br/institucional/entidade.htm>>. Acesso em 12/05/2015, 2004.

SINDUSCON-RS. Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.sindusconpelotas.com.br/arquivos/2015-outubro-preco-e-custos.pdf>.

SOARES. Z. **São Luís possui um lixão a céu aberto em cada bairro, diz pesquisador.** Disponível em: <>. Acesso em: 05 maio. 2015.

RODRIGUES, L. F.; CAVINATTO, V. M. **Lixo de onde vem? Para onde vai?** São Paulo: Ed Moderna, 2003, 2ª ed. reform. p.95.

RECICLOTECA. **Afinal o que é lixo?** 2015. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/ultimos-artigos>>. Acesso em: 12 maio. 2015.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações.** 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2004.

TOZZI, R. F.; BRAGA, M. C. B. **Caracterização, avaliação e gerenciamento da geração de resíduos da construção civil (RCC) em duas obras no município de Curitiba/PR-Brasil.** Engenharia e Construção, vol. 10, No. 127, p. 35-40, 2007.

TOZZI, R. F. **Caracterização, avaliação e gerenciamento da geração de resíduos da construção civil (RCC) em duas obras no município de Curitiba/PR-Brasil.** 99 p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TSUNECHIRO, A. et al. **Análise técnica e econômica de sistemas de produção de milho safrinha, região do Médio Paranapanema.** São Paulo. 2006.

VASCONCELLOS, S. A. M.; GARCIA, E. M.; **Fundamentos de Economia.** São Paulo. Saraiva. 2005. 02P.

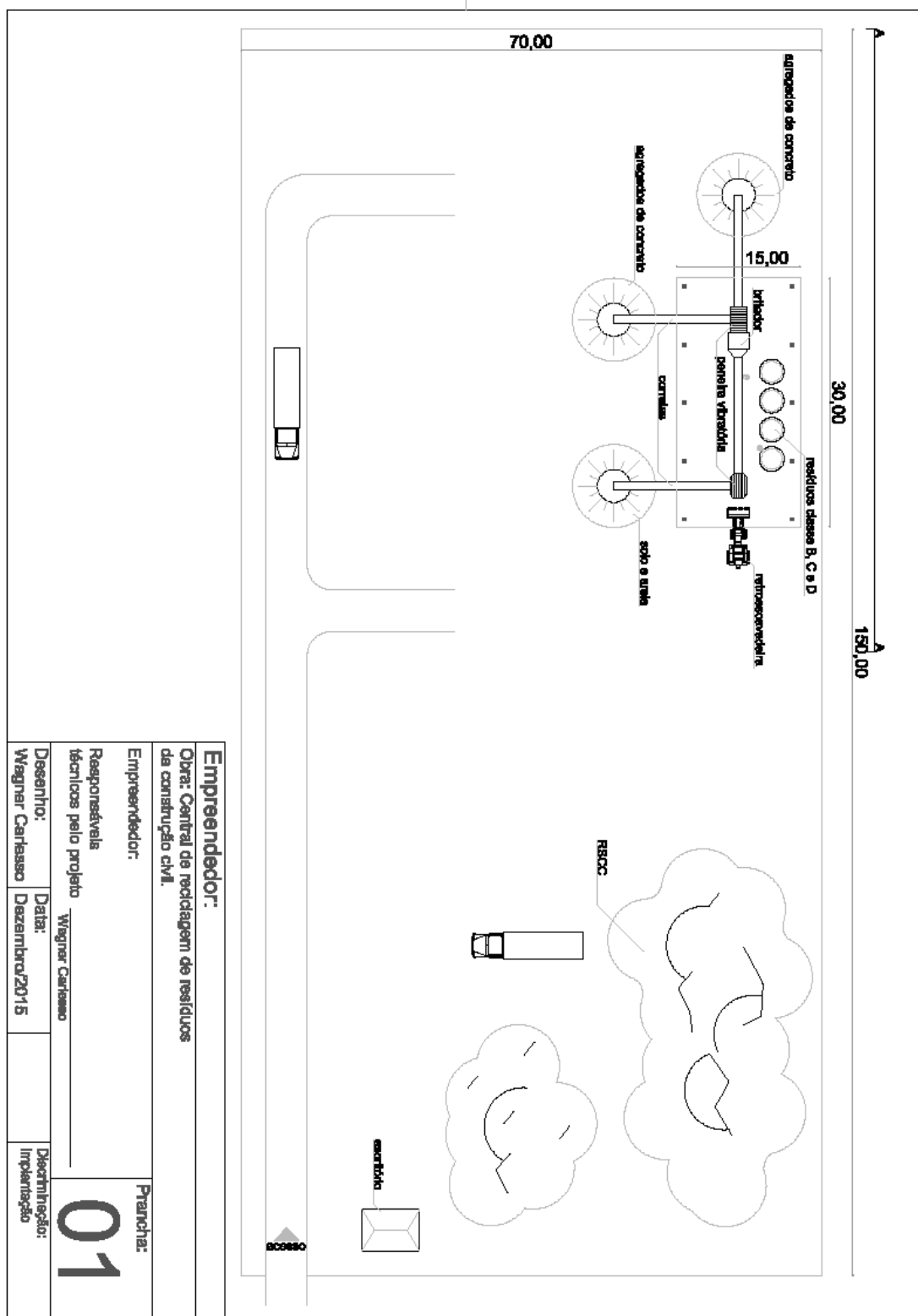
VIEIRA, A. M.; et al. **Gestão diferenciada do entulho na cidade de Salvador.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL, 2., 1998, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: PUCRS, 1998. P.478 - 481.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.** In: CASTILHOS JÚNIOR, Armando Borges de. (Org.). Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para município de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

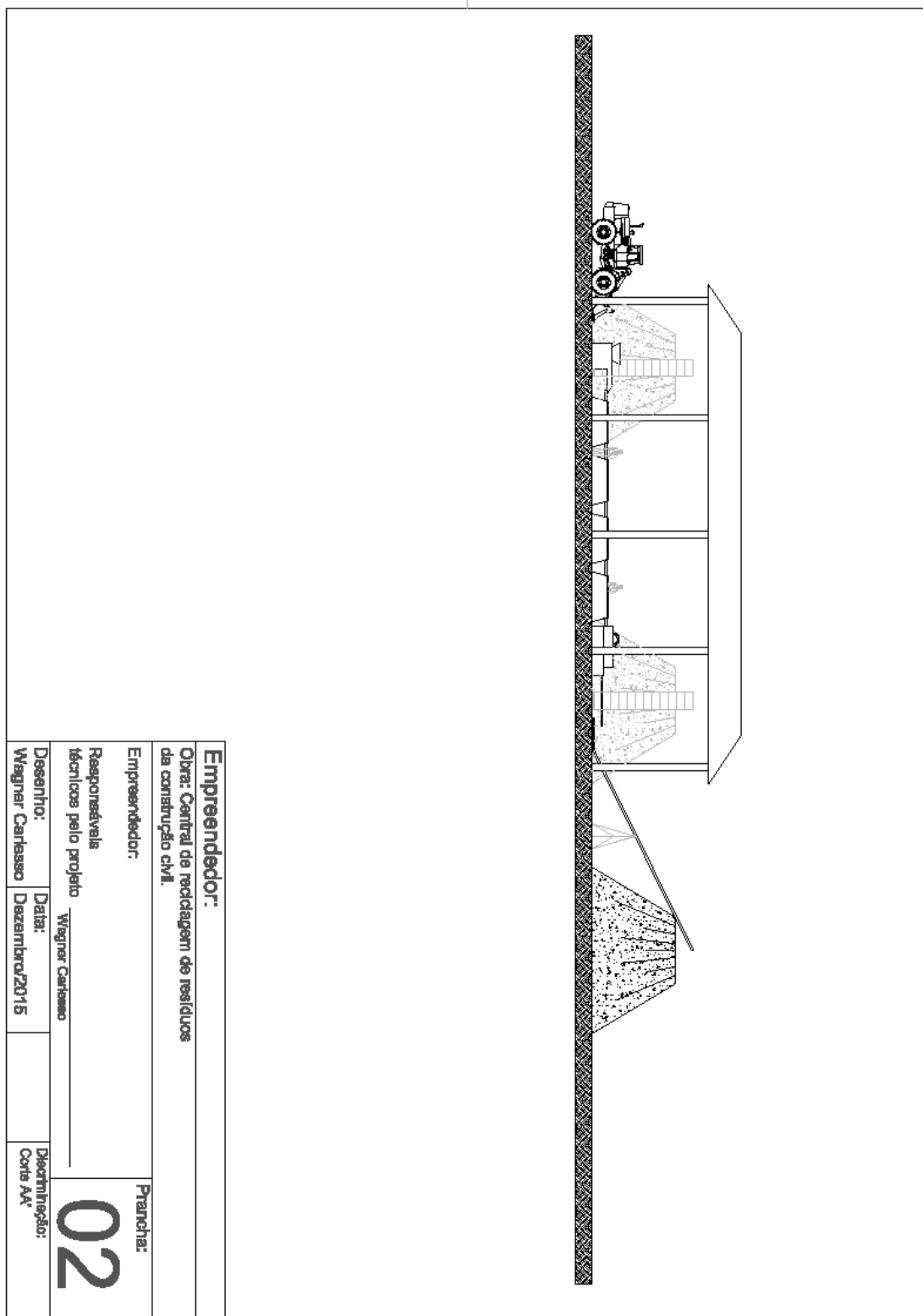
ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto.** Campinas, 1997. 140 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil – FEC, Universidade Estadual de Campinas.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos: planejamento, elaboração e análise.** São Paulo: Atlas, 1996.

ANEXO A – Modelo de *LAYOUT* para um Centro de Triagem e Reciclagem de RSCC.



Anexo B – Corte AA’ com vista para o Centro de Triagem e Reciclagem de RSCC.



Anexo C – Questionário aplicado às empresas de transporte de RSCC.

Quadro 1. Questionário proposto para avaliar a quantidade de RSCC que são recolhidos no município de Lajeado – RS.

Empresas de transporte de RSCC	X	Y	Z	W
Volume do contêiner utilizado pela empresa? (m ³)	4m ³	4m ³	4m ³	5m ³
Quantidade de contêineres transportados por mês?	120	85	35	25
Do total RSCC transportado, a empresa tem uma estimativa do percentual transportado para cada classe (A, B, C e D), sim ou não?	sim	sim	sim	sim
Percentual transportado de RSCC classe A?	43%	67%	48%	80%
Percentual transportado de RSCC classe B?	15%	22,5%	17%	11,5%
Percentual transportado de RSCC classe C?	10%	8,5%	42%	3%
Percentual transportado de RSCC classe D?	2%	1,5%	1,8%	2%
Percentual transportado de outros resíduos?	0,7%	0,5%	0,8%	0,5%