



doi: 10.19177/rgsa.v6e22017478-494

## **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Claison Kuhn<sup>1</sup>**

**Eduardo Madeira Brum<sup>2</sup>**

**Ritielli Berticelli<sup>3</sup>**

**Adalberto Pandolfo<sup>11</sup>**

**Pâmela Bia Pasquali<sup>12</sup>**

### **RESUMO**

As Usinas de Resíduos da Construção Civil surgiram com o intuito de diminuir o impacto ambiental causado pela geração de Resíduos da Construção Civil (RCC) e promovendo a valoração dos resíduos, constituindo-se em uma alternativa sustentável. Porém, é preciso justificar a reciclagem como uma atividade produtiva, que gera emprego e renda, e que deve ser lucrativa economicamente, aliada evidentemente, aos benefícios ambientais decorrentes da sua existência. No Brasil muitas usinas estão sendo desativadas ou paralisadas por falta de administração e dificuldades de operação e manutenção. O estudo proposto justifica-se pela realidade da insustentabilidade econômica observada em diversas Usinas de RCC, promovendo um estudo que vai auxiliar o empreendedor a conhecer melhor os dados de avaliação econômica da sua atividade. Foram utilizados métodos de análise econômica, usando, para tanto, dados obtidos diretamente junto à Usina. Sendo assim, inicialmente foi realizada uma caracterização do empreendimento, com quantificação e classificação dos resíduos recebidos na Usina. Foram levantados os custos com investimento inicial, custos de operação e receitas geradas através da cobrança pelo recebimento dos resíduos. Por fim, foram desenvolvidos estudos detalhados do processo produtivo da Usina de RCC, buscando avaliar o empreendimento quanto à sua viabilidade econômica. Os resultados demonstraram que o empreendimento traz uma série de benefícios ambientais e sociais, porém, somente com a receita obtida com o recebimento dos resíduos, o empreendimento é inviável do ponto de vista econômico. Entretanto, com adoção de alternativas simples é possível tornar o negócio atrativo.

**Palavras-chave:** Análise econômica de projetos. Usina de resíduo da construção civil. Reciclagem de resíduos da construção civil.

<sup>1</sup> Acadêmico de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. E-mail: kclaison@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente na Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. E-mail: eduardobrum@upf.br

<sup>3</sup> Doutoranda em Engenharia, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. E-mail: ritiberticelli@yahoo.com.br

<sup>11</sup> Docente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. E-mail: adalbertopandolfo@gmail.com

<sup>12</sup> Acadêmica de Engenharia Ambiental, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de construção civil é um dos setores mais importantes para a economia do Brasil (CBIC, 2015), sendo responsável pela geração de inúmeros empregos diretos e indiretos, a indústria da construção é de grande importância para assegurar a infraestrutura necessária ao crescimento e desenvolvimento de uma nação (PASCHOALIN FILHO et al, 2014). Porém, apesar dos impactos socioeconômicos positivos, a indústria da Construção Civil é responsável por um intensivo consumo de matérias-primas naturais, gerando uma grande quantidade de resíduos que, se não forem adequadamente descartados ou manejados, poderão causar sérios impactos ambientais (MELO, 2011).

Segundo Paschoalin Filho e colaboradores (2014), as Usinas de Resíduos da Construção Civil surgiram com o intuito de diminuir o impacto ambiental causado pela geração de RCC e promovendo a valoração dos resíduos, constituindo-se em uma alternativa sustentável. Representam o ponto de partida para a transformação dos resíduos gerados pelas atividades de construção, em matéria-prima para novas obras, bem como reduzindo os impactos causados pela necessidade de extração em jazidas naturais e custos de transporte e destinação; além de aumentar a vida útil de aterros licenciados.

Atualmente a ABRECON estima que existem no Brasil 310 usinas de RCC, sendo que estas além deste número de usinas o mesmo considera o valor de geração de RCD de 500 kg/hab.ano, que foi proposto por Pinto (1999), e uma massa específica do RCD de 1200 kg/m<sup>3</sup>, (MIRANDA et al., 2016).

No Brasil, muitas usinas estão desativadas ou paralisadas. Os principais motivos relatados pelos autores são: má administração, dificuldades de manutenção e operação da usina (que muitas vezes ocorre pela falta de pessoal tecnicamente preparado) ou falta de reposição de peças e equipamentos (MIRANDA et al., 2009).

A Usina estudada entrou em operação no ano de 2015, sendo que na época não foram realizados planos de negócio ou estudos objetivando avaliar a viabilidade econômica do empreendimento e o tempo de retorno do investimento aplicado.

Assim, este estudo buscou analisar a viabilidade econômica da implantação de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil em um município de médio porte.

## **2 METODOLOGIA**

A usina estudada está situada no município de médio porte do estado do Rio Grande do Sul. Segundo IGBE (2016), são consideradas cidades de médio porte aquelas que possuem arranjos populacionais entre 100 000 a 750 000 habitantes.

A presente pesquisa de natureza qualitativa tem propósito exploratório, de acordo com as classificações de Gil (2010).

A matéria prima é fornecida por empresas de tele entulho que recolhem os RCC do município e região.

Inicialmente foi realizada uma breve descrição e caracterização do empreendimento e suas estruturas. As informações foram obtidas de forma primária, através de visitas técnicas, observação direta no empreendimento, pesquisa documental (consulta a diários de obras e relatórios gerenciais) e entrevistas semiestruturadas com o gestor da empresa. Esta fase foi necessária para uma sistematização e uma análise de informações já conhecidas ou disponíveis sobre o empreendimento e os serviços por ele oferecidos, retratando assim, as atuais condições físicas e operacionais, como caracterização dos resíduos, operação do empreendimento, formas de acondicionamento, etc.

Posteriormente, foi realizado um levantamento referente à quantidade e classificação dos RCC que a Usina recebe. Através de uma planilha, foi realizada uma análise diária do volume de RCC que chegavam na Usina. O período de análise foi de 4 meses, compreendendo os meses de maio a agosto/2016.

Para esta etapa, foram relacionados em um fluxo de caixa os investimentos e os gastos para construção e instalação, bem como os custos e despesas com materiais, equipamentos e mão-de-obra utilizados na operação da Usina de RCC:

1) Investimento inicial: contemplando os gastos com programas e projetos, licenças ambientais, implantação e/ou construção, instalações e materiais e/ou equipamentos;

2) Custos e despesas: gastos com materiais de escritório e limpeza, contas de água, luz e telefone, pessoal, veículos, equipamentos gerais e despesas legais;

3) Custos de manutenção: gastos com manutenções preventivas e corretivas dos equipamentos;

Os gastos operacionais fixos compostos pela mão de obra e encargos sociais foram determinados com base no quadro funcional da empresa e nos salários já pagos para operação do empreendimento, por meio de acesso às informações obtidas junto aos dados de contabilidade da Usina.

Quanto aos insumos utilizados, como água e energia, foram calculados através de uma média das três últimas contas fornecidas pelo gestor. Os custos operativos com as máquinas e equipamentos, custos com equipamentos de proteção individual e coletiva, despesas administrativas, material de escritório, limpeza, internet e telefone também foram obtidos através de entrevista com o empreendedor.

Sendo assim, os custos foram levantados com base nas principais características técnicas e econômicas envolvidas para implantação, instalação e operacionalização do empreendimento.

A determinação das receitas foi obtida através das informações quantitativas dos resíduos que chegam na Usina diariamente, multiplicado pelo valor do m<sup>3</sup> que o empreendedor cobra para receber esses resíduos. É importante salientar, que o presente estudo visa determinar se a empresa é viável economicamente somente a partir da receita obtida com o recebimento dos resíduos, no serviço de propor uma destinação ambientalmente adequada para os mesmos, não focando na receita obtida com a comercialização dos subprodutos gerados no processo (agregados).

Por fim, foi realizada a análise da viabilidade econômica Usina de RCC, utilizando os métodos do Payback, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno.

A análise do fluxo de caixa contou com a projeção de entradas (receitas) e saídas (custos, despesas, impostos e investimentos) de recursos financeiros por um determinado tempo. Esses gastos foram analisados para estabelecer se a empresa é atrativa economicamente.

Foram elaborados dois cenários, o primeiro considerou que o capital inicial foi 100% investido pelo empreendedor. O segundo cenário avaliou a viabilidade

econômica considerando que o empreendedor fosse realizar um financiamento de 80% do valor do investimento inicial a uma taxa de 12% a.a., e amortização em 10 anos.

O desenvolvimento da avaliação econômica foi realizado em planilhas do Excel® e com as informações de custos e despesas obtidas na etapa anterior.

### **3 RESULTADOS**

A Usina de Reciclagem iniciou sua operação no ano de 2015. É a primeira e única usina de resíduos da construção civil licenciada no município. A usina possui uma área de 13.850 m<sup>2</sup> e conta com 8 funcionários.

A empresa recebe resíduos provenientes de caçambas conhecidas como tele entulho, com capacidade de 5,00 m<sup>3</sup>, em caminhão, e através de bolsas denominadas BAGs, que são recipientes de lona impermeável com elevada capacidade volumétrica que se destinam ao transporte e armazenamento de entulho, facilitando o armazenamento e transporte destes materiais.

O processo de reciclagem na usina começa com o recebimento do entulho. Quando os caminhões chegam à usina são identificados e passam por um controle de transporte de resíduos (CTR). Nessa etapa são anotados, o endereço, transportador, gerador, os tipos de resíduos e a quantidade volumétrica. Esta etapa é realizada na portaria.

Depois de conferido, o caminhão descarrega o material em um galpão para separação dos materiais mais grossos, caso existam, e encaminha os materiais para a esteira, que possui comprimento de 30 metros.

Na esteira acontece a triagem do material. Os funcionários realizam a separação manual e colocam os materiais em bags e containers que estão acoplados em baixo da esteira (Fig.1). Esses materiais são de classe B (madeira, aço, plástico, papel, gesso, entre outros). Os materiais classificados como Classe D (solventes, embalagens de produtos químicos, óleos, manta asfáltica, etc.) também são separados nessa etapa.



Figura 1: Esteira de separação e local de armazenamento dos materiais reciclados

Fonte: Autores (2016).

Depois dessa triagem, restam na esteira somente materiais Classe A (tijolos, blocos, argamassa, entulhos de demolição, etc.). Este material passa por uma esteira classificatória com três níveis, que pela granulometria já faz a separação em areia reciclada, pedrisco reciclado ou saibro grosso reciclado (Fig.2)



Figura 2: Esteira classificatória de agregados reciclados

Fonte: Autores (2016).

A empresa não possui balança para pesagem das caçambas, dessa maneira, a quantificação e classificação foi realizada de forma visual. Um funcionário é responsável por realizar a checagem e preencher a CTR.

Entre os meses de maio e agosto de 2016 foi gerada uma média mensal de 4063 m<sup>3</sup> de RCC (Tabela 1). Quanto à classificação dos resíduos recebidos pela Usina, de acordo com a resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002), a maioria dos resíduos gerados, 96,85% possui potencial para serem reciclados (Fig. 3), sendo enquadrados como Classe A ou Classe B.

Tabela 1: Quantificação de classificação dos resíduos recebidos pela Usina

Mês/2016	Classificação CONAMA 307 (2002)			
	Classe A (m³)	Classe B (m³)	Classe C (m³)	Classe D (m³)
Maio	2320	2292	90,5	10
Junho	1938,86	1621,65	116,5	10,4
Julho	2096	1769,5	115,5	40
Agosto	1911,7	1828,3	45	45
<b>Média</b>	<b>2066,64</b>	<b>1877,86</b>	<b>91,87</b>	<b>26,35</b>

Fonte: Autores, 2016.

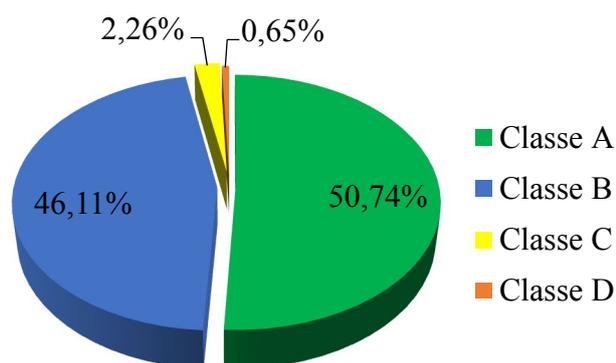


Figura 3: Classificação dos resíduos recebidos pela Usina

Fonte: Autores (2016).

A composição dos RCC varia conforme a procedência do material. Pesquisas conduzidas por Marques Neto e Schalch (2010); Silva et al. (2010); Carmo et al. (2012); Tessaro et al (2012) e Lima e Cabral (2013) revelam que as massas de RCC são compostas, predominantemente, por resíduos cimentícios e cerâmicos, podendo ser classificados como Classe A, conforme a Resolução no 307 (BRASIL, 2002). Segundo Mália et al. (2011), as massas de RCC brasileiras são compostas por materiais que podem ser valorados e grande potencial de reinserção na cadeia produtiva da Construção Civil.

O investimento inicial do empreendimento foi determinado de acordo com informações fornecidas pelo empreendedor. Na Tabela 2 pode ser visto o custo total com investimento inicial.

Tabela 2: Custo com investimento inicial

<b>Etapas</b>	<b>Total (R\$)</b>
1. Projetos	40.000,00
2. Licenciamento ambiental e consultoria	50.000,00
3. Aquisição da área	1.125.000,00
4. Terraplanagem	150.000,00
5. Infraestrutura: galpão, escritórios, guarita	470.000,00
6. Instalação energia trifásica	20.000,00
7. Máquinas e Equipamentos	748.000,00
<b>Subtotal</b>	<b>2.603.000,00</b>
Imprevistos/contingências	26.030,00
<b>Total</b>	<b>2.629.030,00</b>

Fonte: Adaptado Ecosmart, 2016.

Além de todos os custos com investimento inicial, na análise de viabilidade econômica será adicionado o valor de R\$ 50.000,00 para capital de giro, esse valor foi informado pelo empreendedor.

O gasto de operação é composto pelos gastos com insumos tais como materiais de escritório e limpeza, contas de água, luz, internet e telefone, mão de obra, despesas com máquinas e equipamentos e despesas legais.

A empresa possui 8 (oito) funcionários. A soma da incidência de encargos sobre o salário varia de 70% a 100% dependendo do tipo de indústria e das condições de trabalho dos operários. Para este estudo foi definido o indicado planilha de encargos sociais sobre a mão de obra (SINAPI, 2016), resultando no índice de 85,03%.

Quanto aos insumos utilizados, à água será fornecida pelo poço tubular (o investimento inicial para instalação do poço foi considerado no item infraestrutura do investimento inicial), tendo como custo somente as análises necessárias e manutenções do poço, que custarão aproximadamente de R\$ 1.200,00/ano, de acordo com informações obtidas por empresa que realizam este tipo de serviço. O empreendedor informou que o valor médio gasto com energia elétrica na usina é de R\$ 2.500,00 por mês.

Os custos operativos com as máquinas e equipamentos foram informados pelo empreendedor, que é de aproximadamente R\$ 4.500,00 por mês. Incluindo reposição de peças, manutenção, combustível, lubrificantes, pneus e taxas.

Os custos com EPIs (equipamentos de proteção individual) de aproximadamente R\$ 168,47/mês.

As despesas administrativas foram obtidas de acordo com as informações repassadas pelo empreendedor. Referente aos gastos com contabilidade, o gasto mensal é de R\$ 1.000,00, material escritório e limpeza de R\$ 500,00/mês (como estimativa de verba) e internet e telefone para o escritório é de aproximadamente R\$ 500/mês, além do sistema de vigilância do empreendimento que é de R\$ 2000,00/mês. Além disso, foi considerado o Pró-labore do proprietário de R\$ 6.000,00 por mês. Dessa maneira, as despesas administrativas são de R\$ 10.000,00 mensais.

A Tabela 3 apresenta um somatório dos gastos operacionais do empreendimento.

Tabela 3: Custos e Despesas para a operação da usina

<b>Parâmetros operacionais</b>	<b>Gasto mensal</b>	<b>Gasto anual (R\$)</b>
Mão de obra	22.573,66	270.883,92
Manutenção poço tubular	100,00	1.200,00
Energia	2.500,00	30.000,00
Custo operativo máquinas	4.500,00	54.000,00
EPI	168,47	2.021,64
Despesas Administrativas	10.000,00	120.000,00
<b>Total (R\$)</b>	<b>39.842,13</b>	<b>478.105,56</b>

Fonte: Autores, 2016

O presente estudo avaliou a viabilidade da Usina somente a partir da receita obtida com o recebimento dos resíduos, no intuito de propor uma destinação ambientalmente adequada para os mesmos, não focando na receita obtida com a comercialização dos subprodutos gerados no processo (agregados).

O empreendedor possui um preço fixo para que a matéria prima seja entregue na Usina. O preço cobrado é R\$ 15,00 por m<sup>3</sup>. Sendo assim, foi possível estimar a receita oriunda do recebimento dos resíduos, conforme Tabela 4.

Tabela 4: Determinação da receita do empreendimento

<b>Mês - Recebimento de resíduos</b>	<b>Quantidade recebida (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Valor (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Receita mensal (R\$)</b>
Maio/2016	4.712,50	15,00	70.687,50
Junho/2016	3.687,41	15,00	55.311,15
Julho/2016	4.021,00	15,00	60.315,00
Agosto/2016	3.830,30	15,00	57.454,50
<b>Média</b>	<b>4.062,80</b>	<b>15,00</b>	<b>60.942,04</b>

Fonte: Autores, 2016.

Através da Tabela 4 foi possível determinar a receita anual do empreendimento a partir do recebimento dos resíduos. A receita mensal foi multiplicada por 12 meses, obtendo-se uma receita anual de R\$ 731.304,45.

Em relação aos impostos que incidiram sobre a empresa, buscaram-se informações baseadas no anexo IV da Tabela do Simples Nacional, que vigora desde 01/01/2012, na qual o empreendimento é caracterizado como prestadora de serviços, assim podendo ser optante pelo Simples Nacional. A tributação será de acordo com a regulamentação prevista para as faixas de receita bruta do empreendimento, constantes nas Tabelas do Anexo IV, da referida Lei (RECEITA FEDERAL, 2016). Realizando o enquadramento de acordo com a receita da empresa a alíquota aplicada no presente estudo é de 8,97%.

A análise de viabilidade econômica foi realizada para um período de 10 anos. Alguns parâmetros de análise foram utilizados para verificação da viabilidade econômica do empreendimento, como demonstra o quadro 1.

Quadro 1: Parâmetros utilizados na análise de viabilidade econômica

<b>Parâmetros</b>	<b>Valor utilizado</b>
TMA	8%
Período de análise	10 anos
Taxa depreciação construções	4%
Taxa depreciação equipamentos	25%

Fonte: Autores, 2016.

A resolução do fluxo de caixa financeiro foi através de uma planilha Excel, na qual se relacionou a receita bruta para dez anos de vida econômica do projeto e deduziu-se o valor dos impostos proporcional, obtendo-se a receita líquida. Em relação ao lucro bruto foram deduzidos da receita líquida os custos fixos e os custos variáveis.

Após, subtraiu-se as despesas fixas, obtendo-se o lucro líquido tributável, e após a dedução do imposto de renda e da contribuição social sobre o lucro líquido, obteve-se o lucro real do empreendimento.

Baseado no investimento inicial, no tempo de vida útil e no lucro líquido da Usina, calculou-se o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Tempo de Recuperação do Investimento (Payback).

Foram elaborados dois cenários, o primeiro considerou que o capital inicial foi 100% investido pelo empreendedor. De acordo com os dados obtidos, o VPL foi

negativo indicando a inviabilidade econômica da Usina. O Payback é o parâmetro responsável por analisar o período de retorno do investimento, o capital investido não foi recuperado no período de 10 anos. Sendo assim, o empreendimento não é viável somente com o valor cobrado pelo recebimento dos RCC. Dessa maneira, a lucratividade poderá ser obtida com a comercialização dos materiais produzidos pela Usina.

O segundo cenário avaliou a viabilidade econômica considerando que o empreendedor fosse realizar um financiamento de 80% do valor do investimento inicial a uma taxa de 12% a.a., amortização em 10 anos e carência nos dois primeiros anos. De acordo com os dados obtidos, o VPL foi negativo indicando a inviabilidade econômica da Usina. O Payback é o parâmetro responsável por analisar o período de retorno do investimento, o capital investido não foi recuperado no período de análise. Sendo assim, o empreendimento com financiamento do investimento inicial também é inviável somente com o valor cobrado recebimento dos RCC. Obtendo mais vantagem do que o cenário anterior, pois o VPL foi maior.

Entretanto, realizou-se uma simulação aumentando o preço do recebimento dos resíduos de R\$ 15,00 para R\$ 21,00 por m<sup>3</sup> (valor mínimo que o VPL foi positivo). Nesse caso, a análise foi atrativa do ponto de vista econômico, conforme pode-se verificar no Quadro 2 considerando o Fluxo financeiro do empreendimento com capital próprio.

Quadro 2: Fluxo financeiro do empreendimento com capital próprio aumentando o preço de recebimento dos resíduos

Descrição	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Receita Bruta</b>		<b>716.678</b>	<b>921.443</b>	<b>1.023.826</b>							
(-) Imp. Prop. vendas		64.286	82.653	91.837	91.837	91.837	91.837	91.837	91.837	91.837	91.837
<b>(=) Receita Líquida</b>		<b>652.392</b>	<b>838.790</b>	<b>931.988</b>							
(-) Custo Var. Prod.		42.840	55.080	61.200	61.200	61.200	61.200	61.200	61.200	61.200	61.200
(-) Custo Fixo Prod.		318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884
<b>(=) Lucro Bruto</b>		<b>290.668</b>	<b>464.826</b>	<b>551.905</b>							
(-) Despesa Variável		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Despesa Fixa		120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
(-) Desp. Financeiras		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Venda ativo (VR)											300.806
<b>(=) Lucro Líq c/IR</b>		<b>170.668</b>	<b>344.826</b>	<b>431.905</b>	<b>732.711</b>						
(-) Depreciação		217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	-451.141
<b>(=) Lucro Tributável</b>		<b>-46.573</b>	<b>127.584</b>	<b>214.663</b>	<b>1.183.851</b>						
IR (e CS)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>LL s/IR = LL c/IR-IR</b>		<b>170.668</b>	<b>344.826</b>	<b>431.905</b>	<b>732.711</b>						
(-) Amortização		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Investimento	-2.679.030										
(+) Financiamento	0										
(+) Capital de Giro											50.000
<b>FC Financeiro</b>	<b>-2.679.030</b>	<b>170.668</b>	<b>344.826</b>	<b>431.905</b>	<b>782.711</b>						
<b>FC Descontado</b>	<b>-2.679.030</b>	<b>158.026</b>	<b>295.632</b>	<b>342.860</b>	<b>317.463</b>	<b>293.947</b>	<b>272.173</b>	<b>252.012</b>	<b>233.345</b>	<b>216.060</b>	<b>362.546</b>
<b>TIR:</b>		<b>8,47%</b>									
<b>VPL:</b>		<b>65.034</b>									
<b>VA:</b>		<b>9.692</b>									
<b>VP do negócio:</b>		<b>2.744.064</b>									

Fonte: Autores, 2016.

De acordo com os dados obtidos nesta simulação, o VPL foi positivo indicando a viabilidade econômica da Usina. O Payback é o parâmetro responsável por analisar o período de retorno do investimento, o capital investido foi recuperado no período de 7 para 8 anos.

No Quadro 3 considerando o fluxo financeiro do empreendimento decorrente de financiamento, considerando aumento do preço de recebimento dos resíduos.

Quadro 3: Fluxo financeiro do empreendimento decorrente de financiamento, considerando aumento do preço de recebimento dos resíduos.

Descrição	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Receita Bruta</b>		<b>716.678</b>	<b>921.443</b>	<b>1.023.826</b>							
(-) Imp. Prop. vendas		64.286	82.653	91.837	91.837	91.837	91.837	91.837	91.837	91.837	91.837
<b>(=) Receita Líquida</b>		<b>652.392</b>	<b>838.790</b>	<b>931.988</b>							
(-) Custo Var. Prod.		42.840	55.080	61.200	61.200	61.200	61.200	61.200	61.200	61.200	61.200
(-) Custo Fixo Prod.		318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884	318.884
<b>(=) Lucro Bruto</b>		<b>290.668</b>	<b>464.826</b>	<b>551.905</b>							
(-) Despesa Variável		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Despesa Fixa		120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
(-) Desp. Financeiras		144.387	144.387	144.387	126.339	108.290	90.242	72.193	54145,08	36.097	18.048
(+) Venda ativo (VR)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	300.806
<b>(=) Lucro Líq c/IR</b>		<b>26.281</b>	<b>200.439</b>	<b>287.518</b>	<b>305.566</b>	<b>323.614</b>	<b>341.663</b>	<b>359.711</b>	<b>377.759</b>	<b>395.808</b>	<b>714.662</b>
(-) Depreciação		217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	217.241	-451.141
<b>(=) Lucro Tributável</b>		<b>-190.960</b>	<b>-16.802</b>	<b>70.276</b>	<b>88.325</b>	<b>106.373</b>	<b>124.422</b>	<b>142.470</b>	<b>160.518</b>	<b>178.567</b>	<b>1.165.803</b>
IR (e CS)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>LL s/IR = LL c/IR-IR</b>		<b>26.281</b>	<b>200.439</b>	<b>287.518</b>	<b>305.566</b>	<b>323.614</b>	<b>341.663</b>	<b>359.711</b>	<b>377.759</b>	<b>395.808</b>	<b>714.662</b>
(-) Amortização		0	0	150.403	150.403	150.403	150.403	150.403	150.403	150.403	150.403
Investimento	<b>2.679.030</b>										
(+) Financiamento	<b>2.143.224</b>										
(+) Capital de Giro											50.000
<b>FC Financeiro</b>	<b>-535.806</b>	<b>26.281</b>	<b>200.439</b>	<b>137.115</b>	<b>155.163</b>	<b>173.211</b>	<b>191.260</b>	<b>209.308</b>	<b>227.356</b>	<b>245.405</b>	<b>614.259</b>
<b>FC Descontado</b>	<b>-535.806</b>	<b>24.334</b>	<b>171.844</b>	<b>108.846</b>	<b>114.049</b>	<b>117.885</b>	<b>120.526</b>	<b>122.129</b>	<b>122.834</b>	<b>122.763</b>	<b>284.521</b>
TIR =		26,59%									
VPL =		773.926									
VA =		115.338									
VP do negócio =		1.309.732									

Fonte: Autores, 2016.

Os dados obtidos nesta simulação demonstram a viabilidade do negócio. O VPL foi positivo. O Payback, período de retorno do investimento foi de 4 para 5 anos, demonstrando uma recuperação muito rápida do investimento.

No presente estudo foi possível verificar a sustentabilidade econômica da Usina de RCC para um município de médio porte. A reciclagem de RCC é uma atividade produtiva que gera emprego, renda e estimula a sustentabilidade, promovendo que materiais que eram considerados resíduos voltem aos canteiros de obras como matéria prima.

Além dos benefícios ambientais, era necessário verificar a sustentabilidade econômica do empreendimento, obtendo informações sobre a viabilidade econômica da implantação de uma Usina de RCC.

Através da caracterização do empreendimento e diagnóstico com a quantificação e classificação dos resíduos recebidos pela Usina foi possível conhecer todo o processo produtivo e sua capacidade, para posteriormente realizar a análise. A usina possui uma infraestrutura com máquinas e equipamentos suficientes para a demanda recebida atualmente. No que se refere à quantificação dos materiais recebidos, a média mensal é de 4062,72 m<sup>3</sup>, sendo que 50,74% desse valor é resíduo Classe A e 46,11% resíduo Classe B, ambos com grande potencial

de reciclagem. Os resíduos Classe A são aproveitados na própria Usina, na produção de agregados reciclados. Os resíduos Classe B são comercializados para empresas de reciclagem externas. Sendo assim, promovendo a reciclagem eficiente dos materiais, pode-se alcançar índices de mais de 90% de aproveitamento dos resíduos recebidos.

Através do levantamento de custos com investimento inicial, custos de operação e receitas oriundas do recebimento dos resíduos na Usina foi possível realizar a análise de viabilidade econômica do empreendimento. Foram analisados dois cenários, o primeiro com investimento inicial próprio e o segundo considerou o financiamento de 80% do valor do investimento inicial. Para ambos, os resultados demonstraram que somente com o recebimento dos resíduos a Usina é inviável economicamente. Porém, aumentando o valor de recebimento em 40%, de R\$ 15,00 para R\$ 21,00, o empreendimento demonstrou grande atratividade e viabilidade econômica.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A reciclagem de RCC através da Usina de beneficiamento é uma alternativa que traz ganhos ambientais, sociais e pode também apresentar atratividade do ponto de vista econômico. Entretanto, somente o intuito de se ter no município uma empresa que recebe os materiais recolhidos nos tele entulho não garante a viabilidade do negócio.

A empresa não teve condições de alcançar a viabilidade econômica com a receita atualmente obtida com o recebimento dos RCC, porém, considerando um cenário de aumento o valor cobrado pelo serviço em 40%, o empreendimento se tornou atrativo.

Além disso, para futuros estudos deverá ser considerada a receita oriunda da comercialização dos agregados produzidos na Usina, o que certamente tornará o empreendimento ainda mais viável economicamente.

# ANALYSIS OF ECONOMIC FEASIBILITY OF A RECYCLING PLANT FOR CONSTRUCTION WASTE

## ABSTRACT

The construction waste plants emerged with the aim of reducing the environmental impact caused by the generation of construction wastes and promoting the valuation of residues, constituting a sustainable alternative. However, it is necessary to justify recycling as a productive activity, which generates jobs and income, and that must be economically profitable, of course, the environmental benefits arising from your existence. In Brazil many power plants are being disabled or paralysed by lack of administration and operation and maintenance difficulties. The proposed study is justified by the reality of economic unsustainability observed in several plant construction waste, promoting a study that will assist the entrepreneur to know better the economic evaluation data of your activity. Economic analysis methods were used, using for this purpose, data obtained directly next to the plant. Thus, it was initially performed a characterization of the venture, with classification and quantification of residues that are received daily at the plant. Were raised initial investment costs, operating costs and revenue generated by charging by the receipt of the waste. Finally, detailed studies have been developed from the production process of plant construction waste, seeking to evaluate the project regarding your economic viability. The results showed that the project brings a series of environmental and social benefits, however, only with the revenue obtained with the receipt of the waste, the venture is viable from an economic point of view. However, with the adoption of simple alternatives you can make the business attractive.

**Keywords:** Economic analysis of projects. Plant construction waste. Recycling of construction waste.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Alterada pelas Resoluções nº 348, de 2004, nº 431, de 2011 e nº 448, de 2012. Dispõe sobre gestão dos Resíduos da Construção Civil. Brasília, 2002. Disponível em: < [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acesso em: 15 jul. 2016.

CARMO, D. S.; MAIA, N. S.; CÉSAR, C. G. Avaliação da tipologia dos resíduos de construção civil entregues nas usinas de beneficiamento de Belo Horizonte. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 187-192, 2012.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Banco de Dados 2015**. Disponível em: . Acesso em 20 jul. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Arranjos Populacionais e Concentrações urbanas do Brasil**. 2 Ed., 2016.

LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 169-176, 2013.

MÁLIA, M.; BRITO, J.; BRAVO, M. Indicadores de Resíduos de Construção e Demolição para Construção Residenciais Novas. **Revista Ambiente Construído**, v. 11, n. 3, p. 117-130, jul. / set. 2011.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. Gestão dos resíduos de construção e demolição: Estudo da situação no município de São Carlos-SP, Brasil. **Revista Engenharia Civil da Universidade do Minho**, n. 36, p. 41-50, 2010.

MELO, A. V. S. **Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil**. Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental Urbano da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador/BA. 2011.

MIRANDA, L. F. R.; LEVI, T., VOGT, V., BROCARD, F. L. M., BARTOLI, H. **Panorama atual do setor de reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 21 a 23 Setembro 2016, São Paulo/SP. ENTAC. 2016.

MIRANDA, L. F.; ANGULO, S. C.; CARELI, É. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, 2009, 57-71 p.

PASCHOALIN FILHO, J.A.; ROMÃO, A.S.; QUARESMA, C.C.; DUARTE, E.B.L.; OLIVEIRA, R.B. Usinas de Reciclagem de Entulho como alternativa na redução dos impactos da Construção Civil: um estudo de caso da usina Cabuçu. **Anais...** In: XVI ENGEMA, São Paulo, 2014.

RECEITA FEDERAL - Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998. Disponível em:  
<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=anotado&idAto=15004>. Acesso em: 20 nov. 2016.

SILVA, W. M.; FERREIRA, R. C.; SOUZA, L. O.; SILVA, A. M. Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição e sua utilização como base, sub-base e mistura betuminosa em pavimento urbano em Goiânia-GO. **Revista Brasileira de Ciência Ambientais**, n. 15, p. 1-9, mar. 2010.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Encargos Sociais. Disponível em: [http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-encargos-sociais-memorias-de-calculo/ENCARGOS\\_SOCIAIS\\_MEMORIA\\_DE\\_CALCULO.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-encargos-sociais-memorias-de-calculo/ENCARGOS_SOCIAIS_MEMORIA_DE_CALCULO.pdf). Acesso em 20 out. 2016.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 121-130, abr. / jun. 2012.