

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ARTHUR AUGUSTO COSTA ROQUE**

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

**MONOGRAFIA**

**CURITIBA**

**2015**

**ARTHUR AUGUSTO COSTA ROQUE**

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

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli

**CURITIBA**

**2015**



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

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

por

**ARTHUR AUGUSTO COSTA ROQUE**

Monografia aprovada, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores abaixo assinados:

---

Dr. André Nagalli  
Prof. Orientador

---

Dr.<sup>a</sup> Clarice Farian de Lemos  
Membro titular

---

Dr. Alfredo Iarozinski Neto  
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho à minha família e amigos, pelos momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida, e peço, desde já, desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. André Nagalli, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

ROQUE, Arthur Augusto Costa. **Análise da Viabilidade de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**. 2015. 28p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

O correto gerenciamento de resíduos de construção e de demolição inclui alternativas de destino final ambientalmente corretas. Dentre estas alternativas destacam-se as usinas de reciclagem de resíduos da construção civil (RCC). O objetivo deste trabalho é verificar a viabilidade da operação de uma usina de reciclagem de RCC. Foram observados e avaliados os processos produtivos e dados financeiros por um período de 3 meses. Os resultados indicam que o período de retorno do investimento inicial de R\$ 7,5 milhões é de 26 anos adotando-se uma taxa de 8% a.a. O custo médio mensal de operação, em torno de R\$ 200.000,00, e receita bruta média mensal de R\$ 258.000,00, propiciaram lucro líquido médio mensal de R\$ 58.000,00 e comprovam as vantagens financeiras da instalação dessas usinas em grandes centros urbanos. O estudo concluiu que o investimento em unidade de reciclagem de RCC só é justificado a longo prazo.

**Palavras-chave:** Usina de Reciclagem. Resíduo de Construção Civil. Viabilidade Econômica.

## ABSTRACT

ROQUE, Arthur Augusto Costa. **Analysis of the Feasibility of a Plant Construction Waste Recycling**. 2015. 28p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Federal Technology University - Parana. Curitiba, 2015.

The correct management of construction and demolition waste includes environmentally correct final destination alternatives. Among these alternatives include whether the construction waste recycling plants (RCC). The aim of this study is to verify the feasibility of operating a RCC recycling plant. They were observed and evaluated processes, and financial data for a period of 3 months. The results indicate that the payback period of the initial investment of R \$ 7.5 million is 26 years by adopting a rate of 8% pa The average monthly cost of operation, around R \$ 200,000.00 in, and average monthly gross revenue of R \$ 258,000.00, propitiated average monthly net income of R \$ 58,000.00 and demonstrate the financial advantages of installing these plants in large urban centers. The study concluded that investment in RCC recycling unit is only justified in the long term.

**Keywords:** Recycling Plant. Civil Construction Waste. Economic Viability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma esquemático de operação da usina.....	18
Gráfico 1 – Participação dos produtos no total de vendas .....	25
Quadro 1 – Classificação dos resíduos.....	16
Quadro 2 – Divisão de funcionários por setor .....	17
Quadro 3 – Preços para os materiais recebidos na usina em estudo .....	19
Tabela 1 – Receitas e custos nos meses de abril à junho 2015 .....	22
Tabela 2 – Quantidades de resíduos recebidos/vendidos tabela nos meses de abril a junho 2015.....	24



## LISTA DE SIGLAS

ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PVA	Acetato de Polivinila
PVC	Policloreto de Vinila
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO DE CASO .....	17
3.2 MÉTODO DE PESQUISA .....	20
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>22</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e, por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos (PINTO; GONZÁLES, 2005).

Um estudo da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2014) estimou que a quantidade de Resíduos da Construção Civil (RCC) coletada em 2010 no Brasil foi cerca de 42 milhões de toneladas. Esse valor aumentou para 45 milhões de toneladas em 2014, o que implica no aumento de 4,1% em relação a 2010. Esta situação, também observada em anos anteriores, exige atenção especial quanto ao destino final dado aos RCC, visto que a quantidade total desses resíduos é ainda maior, uma vez que os municípios, via de regra, coletam apenas os resíduos lançados nos logradouros públicos. A abrangência de recursos naturais utilizados no setor e o alto nível de desperdícios caracterizam uma problemática que deve ser relevante à preservação do meio ambiente.

Segundo a ABRELPE (2014), a maioria dos municípios contabiliza as informações sobre a coleta executada pelo serviço público, que, normalmente, recolhe os RCC lançados em locais públicos. Assim, os dados fornecidos pela ABRELPE não consideram em suas projeções os RCC provenientes de serviços privados.

Iniciativas públicas com usinas de reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) começam a ser percebidas no Brasil desde 2001 (ABRELPE, 2012).

Sendo uma responsabilidade dos municípios, a reciclagem do RCD traz inúmeros benefícios como o aumento da vida útil dos aterros sanitários, redução da extração de matérias-primas não renováveis como a brita e a areia, geração de novos postos de trabalho, a produção material de construção a baixo custo, entre outros (JOHN, 2000).

No Brasil, 72,44% dos municípios avaliados possuem serviço de manejo de resíduos de construção civil, sendo que 52,79% exercem o controle sobre os serviços de terceiros (IBGE, 2013). Ainda de acordo com o Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (IBGE), aproximadamente 7% dos municípios possuem alguma forma de processamento de RCC.

Ocorre que os agregados após passarem por processos de reciclagem ainda são vistos como novos produtos no mercado, gerando certa desconfiança no consumidor quanto a sua qualidade frente ao produto virgem, sendo ainda incipientes as usinas privadas que são economicamente viáveis em todos os estados brasileiros. Incentivos e parcerias públicas de aquisição ainda são necessários para seu funcionamento. O mercado de agregados reciclados ainda se encontra em formação.

Devido ao aumento da geração de resíduos da construção civil, essa pesquisa pretende determinar a viabilidade da operação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil. Ao final deste estudo espera-se com a quantificação dos resíduos e a análise das Despesas x Receitas, comprovar que usinas de reciclagem podem colaborar com a redução dos resíduos descartados de forma inadequada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, o processo de reciclagem de RCC está em desenvolvimento e para que se torne uma realidade, a reciclagem precisa se apoiar nos três pilares da sustentabilidade: ser ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável (TOLEDO, 2013).

De acordo com Paiva e Ribeiro (2005), nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte passe por profundas transformações. A cadeia produtiva da construção civil, também denominada *construbusiness*, apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas do seu processo: extração de matérias primas, produção de materiais, construção, uso e demolição. Qualquer sociedade seriamente preocupada com esta questão deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil como prioridade.

Souza (2012) analisou oito usinas de reciclagem de RCC, seis demonstraram viáveis. Os resultados negativos nas outras duas fábricas indicam que a substituição de agregados reciclados nos produtos comercializados nestas indústrias é insuficiente para viabilizar financeiramente a reciclagem do RCC, mesmo com a cobrança pela recepção dos resíduos; isto se deve, principalmente, ao baixo volume de concreto produzido nestas fábricas.

A importância da reciclagem é fundamental porque transforma montanhas de resíduos de construção em pilhas de matéria-prima, que abastecerão novos empreendimentos, tendo como consequência direta a diminuição da pressão sobre o consumo destes bens naturais (BUDKE; CARDOSO; VALE, 2011). Esses resíduos são matérias-primas importantes e de qualidade para a pavimentação de ruas e avenidas, entre outros espaços e vias. Pisos e pavimentos fabricados a partir do reaproveitamento desses resíduos permitem a drenagem do solo e evitam que milhares de toneladas sejam descartados diariamente no meio ambiente e em aterros (SANT'ANNA, 2013).

Quanto aos valores reais de descarte ilegal, podem ser ainda maiores, já que a própria Associação Brasileira para Reciclagem de RCC - ABRECON (2012), admite que a quantidade descartada é muito maior que a oficial (SANT'ANNA, 2013).

É necessária a redução da extração de matéria prima não renovável por parte da construção civil a partir da utilização dos produtos reciclados pelas usinas e com essa pratica cria-se uma alternativa ambientalmente correta para a destinação e reaproveitamento dos resíduos.

Os resíduos da construção civil recebidos em usinas de reciclagem de RCD são usualmente classificados segundo a Resolução nº 307, CONAMA (2002). A classificação estabelecida pela referida resolução, bem como os exemplos previstos no dispositivo legal são apresentados no Quadro 1.

<b>Classificação</b>	<b>Tipologia</b>
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
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.

**Quadro 1 – Classificação dos resíduos**  
**Fonte: CONAMA Nº 307 (2002).**

Fica demonstrado assim, baseando-se na literatura disponível em ABRECON (2012) sobre o assunto e na tese de (SANT'ANNA, 2013), que a quantidade de RCC gerada nos centros urbanos é elevada e que a maior parte do entulho é passível de reciclagem e reaproveitamento na própria construção civil. Para tal, faz-se necessário segregar adequadamente os resíduos segundo sua destinação e, por vezes, beneficiá-lo em usinas de reciclagem de RCC.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse capítulo é composto por duas partes: a primeira descreve as características do local do estudo de caso analisado e a segunda parte que expõe o método empregado no estudo de viabilidade econômica.

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO DE CASO

Para estudo, foi escolhida uma usina de reciclagem de resíduos de construção situada no município de Almirante Tamandaré, região metropolitana de Curitiba. A planta ocupa uma área de 54 mil metros quadrados com capacidade instalada de 2 mil toneladas de RCC por mês. A empresa conta com mais de 20 colaboradores, divididos entre área operacional e administrativa. O detalhamento da função dos funcionários está no Quadro 2.

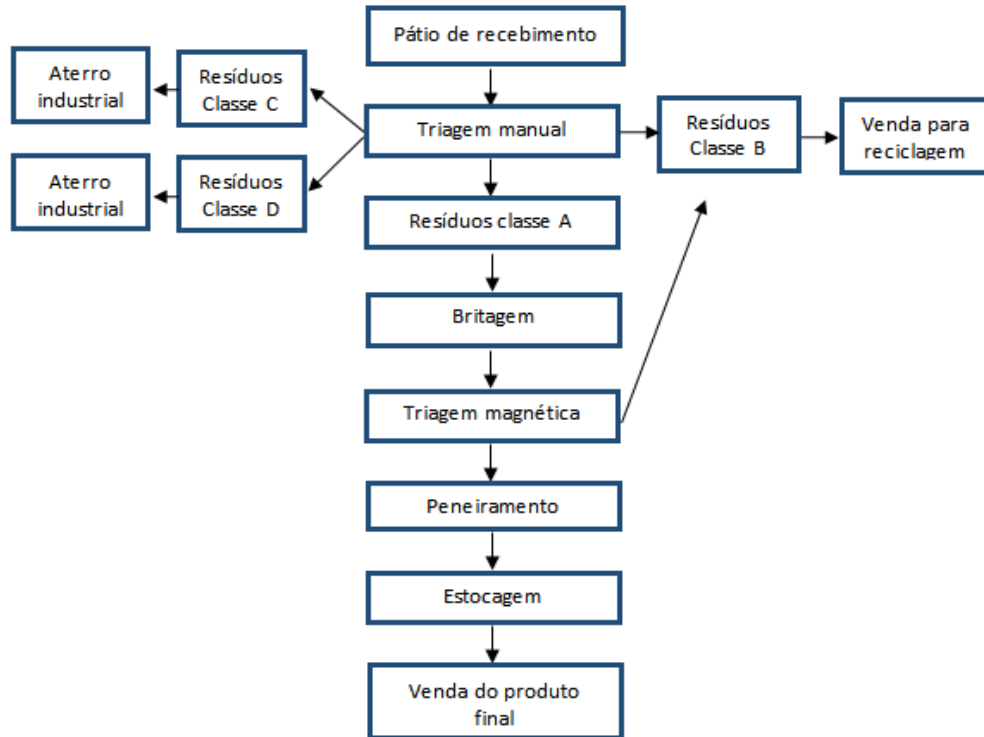
<b>Administrativo</b>	<b>Operacional</b>
1 Gerente	1 Encarregado de maquinas
1 Analista administrativo	2 Tratoristas
	1 operador de britador
	2 encarregados de recebimento
	2 encarregados de triagem
	5 auxiliares de britagem
	5 auxiliares de triagem

**Quadro 2 – Divisão de funcionários por setor**

**Fonte: Usina de RCC.**

O investimento inicial para a construção da planta de reciclagem foi de R\$ 7,5 milhões. A participação atual é de 15% do mercado da construção civil, em Curitiba e região metropolitana, através da unidade de Almirante Tamandaré.

O processo desde o recebimento, passando pelo processamento e obtenção do produto final, são demonstrados na Figura 1.



**Figura 1 – Fluxograma esquemático de operação da usina**  
**Fonte: O próprio autor.**

O processo de recebimento do material se inicia com o funcionário fazendo uma avaliação do resíduo. Observa-se que essa inspeção inicial da carga visa o descarregamento no local mais adequado para cada tipo de material, a fim de melhorar a logística do processamento. Após passar pelo pátio de recebimento, na qual a caçamba é descarregada, é realizada a quantificação de resíduo, tomando-se por base o volume da caçamba estacionária a qual a usina usa como padrão o volume de 5 m<sup>3</sup>. Nessa etapa são estipulados os valores para cada carga, conforme os materiais observados.

Após a quantificação, o material é segregado manualmente de acordo com a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA nº 307 (2002). A segregação é realizada na área de triagem, onde é feita a separação manual de eventuais resíduos das classes B, C e D misturados. Nesta etapa estão envolvidos diretamente 10 funcionários devidamente equipados com Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), tais como: luva, máscara, protetor auricular, óculos de segurança e capacete.

O material processado na usina, após o tritramento e peneiramento, é então classificado em 4 produtos distintos, que se classificam como:



- Areia, com uso recomendado para argamassas de assentamento de alvenaria, contra piso, chapisco, solo-cimento, blocos, tijolos de vedação e massa asfáltica.
- Brita1 para fabricação de artefatos de concreto, como peças pré-moldadas de guias, concreto não estrutural, drenos, forro de pátios e pavimentação.
- Pedrisco para fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados e drenantes, manilhas, drenos, grautes de paredes de vedação e massa asfáltica.
- Rachão para forro no assentamento de tubulação, estabilização de solo mole, fundo de vala, cascalhamento de vias não pavimentadas e etc.

De acordo com Schemin (2013), os RCD têm uma composição muito variada. Como o setor de construção desenvolve várias atividades, o resíduo gerado também pode ser composto por uma variada gama de materiais, dispostas nas classes A, B, C e D.

Para tal variedade de resíduos gerados, a usina em estudo prática uma tabela de preços que varia de acordo com o tipo de material recebido nas caçambas de 5m<sup>3</sup>, pagos pelo gerador, conforme Quadro 3.

<b>Valores para destinação de caçambas de 5m<sup>3</sup></b>
R\$ 30,00 - Caçamba Limpa (Concreto, bloco, <i>pavers</i> e cimento em geral)
R\$ 100,00 - Caçamba Limpa Cerâmica (Telhas, tijolos e porcelanas)
R\$ 80,00 - Caçamba com materiais recicláveis (Plásticos, papéis, madeira e metal)
R\$ 160,00 - Caçamba com até 20% de rejeitos (gesso, pneus manta asfáltica e materiais classe C e D)
R\$ 350,00 - Caçamba de 21% à 50% de rejeitos
R\$ 600,00 - Caçamba de 51% a 100% de rejeitos

**Quadro 3 – Preços para os materiais recebidos na usina em estudo**

**Fonte: Usina do estudo de caso.**

As diferenças de preços dos materiais contidos em cada caçamba se justificam pelo destino final que é dado a cada tipo de material. Os materiais recicláveis são cobrados para descarga na usina devido à necessidade de triagem, uma vez que a indústria de reciclagem destes, não aceita qualquer tipo de

contaminação ou mistura de materiais. Um exemplo é que na indústria de plásticos, existem diversos tipos diferentes como Policloreto de Vinila (PVC) e Acetato de Polivinila (PVA), que não podem ser enviados juntos as recicladoras. Esse trabalho exige profissionais que consigam distinguir as diferenças entres materiais parecidos.

Além dos produtos manufaturados na usina, existem outros que não são processados na mesma. Esses produtos são enviados a parceiros que fazem a destinação final/reciclagem. A constituição deles em sua maioria é formada por plásticos, madeira, papeis e metal.

### 3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Realizou-se uma pesquisa exploratória com consulta bibliográfica e avaliação de um estudo de caso.

Foram levantados e analisados dados históricos nos meses de maio, abril e junho de 2015, os quais, capacidade produtiva, custos e despesas operacionais e receitas obtidas com o processamento de resíduos da usina de reciclagem em questão. A partir de levantamentos de campo, foram investigadas as instalações, equipamentos e a logística que as cargas fazem durante o ciclo de processamento do material. Com apoio de consultas bibliográficas foi possível o fácil entendimento das operações e materiais envolvidos no processo.

Em um segundo momento, foram apresentados e estudados os aspectos produtivos, como o ciclo que os materiais fazem desde sua chegada até se transformarem em produtos finais e suas utilizações no mercado de agregados. Durante o estudo foram ainda avaliados a estrutura e os maquinários da usina, visando à compreensão do processo de reciclagem e logística, envolvidos na produção e armazenamento dos resíduos e produtos finais. Nessa etapa, foi feito um acervo fotográfico para auxiliar o registro e análise futura do processo.

Os dados de despesas de operação e também os valores obtidos com receitas, puderam ser obtidos facilmente, pois estão disponíveis no sistema de gestão da empresa. Esse sistema é alimentado automaticamente quando ocorre uma emissão de nota fiscal ou no momento do recebimento, quando o funcionário faz o registro da carga. Esse registro é utilizado também para fins de certificação para o cliente.

Procedeu-se ainda o levantamento de dados referentes à operação e venda, a fim de quantificar os resíduos recebidos e processados.

As informações referentes aos custos e receitas da empresa, foram exportados e planilhados para análise crítica e formação dos resultados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os dados extraídos a partir da análise do fluxo de caixa da usina de reciclagem da construção civil estudada.

Os gastos, divididos entre custos operacionais e administrativos, envolvem diversas fontes e receitas e basicamente são providas pelo recebimento do material e a venda dos produtos, são apresentados na Tabela 1.

Como pode ser observado, apesar das despesas serem elevadas, na média R\$ 200.000,00, as receitas com recebimento dos materiais e a venda dos processados são superiores, tornando a atividade, além de benéfica ao meio ambiente, lucrativa.

Com um investimento inicial de cerca de R\$7.500.000,00 e baseado na média de R\$57.500,00 de lucro, obtidos nos três meses de estudo, o investimento inicial será recuperado em um prazo de aproximadamente 26 anos, se considerar uma taxa de juros de 8% a.a, relativamente longo, porém justificável posta a capacidade ociosa. Para obtenção dos resultados, foi utilizada a ferramenta de auxílio para cálculos de Período de *Payback*, denominada FAZCONTA.

**Tabela 1 – Receitas e custos nos meses de abril à junho 2015**

(continua)

<b>RECEITAS</b>			
<b>Mês</b>	<b>Abril/15</b>	<b>Mai/15</b>	<b>Junho/15</b>
Faturamento RECEBIMENTO RCCs	R\$234.260,92	R\$171.991,21	R\$239.163,35
Faturamento VENDAS	R\$67.021,74	R\$26.510,03	R\$39.107,81
<b>CUSTOS (Operacional)</b>			
Despesas com pessoal	R\$ 42.951,59	R\$39.331,22	R\$44.013,78
Manutenção máquinas e equipamentos	R\$18.942,91	R\$19.601,89	R\$17.923,80
Despesas operacionais	R\$1.783,98	R\$1.882,87	R\$14.074,92
Despesas diversas	R\$580,00	R\$205,00	R\$703,00
Combustível máquinas	R\$4.186,69	R\$4.550,85	R\$4.274,84
Prestador de serviços p.j	R\$12.480,37	R\$11.677,21	R\$12.511,75
Fretes	R\$17.946,00	R\$17.391,00	R\$8.007,20
Destinação de não recicláveis	R\$16.620,28	R\$17.299,23	R\$7.551,20
Despesa com imobilizado	R\$24.291,23	R\$24.280,06	R\$24.251,66
Energia elétrica e água e esgoto	R\$2.743,16	R\$2.782,16	R\$2.616,12

<b>(conclusão)</b>			
<b>DESPESAS (Administrativo)</b>			
Despesas com pessoal	R\$10.115,25	R\$12.094,17	R\$10.227,27
Manutenção e conservação	R\$1.713,32	R\$1.025,90	R\$173,50
Desp. Mat. Administ.	R\$22,00	R\$35,00	R\$87,90
Assessoria contábil e auditoria	R\$4.125,00	R\$4.687,80	R\$4.664,54
Assessoria jurídica	R\$1.000,00	R\$1.000,00	R\$1.000,00
Despesas bancárias	R\$701,92	R\$598,89	R\$1.176,01
Impostos s/ faturamento	R\$21.083,53	R\$16.200,38	R\$78.578,05
Imobilizado	R\$400,00		
Despesas diversas	R\$1.776,58	R\$618,12	R\$2.361,29
Veículos	R\$1.567,55	R\$350,05	R\$801,00
Informática	R\$1.075,00	R\$1.490,24	R\$1.110,00
Internet / site	R\$115,00	R\$214,00	R\$259,65
Telefonia fixa / celulares	R\$707,32	R\$649,94	R\$551,60
Seguro máquinas		R\$594,62	R\$952,61
Bens de pequeno valor	R\$1.504,01	R\$456,61	R\$210,00
<b>Total CUSTOS</b>	R\$142.526,21	R\$139.001,49	R\$135.928,27
<b>Total DESPESAS</b>	R\$45.906,48	R\$40.015,72	R\$102.153,42
<b>Total CUSTOS + DESPESAS</b>	R\$188.432,69	R\$179.017,21	R\$238.081,69
<b>Total RECEITAS</b>	R\$301.282,66	R\$198.501,24	R\$278.271,16
<b>SALDO</b>	R\$112.849,97	R\$19.484,03	R\$40.189,47

**Fonte: Usina de RCC.**

Em relação aos quantitativos dos materiais recebidos e processados, o levantamento esclareceu que a usina trabalhou dois dos três meses estudados com capacidade, processamento ociosa, utilizando apenas cerca de 36% face às 2 mil toneladas de capacidade instalada.

Na Tabela 2, serão apresentados os quantitativos referentes ao recebimento e processamento para venda dos materiais.

**Tabela 2 – Quantidades de resíduos recebidos/vendidos tabela nos meses de abril a junho 2015**

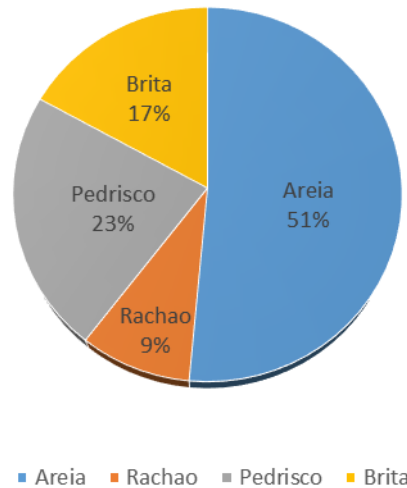
<b>Quantidade de resíduos recebidos mensalmente. (Ton.)</b>			
<b>Mês</b>	<b>Abril</b>	<b>Maio</b>	<b>Junho</b>
Caliça	505t	319t	592t
Recicláveis	32t	31t	28t
Metal	17t	15t	15t
Madeira	88,5t	65t	100t
Rejeito	138t	144t	62t
Soma	780t	573t	797t
<b>Venda de produtos processados na Usina</b>			
<b>Quantidade mensal vendida (ton.)</b>			
Areia	390t	46t	216t
Rachão	77t	15t	22t
Pedrisco	58t	139t	89t
Brita	125t	48t	42t
Total	650t	248t	369t
<b>Valores faturados de venda.</b>			
Areia	R\$ 19.500,00	R\$ 2.300,00	R\$ 10.800,00
Rachão	R\$ 2.541,00	R\$ 495,00	R\$ 726,00
Pedrisco	R\$ 1.740,00	R\$ 4.170,00	R\$ 2.670,00
Brita	R\$ 5.000,00	R\$ 1.920,00	R\$ 1.680,00
Total	R\$ 28.781,00	R\$ 8.885,00	R\$ 15.876,00
<b>Quantidade materiais não processados na usina (Ton.)</b>			
Recicláveis	32t	31t	28t
Metal	17t	15t	15t
Madeira	88,5t	65t	100t
<b>Valores obtidos pela Usina com a venda de materiais recicláveis triados</b>			
Recicláveis total	R\$ 37.125,00	R\$ 17.760,00	R\$ 22.880,00

**Fonte: Usina de RCC.**

Após análise de receitas obtidas pela usina, nota-se que cerca de 10% de toda a receita obtida, provem de materiais reciclados que vêm misturados com os resíduos classe A. Segundo a usina, a venda de materiais reciclados é uma fonte de renda que depende apenas de mão de obra dos auxiliares de triagem e dispensa maquinário, tornando altamente interessante para o empreendimento, uma vez que os auxiliares representam uma média de 20% da folha de pagamento operacional.

Ainda de acordo com os dados fornecidos, se fosse feito um trabalho melhor de segregação de resíduos nas obras, o gasto de um empreendimento imobiliário, que hoje chega a 10% do total da obra, poderia ser drasticamente reduzido.

Já as receitas provindas da venda do agregado reciclado, representam em média 20% do faturamento total da usina. Essa porcentagem é dividida entre os produtos, conforme o Gráfico 1.



**Gráfico 1 – Participação dos produtos no total de vendas**

**Fonte: O Autor.**

A maior quantidade de areia vendida é justificada por clientes questionados pelo fato de o produto ter a menor granulometria. Essa característica o torna menos contaminado com impurezas estéticas, tais como partículas de gesso que podem se misturar no processo de moagem. Isso não prejudica o uso do agregado, porém torna sua apresentação ao consumidor menos atraente.

## 5 CONCLUSÃO

Os grandes benefícios da reciclagem de RCC são a diminuição das extrações dos produtos naturais, tendo em vista que essa atividade é grande degradadora do ambiente; e o correto descarte desses resíduos prolonga o tempo de vida de aterros sanitários.

Do ponto de vista do proprietário, apesar de trabalhar com sua capacidade ociosa, a usina é considerada uma atividade lucrativa, o que justifica os investimentos, e o recebimento dos materiais só não é maior devido a existência de aterros clandestinos e falta de fiscalização.

Os materiais reciclados têm sido utilizados na pavimentação de vias, empregados na construção civil, blocos para alvenaria, produção de argamassa e concretos para construção de sarjetas e pisos e obras de drenagem. E, apesar do preço mais atrativo, cerca de 50% do valor do produto virgem, a procura por agregados reciclados ainda é baixa, pelo fato do desconhecimento das qualidades do material produzido.

Do ponto de vista do prazo de retorno, relativamente longo, em partes é justificado pelo alto investimento inicial de R\$ 7,5 milhões e também pela capacidade ociosa observada nos meses estudados.

Portanto, os grandes desafios à viabilidade técnica e econômica das plantas de reciclagem de RCD no Brasil ainda são as resistências culturais, percebidas pelas equações dos modelos que interferem nos percentuais de reciclagem e de ilegalidade. A participação do poder público na adoção de medidas que intensifiquem o consumo de agregados reciclados e na destinação correta dos resíduos nas usinas de reciclagem existentes no país é de suma importância para um desenvolvimento prospero dessa atividade.



## REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2012. 184p.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2014. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama.apresentação.php>. Acesso em: 25 de setembro de 2015

BUDKE, R.; CARDOSO, J R; VALE, S B. **Resíduos de Construção Civil: Classificação, Normas e Reciclagem**. In: ENTMME, 24, Salvador – BA, 2011.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002**. Diário Oficial da União. Brasília. 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de saneamento básico ano de 2013** Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf). Acesso em: 22 Ago.2015.

JOHN, V.M. Panorama sobre a reciclagem de resíduos na construção civil. In: **II Sem. Desenvolvimento Sustentável e a reciclagem na Construção Civil**,1999, São Paulo, IBRACON, 2000. V1.p44-55

PAIVA, P. A; RIBEIRO, M de S. A reciclagem na construção civil: como economia de custos. **Revista Eletrônica de Administração**. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo - SP. v.4, n.1, 15p. 2005.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. (Coord.). **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. Volume 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005.194p.

SANT'ANNA, J. P. **Reciclagem de entulhos da construção civil pode gerar cerca de R\$ 26 bilhões por ano**. Disponível em: <http://www.sustentabilidade.sebrae.com.br/portal/site/Sustentabilidade/menuitem.4b18b1b9cd7bdc61ff704330a27fe1ca/?vqnextoid=b633471e2d60c310VqnVCM100000b072010aRCRD>. Acesso em: 28 Set. 2013.

SCHEMIN, A.C. Estudo de caso: **Implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição no município de Pinhais – PR.** Curitiba – Paraná, 2013.

SOUZA, N B. **Viabilidade financeira da reciclagem de RCC em usinas de concretos e fábricas de pré-moldados.** Disponível em <[http://www.repositorio.ufba.br:8080/ri/bitstream/ri/13202/1/2012\\_Nilton\\_Souza.pdf](http://www.repositorio.ufba.br:8080/ri/bitstream/ri/13202/1/2012_Nilton_Souza.pdf)>. Acesso em: 19/10/2015

TOLEDO, M. C. C. de. **Reciclagem na Construção Civil.** 2013. Disponível em: <<http://www.guiadecorar.com.br/posts/visualiza/639>>. Acesso em: 25 jun. 2015.