



## PROJETO E AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO - RS

**Rafael Antonio Leite (1); Aline Pimentel Gomes (2); Adalberto Pandolfo (3); Marcele Salles Martins (4); Luciana Marcondes Pandolfo (5)**

(1) Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade de Passo Fundo, Brasil – e-mail: rafaelantonioleite@gmail.com

(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia – Universidade de Passo Fundo, Brasil – e-mail: alinegomes1977@hotmail.com

(3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia – Universidade de Passo Fundo, Brasil – e-mail: adalbertopandolfo@hotmail.com

(4) Escola de Arquitetura e Urbanismo – IMED – Complexo de Ensino Superior Meridional, Passo Fundo, Brasil – e-mail: marcelesalles@yahoo.com.br

(5) Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade de Passo Fundo, Brasil – e-mail: marcondes@upf.br

### RESUMO

A construção civil vem crescendo gradativamente no município de Passo Fundo-RS e, em consequência disso, produzindo um volume cada vez maior de resíduos que, por falta de incentivos políticos e empresariais, tornou-se uma problemática ao meio ambiente. A reciclagem destes resíduos, além da diminuição dos impactos ambientais, possibilita a obtenção do agregado proveniente dos resíduos para posterior reutilização na construção civil, na fabricação de peças de concreto para infraestrutura urbana como elementos de drenagem, guias, sarjetas, blocos pré-moldados. O objetivo deste artigo é desenvolver um projeto para a implantação de uma usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Passo Fundo e verificar sua viabilidade econômica. O trabalho foi dividido em três etapas: a primeira consiste na determinação dos investimentos, custos e despesas provenientes da implantação e operação do empreendimento; a segunda etapa tem por finalidade elaborar um *layout* de implantação do projeto; e na terceira etapa foi feita uma análise da viabilidade econômica do negócio através de métodos de análise econômica de projetos. Foram analisados três cenários distintos: no primeiro foi estabelecido um valor de venda de mercado do agregado reciclado para o qual o negócio foi considerado inviável; no segundo cenário, calculou-se um valor de venda ideal para que o empreendimento se tornasse economicamente estável; e no terceiro cenário, destinado à análise de sensibilidade, foi estabelecido um valor ideal de venda do agregado reciclado para que o negócio se tornasse economicamente viável. Os resultados mostraram que para o negócio ser considerado viável sob o ponto de vista econômico, o valor de venda do agregado reciclado deve ser muito elevado se comparado aos valores de mercado e semelhante ao preço do agregado graúdo convencional que não possui restrições de uso.

Palavras-chave: resíduos de construção e demolição; usina de reciclagem; viabilidade econômica.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Resíduos de construção e demolição (RCD)

De acordo com John (2000), a construção civil é o setor de produção responsável pela transformação do ambiente natural em ambiente construído. É a principal consumidora de matérias primas e energia, uma das maiores geradoras de resíduo e também colabora significativamente na poluição ambiental.

A geração de RCD tem crescido muito no Brasil nos últimos anos devido às demolições decorrentes do processo de renovação urbana e às novas edificações. Segundo dados da Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério das Cidades, são produzidas, aproximadamente, 90 milhões de toneladas/ano de RCD. Além disso, as perdas na construção colaboram com o aumento do resíduo. Programas de redução de perdas e gestão da qualidade contribuem para reduzir a geração de resíduos e permitem o seu gerenciamento adequado no canteiro de obras. Contudo, a implantação de tecnologias visando à reutilização e à reciclagem desse material é fundamental num processo de gestão adequada, pois a quantidade de resíduos gerada pelas obras de construção, demolição ou reformas continuará a ser significativa mesmo com a implantação de programas de redução de perdas (ZORDAN, 1997).

Os RCD estão entre os mais heterogêneos dentre os resíduos industriais. São constituídos de restos de praticamente todos os materiais e componentes utilizados pela indústria da construção civil, tais como, brita, areia, materiais cerâmicos, argamassas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas e gesso. Sua composição química está vinculada à participação de cada um de seus constituintes (BERNARDES, 2006).

Para Angulo et al. (2002), é fundamental um estudo das características físico-químicas e das propriedades dos resíduos, através de ensaios e métodos apropriados. Tais informações dão subsídio para a seleção das possíveis aplicações dos resíduos.

A partir de RCD pode-se obter agregados para posterior reutilização na construção civil, na fabricação de peças de concreto para a infraestrutura urbana como elementos de drenagem, guias, sarjetas, pré-moldados (blocos, tijolos). A reciclagem de RCD possibilita a preservação de recursos naturais, a diminuição impactos ambientais negativos causados pelos resíduos e também pode transformar uma fonte de despesa em uma fonte de faturamento, pois reduz custos e gera novas oportunidades de negócios (JOHN, 2000).

## 1.2 Análise de Viabilidade Econômica

A análise de viabilidade econômica busca identificar quais são os benefícios esperados em dado investimento para colocá-los em comparação com os investimentos e custos associados ao mesmo, a fim de verificar a sua viabilidade de implementação. A análise de investimentos pode ser considerada como o conjunto de técnicas que permitem a comparação entre os resultados de tomada de decisões referentes a alternativas diferentes de forma científica. Veras (2001) destaca que a análise de investimentos compreende não só alternativas entre dois ou mais investimentos a escolher, mas também a análise de um único investimento com a finalidade de avaliar o interesse na implantação do mesmo. Dentre os vários métodos utilizados para análise de viabilidade de projetos, estão o Método do Valor Presente Líquido e o Método da Taxa Interna de Retorno.

O Método do Valor Presente Líquido (VPL) caracteriza-se, essencialmente, pelo desconto para o valor presente de todos os fluxos de caixa esperados como resultado de uma decisão de investimento (FLEISCHER, 1988). De acordo com Veras (2001), este método consiste em calcular o valor presente líquido do fluxo de caixa (saldo das entradas e saídas de caixa) do investimento que está sendo analisado, usando a taxa de atratividade do investidor. Por considerar o valor do dinheiro no tempo, Gitman (2002) considera este método uma técnica sofisticada de análise de orçamentos de capital.

Este método se enquadra no conceito de equivalência, pois leva em consideração o valor temporal dos recursos financeiros. A viabilidade econômica de um projeto analisado pelo Método do Valor Presente Líquido é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos, atualizados à determinada taxa de juros (REZENDE e OLIVEIRA, 1993). Se o VPL for positivo, a proposta de investimento é atrativa, e quanto maior o VPL, mais atrativa é a proposta.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) de um investimento pode ser definida como a taxa de juros para a qual o valor presente dos recebimentos resultantes do projeto é exatamente igual ao valor presente dos desembolsos, ou seja, é a obtenção de uma taxa de juros que anule o valor presente do fluxo de caixa (FLEISCHER, 1988). A TIR iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial referente a um projeto, resultando em um saldo nulo (GITMAN, 2002). A TIR deve ser comparada com a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), a qual é determinada pelo investidor, para a conclusão a respeito da aceitação ou não da proposta de investimento. Uma TIR maior que a TMA indica que a proposta de investimento é atrativa.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é desenvolver um projeto para a implantação de uma usina de reciclagem de RCD no município de Passo Fundo-RS e verificar sua viabilidade econômica.

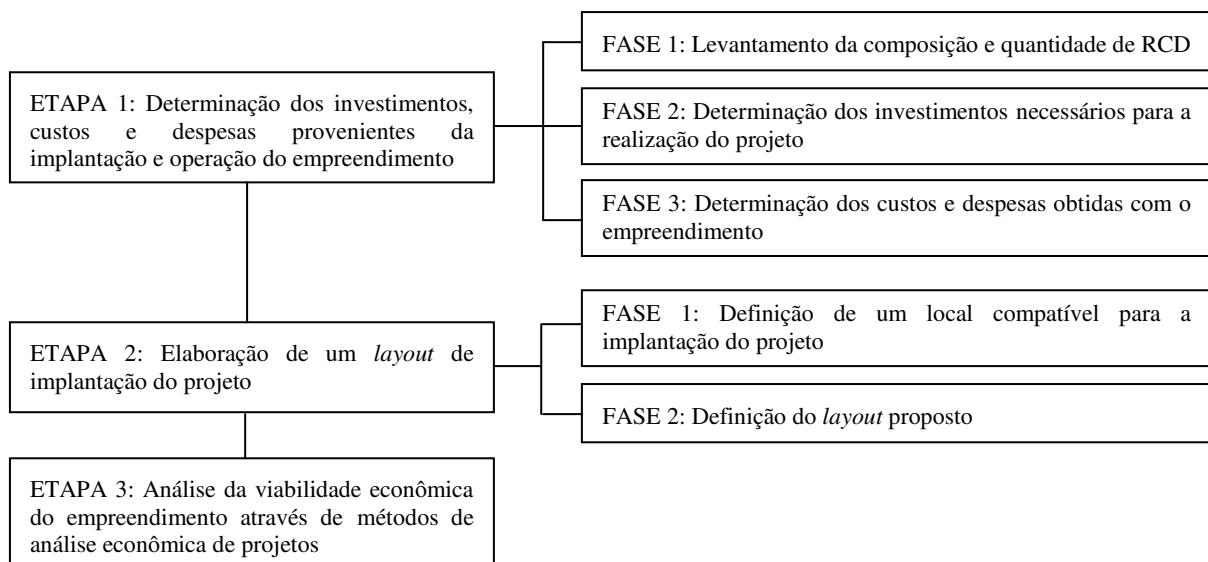
## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Base para o procedimento metodológico para a implantação do empreendimento

O município de Passo Fundo localiza-se na região norte do Estado do Rio Grande do Sul e conta com uma população aproximada de 180.000 habitantes (IBGE, 2009). No município destaca-se a indústria da construção civil como um dos fatores predominantes em sua economia, tendo como média de área construída no ano de 2005, 180.000 m<sup>2</sup>, dados de pesquisa realizada pelo Sinduscon-PF.

### 3.2 Estrutura metodológica

Este trabalho foi desenvolvido em três etapas, conforme fluxograma apresentado na Figura 1.



**Figura 1** - Fluxograma das atividades desenvolvidas

#### Etapa 1 - Determinação dos investimentos, custos e despesas provenientes da implantação e operação do empreendimento

Esta etapa foi dividida em três fases.

- **Fase 1** - Levantamento da composição e quantidade de RCD

Na Fase 1 foram levantados dados referentes à composição e quantificação de RCD gerados no município no período de um ano, a partir de dados apresentados por Bernardes (2006), e à determinação da quantidade de matéria prima a ser introduzida na usina.

- **Fase 2** - Determinação dos investimentos necessários para realização do projeto

Nesta fase foi realizado um levantamento de preços dos equipamentos e serviços necessários junto a fornecedores, empresas do ramo e trabalhos desenvolvidos sobre o assunto, com o intuito de se obter um orçamento de preços e estabelecer a melhor e mais viável proposta de investimentos.

- **Fase 3 - Determinação dos custos e despesas obtidas com o empreendimento**

Na Fase 3 efetuaram-se pesquisas em usinas já existentes no mercado, por meio de trabalhos sobre o assunto e pesquisas na internet, com a finalidade de se obter dados sobre os custos, despesas e operações necessárias à implantação do projeto.

### **Etapa 2 - Elaboração de um *layout* de implantação do projeto**

Esta etapa foi dividida em duas fases.

- **Fase 1 - Definição de um local compatível para a implantação do projeto**

Efetuaram-se levantamentos de locais que possam ser compatíveis com a implantação do projeto estando este de acordo com as legislações vigentes do município.

- **Fase 2 - Definição do *layout* proposto**

De acordo com os dados obtidos na fase anterior, especificou-se, o fluxograma de funcionamento bem como o espaço físico suficiente. A partir disso se propôs o *layout* do empreendimento.

### **Etapa 3 - Análise da viabilidade econômica do empreendimento**

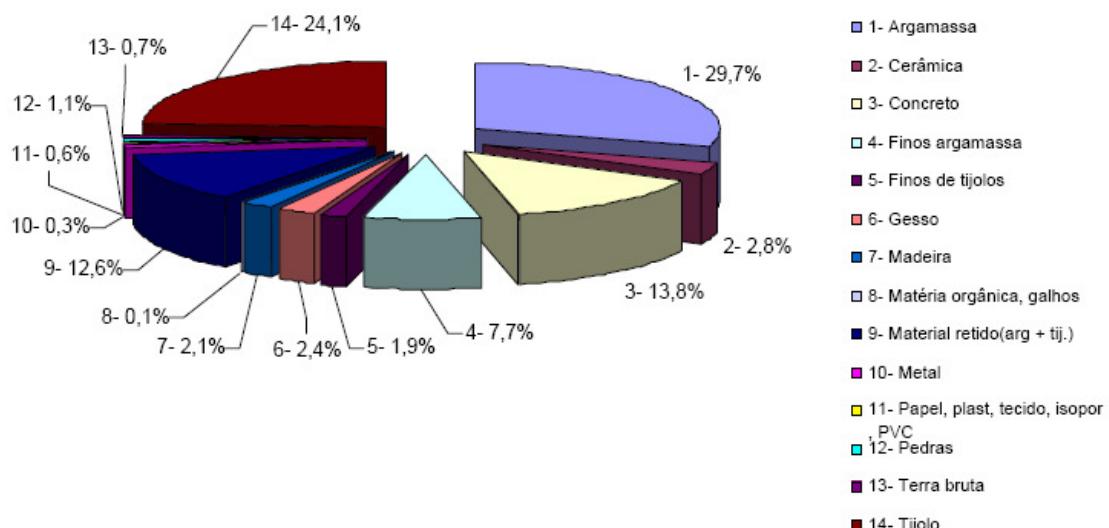
Nesta etapa elaborou-se a análise de viabilidade econômica através de métodos de análise econômica de projetos. O empreendimento foi analisado sob condições de certeza, calculando-se a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL), foram utilizadas planilhas Excel como ferramentas para a obtenção dos resultados.

## **4 ANÁLISE DE RESULTADOS**

### **4.1 Investimentos, custos e despesas provenientes da implantação e operação do empreendimento**

#### **4.1.1 Quantificação do RCD**

De acordo com Bernardes (2006), são produzidos 32.300 m<sup>3</sup> de RCD por ano no município. A Figura 2 apresenta a composição e quantificação destes resíduos, que são compostos, principalmente, por argamassa (29,7%), tijolos (24,1%) e concreto (13,8%).



**Figura 2 – Composição e quantificação dos RCD coletados no município de Passo Fundo-RS**

De acordo com os dados obtidos, os RCD chegaram a uma estimativa de geração de,

aproximadamente, 198 kg/hab/ano, ou seja, 0,55 kg/hab/dia.

Após ser introduzido na usina, o RCD deverá passar por um processo de separação e triagem. A partir dos dados obtidos e com base no trabalho de Maculan et al. (2008), estimou-se um índice de aproveitamento de 76%, ou seja, do total de RCD introduzido na usina, 76% deverão ser aproveitados para posterior reciclagem, o restante será descartado.

Este índice permite o cálculo da quantidade de matéria prima processada por hora:

$$MP = 0,55 \text{ kg/hab/dia} \times 180.000 \text{ hab.} = 99.000 \text{ kg/dia} \times 76 \% = 75,24 \text{ t/dia} / 8h = 9,40 \text{ t/h.}$$

#### 4.1.2 Investimentos necessários para implantação do empreendimento

Os investimentos necessários para a implantação da usina de reciclagem de RCD são: aquisição de equipamentos (britador, esteiras, peneiras, calhas vibratórias, entre outros); aquisição de veículos; aquisição do terreno; obras civis (terrappenagem, administração, guarita, barreira vegetal e obras de contenção); e capital de giro próprio (JADOVSKI e MASUERO, 2006).

A Tabela 1 apresenta os investimentos necessários ao empreendimento. .

**Tabela 1** - Investimentos necessários ao empreendimento

DESCRÍÇÃO	VALOR
Equipamentos	145.000,00
Veículos Próprios	110.000,00
Obras Civis	156.000,00
Terrenos	0,00
Capital de Giro Próprio	3.160,00
<b>TOTAL DO INVESTIMENTO</b>	<b>414.160,00</b>

Devido ao fato da usina de reciclagem tratar-se de um assunto de interesse público, partiu-se da hipótese de doação do terreno pela prefeitura. Portanto não haverá custo de aquisição do terreno.

#### 4.1.3 Custos e despesas obtidas com o empreendimento

Os custos e despesas de operação de uma usina de reciclagem de RCD são compostos por quatro itens: mão-de-obra própria para operação da usina (salários, leis sociais, benefícios e EPI's); operação de veículos, máquinas e equipamentos próprios; insumos de produção (água e energia elétrica); e despesas administrativas (mão-de-obra administrativa, telefone e material de consumo).

Os custos e despesas de manutenção de uma usina de reciclagem de RCD são compostos por cinco itens: manutenção preventiva dos equipamentos de britagem; manutenção preventiva de máquinas e veículos próprios; depreciação de equipamentos; depreciação de máquinas e veículos próprios; e depreciação das obras civis (JADOVSKI e MASUERO, 2006).

O total de custos e despesas mensais do empreendimento pode ser visto na Tabela 2.

**Tabela 2** - Total de custos e despesas mensais do empreendimento

Custos e despesas de operação		Custos e despesas de manutenção	
Itens	R\$	Itens	R\$
Custo de mão-de-obra de produção	9.968,40	Custo de manutenção preventiva dos equipamentos de britagem	900,00
Custo de operação de veículos, máquinas e equipamentos próprios.	1.372,80	Custo de manutenção preventiva das máquinas e veículos próprios	625,00

Custo dos insumos de produção	1.110,00	Custo de depreciação de equipamentos	120,80
Custo de despesas administrativas	330,00	Custo de depreciação de máquinas e veículos próprios	91,60
		Custo de depreciação das obras civis	1,45
<b>Total</b>	<b>12.781,20</b>	<b>Total</b>	<b>1.738,85</b>

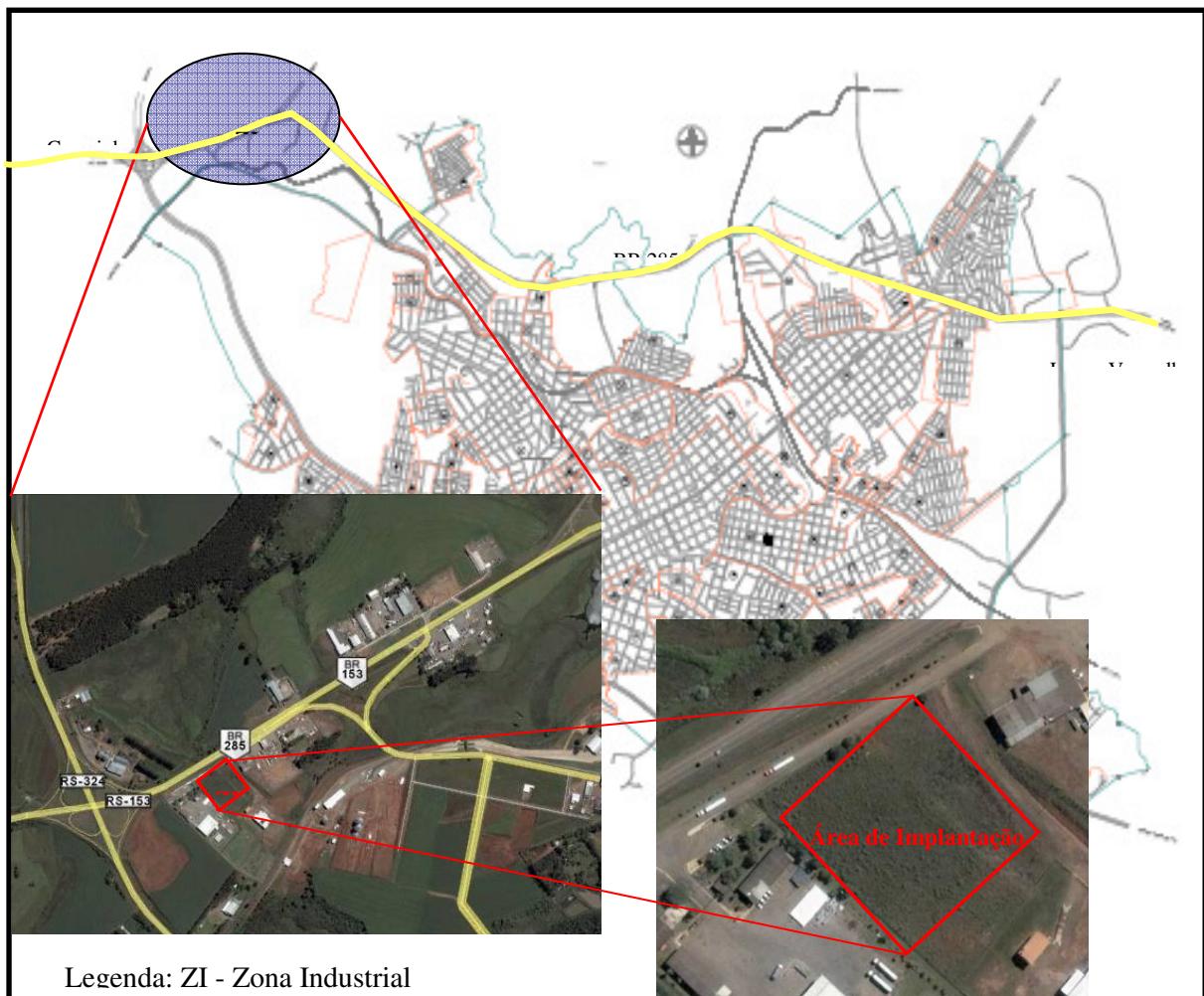
**TOTAL = R\$ 14.520,05**

#### 4.2 Elaboração do *Layout* de implantação do projeto

##### 4.2.1 Definição de um local compatível para a implantação do projeto

Efetuaram-se levantamentos de locais que pudessem ser compatíveis com a implantação do projeto, estando estes de acordo com as legislações vigentes no município.

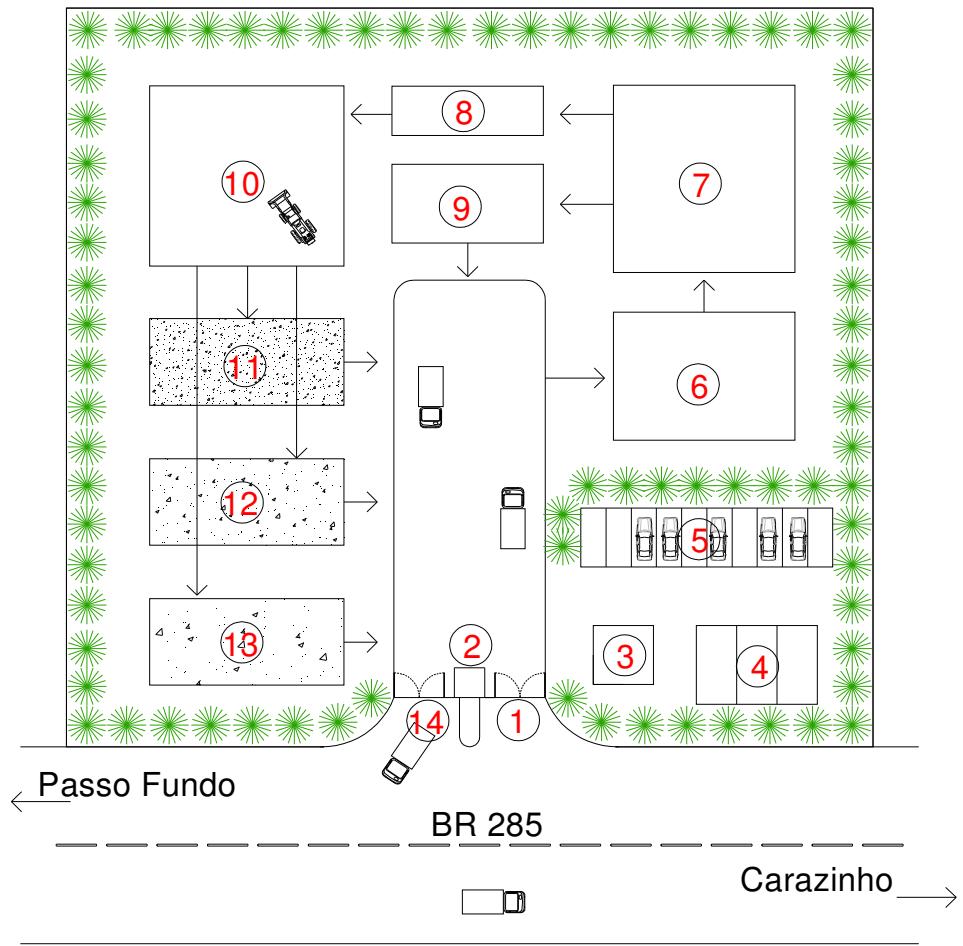
De acordo com o plano diretor, a usina de reciclagem de RCD se enquadra na atividade industrial de serviços de usinagem, e seu uso é compatível (C) com a área de produção urbana na Zona Industrial (ZI). A Figura 3 mostra o local de implantação da usina de acordo com as zonas urbanas localizadas no mapa do município.



**Figura 3 - Área de implantação da usina de reciclagem de RCD**

#### 4.2.2 Definição do layout proposto

Para a implantação da usina de reciclagem de RCD com capacidade de reciclagem de 10t/h, foi estabelecida uma área útil de 6.000 m<sup>2</sup>, tendo capacidade de armazenagem do material reciclado equivalente a uma semana. O layout da usina pode ser visto na Figura 4.



#### Legenda:

- 1 – Acesso ou entrada;
- 2 – Portaria (área: 4m<sup>2</sup>);
- 3 - Administração (recepção e escritórios – área: 36m<sup>2</sup>);
- 4 – Garagem para veículos da usina (área: 72m<sup>2</sup>);
- 5 – Estacionamento para funcionários e clientes (área: 125m<sup>2</sup>);
- 6 – Pátio de recepção do RCD (capacidade 500m<sup>3</sup>);
- 7 – Galpão de triagem (área: 350m<sup>2</sup>);
- 8 – Armazenagem do resíduo aproveitado (capacidade: 250m<sup>3</sup>);
- 9 – Armazenagem do resíduo descartado (capacidade: 400m<sup>3</sup>)
- 10 – Britador (área: 300m<sup>2</sup>);
- 11 – Armazenagem do agregado Nº 01 (capacidade: 250m<sup>3</sup>);
- 12 – Armazenagem do agregado Nº 02 (capacidade: 250m<sup>3</sup>);
- 13 – Armazenagem do agregado Nº 03 (capacidade: 250m<sup>3</sup>);
- 14 – Saída;
- Barreira de vegetação para controle de poeira e ruídos;

**Figura 4 – Layout proposto.**

### 4.3 Análise da viabilidade econômica do empreendimento

Os seguintes valores foram considerados para a análise da viabilidade econômica do empreendimento;

1) Custos:

- Custos e despesas anuais de operação: R\$ 174.240,60;
- Seguros: 2% sobre as construções, equipamentos e instalações;
- Impostos: Para a obtenção dos impostos foi feita uma consulta a contadores da região e admitido os valores de acordo com o faturamento anual de cada cenário;

2) Implantação:

- Prazo de análise: 10 anos;
- Dias de operação no ano: 264 dias;
- Taxa Mínima de Atratividade (TMA): 7% a.a.;

3) Outros:

- Depreciação de construções: 25 anos;
- Depreciação de equipamentos e instalações: 10 anos;
- IR/CCSLL (imposto de renda e contribuição social sobre o lucro líquido): 32%;
- Valor residual do investimento fixo: R\$ 103.000,00 (50% sobre as construções e 10% sobre os equipamentos).

Para a realização dos cálculos do faturamento, admitiu-se que a usina trabalhe com 80% da sua capacidade no primeiro ano, 90% no segundo e 100% a partir do terceiro ano.

#### 4.3.1 Cenário I

A análise foi feita com o preço de mercado do agregado reciclado, que é de R\$ 8,50/ m<sup>3</sup>.

Faturamento anual da usina a partir do terceiro ano: 08 h/d x 10 t/h (quantidade de matéria prima introduzida na usina) = 80 t/d x 22 dias = 1.760 t/mês / 1,6 t ( 1 m<sup>3</sup> = 1,6 t ) = 1.100 m<sup>3</sup>/mês x R\$ 8,50/ m<sup>3</sup> = R\$ 9.350,00/mês x 12 meses/ano = R\$ 112.200,00/ano.

A Tabela 3 mostra o fluxo financeiro do empreendimento para o cenário 1.

**Tabela 3- Fluxo financeiro do empreendimento**

Descrição	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receita Bruta		98.736	111.078	123.420	123.420	123.420	123.420	123.420	123.420	123.420	123.420
(-) Impostos Prop. Vendas		4.039	4.544	5.049	5.049	5.049	5.049	5.049	5.049	5.049	5.049
Receita Líquida		94.697	106.534	118.371	118.371	118.371	118.371	118.371	118.371	118.371	118.371
(-) Custo Var. Prod.		23.835	26.814	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794
(-) Custo Fixo Prod.		135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404
Lucro Bruto		-64.542	-55.684	-46.826	-46.826	-46.826	-46.826	-46.826	-46.826	-46.826	-46.826
Desp. Ger. Var.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desp. Ger. Fixas		3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960
Lucro Líq. com IR		-68.502	-59.644	-50.786	-50.786	-50.786	-50.786	-50.786	-50.786	-50.786	-50.786
Depreciação		31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740
Lucro Operacional		-100.242	-91.384	-82.526	-82.526	-82.526	-82.526	-82.526	-82.526	-82.526	-176.126
(+) Resultado venda ativo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	41100
Lucro Antes IR		-100.242	-91.384	-82.526	-82.526	-82.526	-82.526	-82.526	-82.526	-82.526	-135.026
IR/CCSLL	-	35.085	-31.984	-28.884	-28.884	-28.884	-28.884	-28.884	-28.884	-28.884	-47.259
Lucro Líq. Após IR		-33.417	-27.660	-21.902	-21.902	-21.902	-21.902	-21.902	-21.902	-21.902	-3.527
(-) Investimentos		414.160									
(+) Valor Residual											103.000
Fluxo de Caixa Empr.		-414.160	-33.417	-27.660	-21.902	-21.902	-21.902	-21.902	-21.902	-21.902	99.473

TIR do Empreendimento = -28,04%

TMA= 7%

VPL do Empreendimento = (R\$522.081,30)

Valor Presente do negócio = (R\$107.921,30)

De acordo com a Tabela 3, o valor do VPL mostrou-se negativo e o valor da TIR do empreendimento

foi igual a - 28,04%. Sendo a TMA igual a 7%, (TMA > TIR), portanto sob o ponto de vista econômico e financeiro o empreendimento para o Cenário 1 é inviável.

#### 4.3.2 Cenário 2

Para que o empreendimento se torne economicamente estável, por tentativas admitiu-se um valor de venda do agregado de R\$ 17,52/m<sup>3</sup>.

Faturamento anual da usina a partir do terceiro ano: 08 h/d x 10 t/h (quantidade de matéria prima introduzida na usina) = 80 t/d x 22 dias = 1.760 t/mês / 1,6 t ( 1 m<sup>3</sup> = 1,6 t ) = 1.100 m<sup>3</sup>/mês x R\$ 17,52/m<sup>3</sup> = R\$ 19.272,00/mês x 12 meses/ano = R\$ 231.264,00/ano.

A Tabela 4 mostra o fluxo financeiro do empreendimento para o cenário 2.

**Tabela 4- Fluxo financeiro do empreendimento**

Descrição	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receita Bruta		203.512	228.951	254.390	254.390	254.390	254.390	254.390	254.390	254.390	254.390
(-) Impostos Prop. Vendas		13.506	15.194	16.882	16.882	16.882	16.882	16.882	16.882	16.882	16.882
Receita Líquida		190.007	213.757	237.508	237.508	237.508	237.508	237.508	237.508	237.508	237.508
(-) Custo Var. Prod.		23.835	26.814	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794
(-) Custo Fixo Prod.		135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404
Lucro Bruto		30.768	51.539	72.311	72.311	72.311	72.311	72.311	72.311	72.311	72.311
Desp. Ger. Var.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desp. Ger. Fixas		3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960
Lucro Líq. com IR		26.808	47.579	68.351	68.351	68.351	68.351	68.351	68.351	68.351	68.351
Depreciação		31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740
Lucro Operacional		-4.932	15.839	36.611	36.611	36.611	36.611	36.611	36.611	36.611	-56.989
(+) Resultado venda ativo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	41100
Lucro Antes IR		-4.932	15.839	36.611	36.611	36.611	36.611	36.611	36.611	36.611	-15.889
IR/CCSLL	-	1.726	5.544	12.814	12.814	12.814	12.814	12.814	12.814	12.814	5.561
Lucro Líq. Após IR		28.534	42.036	55.537	55.537	55.537	55.537	55.537	55.537	55.537	73.912
(-) Investimentos		-414.160									103.000
(+) Valor Residual											
Fluxo de Caixa Empr.		-414.160	28.534	42.036	55.537	55.537	55.537	55.537	55.537	55.537	176.912

TIR do Empreendimento = 7,02%

TMA= 7%

VPL do Empreendimento = R\$580,33

Valor Presente do negócio = R\$414.740,33

De acordo com a Tabela 4, o valores do VPL mostrou-se positivo e o valor da TIR foi igual a 7,02%. Sendo a TMA de 7%, (TMA = TIR), portanto, sob o ponto de vista econômico e financeiro o cenário 2 mostrou-se estável, ou seja, o empreendimento não terá lucro nem prejuízo.

#### 4.3.3 Cenário 3

Para a obtenção dos resultados foram realizadas várias tentativas de valores por metro cúbico do agregado reciclado. Chegou-se ao valor de venda de R\$ 20,00/m<sup>3</sup>, sendo este o valor que tornou o negócio viável.

Faturamento anual da usina a partir do terceiro ano: 08 h/d x 10 t/h (quantidade de matéria prima introduzida na usina) = 80 t/d x 22 dias = 1.760 t/mês / 1,6 t ( 1 m<sup>3</sup> = 1,6 t ) = 1.100 m<sup>3</sup>/mês x R\$ 20,00/m<sup>3</sup> = R\$ 22.000,00/mês x 12 meses/ano = R\$ 264.000,00/ano.

A Tabela 5 mostra o fluxo financeiro do empreendimento para o cenário 3.

**Tabela 5- Fluxo financeiro do empreendimento**

Descrição	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receita Bruta		232.320	261.360	290.400	290.400	290.400	290.400	290.400	290.400	290.400	290.400
(-) Impostos Prop. Vendas		15.418	17.345	19.272	19.272	19.272	19.272	19.272	19.272	19.272	19.272
Receita Líquida		216.902	244.015	271.128	271.128	271.128	271.128	271.128	271.128	271.128	271.128
(-) Custo Var. Prod.		23.835	26.814	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794	29.794
(-) Custo Fixo Prod.		135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404	135.404
Lucro Bruto		57.664	81.797	105.931	105.931	105.931	105.931	105.931	105.931	105.931	105.931
Desp. Ger. Var.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desp. Ger. Fixas		3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960	3.960
Lucro Líq. com IR		53.704	77.837	101.971	101.971	101.971	101.971	101.971	101.971	101.971	101.971
Depreciação		31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740	31.740
Lucro Operacional		21.964	46.097	70.231	70.231	70.231	70.231	70.231	70.231	70.231	-23.369
(+) Resultado venda ativo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	41100
Lucro Antes IR		21.964	46.097	70.231	70.231	70.231	70.231	70.231	70.231	70.231	17.731
IR/CCSLL		7.687	16.134	24.581	24.581	24.581	24.581	24.581	24.581	24.581	6.206
Lucro Líq. Após IR		46.016	61.703	77.390	77.390	77.390	77.390	77.390	77.390	77.390	95.765
(-) Investimentos		414.160									
(+) Valor Residual											103.000
Fluxo de Caixa Empr.		414.160	46.016	61.703	77.390	77.390	77.390	77.390	77.390	77.390	198.765

TIR do Empreendimento = 13,08%

TMA= 7%

VPL do Empreendimento = R\$148.072,69

Valor Presente do negócio = R\$562.232,69

De acordo com a Tabela 5, para o cenário 3 – análise de sensibilidade, o valor do VPL mostrou-se positivo e o valor da TIR foi igual a 13,08%. Como a TMA é de 7%, (TMA < TIR), portanto, sob o ponto de vista econômico e financeiro o empreendimento é viável.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados mostram que para o empreendimento ser considerado viável sob o ponto de vista econômico, o valor de venda do agregado reciclado deve ser de R\$ 20,00 m<sup>3</sup>, sendo este um valor muito elevado se comparado aos valores de mercado, que variam entre R\$ 8,50 a R\$ 15,00 m<sup>3</sup>, e também elevado se comparado ao agregado graúdo convencional que possui um preço de custo de aproximadamente R\$ 21,00 m<sup>3</sup> e não possui restrições de uso.

Conclui-se que o empreendimento é inviável sob o ponto de vista econômico e de mercado, mas sob o ponto de vista ambiental é uma ótima opção para a redução dos resíduos da construção e demolição, diminuindo assim possíveis impactos ambientais causados por estes resíduos.

As usinas de reciclagem de RCD são interessantes para as Prefeituras, pois os custos de implantação e operação são compensados pela redução da necessidade de coleta e deposição do resíduo depositado ilegalmente e pela substituição de agregados naturais para consumo nas obras da municipalidade pelo agregado reciclado. Um bom exemplo é a cidade de Belo Horizonte, onde, de acordo com Catapreta et al. (2008), as três usinas de reciclagem de RCD, cuja capacidade de britagem atende à quase toda produção de RCD da cidade, têm apresentado desempenho satisfatório colocando a cidade em destaque nacional. Os materiais produzidos têm sido utilizados na pavimentação de vias e na urbanização de vilas, além de serem empregados na construção de blocos para alvenaria e produção de argamassa e concretos para construção de sarjetas e pisos.

## 6 REFERÊNCIAS

ANGULO, S. C.; ULSEN, C.; KAHN, H.; JOHN, V. M. Desenvolvimento de novos mercados para

**a reciclagem massiva de RCD.** São Paulo: Ibracon, 2002.

**BERNARDES, A. Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição na cidade de Passo Fundo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, 2006.

**CATAPRETA, C. A. A.; PEREIRA, J. C.; ALMEIDA, A. H. Avaliação do desempenho das usinas de reciclagem de resíduos de construção civil de Belo Horizonte, Brasil.** XXXI Congreso Interamericano AIDIS. Santiago, 2008.

**FLEISCHER, G. A. Teoria da aplicação do capital : um estudo das decisões de investimento.** São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

**GITMAN, L. Princípios de administração financeira.** 7.ed. São Paulo: Harbra, 2002.

**JADOVSKI, I., MASUERO, A. Estudo dos custos de implantação, operação, e manutenção de usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição.** 2006. ENTAC 2006 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

**JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. Tese (Livre Docência) – Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

**MACULAN, L. S., MARTINS, S. M., PANDOLFO, A. Análise de viabilidade econômica na implantação de um centro de reciclagem de resíduos no município de Passo Fundo - RS.** 2008. ENSUS 2008 – Universidade de Passo Fundo. 2008.

**REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Análise econômica e social de projetos florestais:** matemática financeira, formulação de projetos, avaliação de projetos, localização de projetos, análise de custo-benefício. Viçosa: Ed. UFV, 1993.

**VERAS, L. L. Matemática financeira:** uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

**ZORDAN, S. E. A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto.** 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 1997.