

# **AValiação Econômica e Ambiental no Processo de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil – Estudo de Caso através de um Investimento Público Municipal**

ESGUÍCERO, Fábio José <sup>1</sup>  
BATTISTELLE, Rosane Aparecida Gomes <sup>2</sup>

## **RESUMO**

Este artigo apresenta um estudo de caso no município de Lençóis Paulista, através de um projeto de investimento público na instalação de uma usina de reciclagem de Resíduos da Construção Civil (RCC), que possibilita o retorno do entulho de construção na cadeia produtiva na forma de novos materiais. Verificou-se que o projeto é viável, pois possibilita uma forma ambientalmente adequada da destinação dos resíduos de construção, evitando a má disposição dos mesmos, possibilitando economia de recursos para o município, seja na utilização do produto reciclado em suas obras ou até mesmo com a comercialização do material reciclado.

**Palavras chave:** Reciclagem; Resíduos da construção civil; Viabilidade econômica.

## **ABSTRACT**

This paper presents a case study in the Lençóis Paulista city, through a public investment project in the installation of a waste recycling plant Construction (WCC), allowing the debris back the production chain in the form of new materials. The project is viable, since it enables an environmentally sound manner in the disposal of construction waste, avoiding the bad arrangement thereof, allowing resource savings for the municipality, is the use of recycled product in their work or even commercialization of recycled material.

**Keywords:** Recycling; Construction waste; Economic viability.

## **INTRODUÇÃO**

A indústria da construção civil é geradora de elevados volumes de resíduos sólidos em toda sua cadeia produtiva. O setor é responsável pela extração de recursos naturais não renováveis, gerando grande consumo de energia desde a exploração de jazidas até o transporte dos materiais.

A geração de resíduos continua com o desperdício na execução de empreendimentos, sejam particulares, de interesse comercial ou público, gerando problemas quanto à correta destinação e disposição destes resíduos sólidos, configurando

---

<sup>1</sup> Professor da Instituição Toledo de Ensino (ITE) Bauru e aluno do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) UNESP.  
e-mail: [fabioesguicero2014@gmail.com](mailto:fabioesguicero2014@gmail.com)

<sup>2</sup> Professora do curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) UNESP.

assim um problema ambiental para os municípios, com poucas alternativas práticas no Brasil.

Quando depositados em locais impróprios e não controlados pelo poder público os entulhos acarretam uma série de problemas causando prejuízos à paisagem urbana e poluindo o meio ambiente.

Na década de 90 a preocupação com a geração de resíduos domiciliares tornou-se objeto de vários estudos, trazendo soluções práticas que estão sendo implementadas em alguns municípios brasileiros como por exemplo a coleta seletiva.

Porém, quanto a geração de Resíduos de Construção Civil (RCC), quando monitorados pelo poder público, frequentemente são destinados a aterros especiais sem apresentação de técnicas e investimentos que viabilizem a reciclagem dos mesmos impedindo os mesmos retornem a cadeia produtiva.

Quando a fiscalização pelo poder público é precária os entulhos são descartados em locais inapropriados, podendo gerar problemas de saúde pública, e também enchentes, devido ao acúmulo de resíduos depositados próximo a rios e córregos.

Uma alternativa para mitigar este problema é a instalação de usinas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, opção esta que atende os preceitos estabelecidos na resolução número 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) do ano 2002, que visa destinar o maior volume possível de resíduos à reciclagem e reutilização.

Dados os desafios e oportunidades frente a problemática dos resíduos da construção civil pelos municípios, pretende-se através deste artigo, realizar uma análise econômica e ambiental da instalação de uma unidade de reciclagem de RCC através de um estudo de caso no município de Lençóis Paulista no interior do Estado de São Paulo, verificando sua viabilidade em função da escala de geração destes resíduos no município.

## **METODOLOGIA**

Para atingir o objetivo geral e os objetivos específicos deste artigo a técnica de pesquisa empregada foi o estudo de caso, sendo que a unidade de estudo foi o município de Lençóis Paulista, localizado na região centro oeste do Estado de São Paulo com população de 64.010 habitantes (SEADE, 2015).

Esta cidade foi escolhida como unidade de estudo em função da Prefeitura possuir em seu Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos a necessidade de

um projeto que contemple as variáveis envolvidas na instalação de uma Usina de Reciclagem de RCC para resolver a problemática da disposição final destes resíduos.

Quanto aos objetivos a pesquisa enquadra-se como exploratória, sendo que em relação à forma de abordagem do problema, trata-se de pesquisa quantitativa, pois para proceder aos levantamentos da geração de RCC e análise dos resultados econômicos são empregadas ferramentas da engenharia econômica.

Para obter os dados necessários ao estudo de viabilidade econômica foram pesquisadas informações sobre a geração de RCC do município de Lençóis Paulista, o qual foram consultadas duas fontes: a Associação das Empresas Transportadoras de Entulho e Agregados de Lençóis Paulista (ATEALP), formada pelas empresas que coletam e transportam os RCC na cidade e a Diretoria de Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Lençóis Paulista.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### ***Impactos ambientais da destinação e disposição final dos resíduos da construção civil***

A preocupação com a destinação dos resíduos sólidos urbanos tem alcançado patamares cada vez maiores em todos os setores da sociedade devido à crescente produção de lixo nos municípios e principalmente nos grandes centros urbanos (BATTISTELLE *et al*, 2015 p. 4).

Dentre os diversos resíduos sólidos urbanos, destaca-se devido ao seu volume e escala, os resultantes da atividade da construção civil. A geração de resíduos neste segmento é observada em toda a cadeia produtiva que compõe este setor, desde a extração dos recursos naturais, a sua industrialização, e principalmente com o desperdício nas edificações, seja nas construções ou nas reformas.

Em função disto, vários problemas de ordem ambiental devido à dificuldade da correta gestão destes resíduos também conhecidos como entulhos de construção, são observados na quase totalidade dos municípios:

- a) A destinação irregular dos entulhos em terrenos pode causar acúmulo de vetores transmissores de doenças e nocivos à população, gerando um ônus para o órgão

público e os municípios com a fiscalização das áreas de descarte destes resíduos e o tratamento das doenças causadas pelos vetores (PINTO, 1999, p. 189);

- b) Quando descartados de forma irregular, podem causar sérias consequências em épocas de chuvas como enchentes, assoreamento de rios e córregos;
- c) A poluição visual urbana nas proximidades das áreas de descarte dos resíduos gera desvalorização das propriedades, causando atraso no desenvolvimento local;
- d) Esgotamento das áreas destinadas aos aterros para disposição final destes resíduos (ANGULO, 2005, p. 9). Normalmente os RCC chegam a ser três vezes superiores aos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD).

A construção civil consome entre 20% (vinte por cento) e 50% (cinquenta por cento) do total de recursos naturais consumidos pela sociedade (MEZENES; PONTES; AFONSO, 2011). A quantidade de materiais consumidos por uma construção gira em torno de 1.000 Kg por metro quadrado de área construída (SOUZA, 2005, p. 19).

Tal consumo demanda uso intenso de energia e combustível, dada a distância das jazidas de matéria prima dos centros consumidores. Em face deste cenário, urge a necessidade dos administradores municipais e os profissionais envolvidos na cadeia da construção civil em planejar e implantar estratégias para amenizar estes impactos ambientais, respeitando as normas técnicas e ambientais para gestão destes resíduos.

### ***Normas para classificação e destinação dos resíduos da construção civil***

A rigor, os resíduos de construção civil poderiam ser classificados como resíduos urbanos, porém, em razão de suas características e volumes são classificados separadamente (ESPINOSA; TENÓRIO, 2004).

No Brasil, as Resoluções CONAMA 307/2002, e suas alterações nº 348/2004, 431/2011 e 448/2012, estabelecem os critérios para classificação e destinação final dos RCC os quais podem ser observados no Quadro 1.

Quadro 1: Classificação e destinação dos RCC definidos pelo CONAMA

| CLASSIFICAÇÃO   | CARACTERÍSTICAS  |
|-----------------|--|
| <b>CLASSE A</b> | São os resíduos provenientes de concreto, argamassa, tijolo, blocos, telhas, placas de revestimento, pisos e solo de terraplanagem.<br>Devem ser reutilizados ou reciclados objetivando seu emprego na construção civil, na forma de agregados ou encaminhados para áreas de aterro de resíduos de construção civil, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura. |
| <b>CLASSE B</b> | Resíduos recicláveis para outras destinações como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeira e recentemente o gesso.<br>Devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário permitindo sua reutilização ou reciclagem futura  |
| <b>CLASSE C</b> | Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação.<br>Devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas do produto   |
| <b>CLASSE D</b> | Resíduos perigosos oriundos do processo de construção tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.<br>Devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas do produto  |

Fonte: CONAMA (2012) - Elaborado pelo autor

A resolução 307/2002 do CONAMA preconiza ainda a necessidade de considerar a viabilidade técnica e econômica da produção e uso de materiais provenientes de reciclagem de resíduos da construção civil, evidenciando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, disciplinando as ações necessárias de forma a amenizar os impactos ambientais.

A Lei Federal 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos corrobora a necessidade de reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, a qual engloba perfeitamente os resíduos da construção devido a seu volume e impactos ambientais.

### ***Reciclagem de resíduos da construção civil***

De acordo com Angulo, Zordan e John (2001) a crescente demanda por insumos oriundos do setor de construção civil, novas formas de obtenção de matéria-prima são desenvolvidas para suprir tal necessidade. Uma das formas é a reciclagem dos RCC, gerando o agregado reciclado.

Agregado reciclado, segundo o CONAMA, é o material granular proveniente do beneficiamento dos resíduos de construção, que apresenta características técnicas para aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.

É possível reciclar entulho gerando agregados para construção civil de qualidade comparável aos agregados naturais. Nos Estados Unidos isso é feito há mais de trinta anos na produção de agregados artificiais para compor base e sub-base de pavimentos (ESPINOSA; TENÓRIO, 2004).

Para Lanzelloti, Luz e Torem (2004), em países como a Holanda, 70% dos RCC são reciclados e na Alemanha 30%. Copenhague na Dinamarca recicla cerca de 25% do entulho de demolição, pois o país tem escassez de material granulado, existindo uma sobretaxa de 10% sobre o consumo dos agregados naturais, favorecendo a reciclagem pelas próprias mineradoras. Ainda segundo os autores, a reutilização de agregados através da reciclagem de entulho é uma das formas mais simples de seu reaproveitamento.

No Brasil, a prática de reciclagem de entulho é recente, sendo que poucas são as usinas instaladas para tal processo. Em 2013, segundo a Secretaria Estadual de Meio Ambiente, eram 22 unidades licenciadas no Estado de São Paulo.

No Brasil os materiais reciclados são utilizados na construção de sub-base, base asfáltica, argamassas e concretos utilizados na construção civil, além da produção de blocos, tubos e lajotas de concreto com a mesma qualidade dos agregados naturais, porém, o produto obtido em maior escala após a reciclagem dos RCC é a Brita Corrida Reciclada (BCR) reutilizada em pavimentação de base, sub-base ou regularização de estradas rurais (ESPINOSA; TENÓRIO, 2004).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### ***Geração de RCC no município***

Através de informações obtidas junto a estas empresas, estima-se um volume médio diário de 30 caçambas, ou seja, 150,0 m<sup>3</sup> de RCC. A massa específica dos RCC é de aproximadamente 1,2 t/m<sup>3</sup>. Assim, tem-se o volume de 180,0 toneladas diárias, com estimativa de 0,73 t/ano por habitante, estando próximo dos volumes estimados por Pinto e Gonzáles (2005) para outras cidades do interior do Estado de São Paulo como São José dos

Campos, Piracicaba, São José do Rio Preto, Ribeirão Preto e Jundiaí que variaram de 0,47 t/ano por habitante até 0,76 t/ano por habitante.

### ***Dimensionamento da unidade de reciclagem***

O dimensionamento e o arranjo físico da usina de reciclagem não podem ser dados em função do volume estimado de 150,0 m<sup>3</sup>/dia, pois, segundo as empresas transportadoras destes resíduos, o volume médio passível de reciclagem (Resíduos Classe A composto por concreto, argamassa e material cerâmico) é de apenas 60% do volume gerado diariamente, dada a diversidade de materiais descartados nas caçambas de entulho.

Ou seja, os demais resíduos como madeira, galhos, papel, plástico e sucata tem outros destinos. Desta forma, deve-se dimensionar a capacidade de processamento da usina em 90,0 m<sup>3</sup>/dia, ou precisamente 108,0 t/dia.

Em função do volume de RCC gerado, adotou-se no projeto uma unidade de reciclagem com capacidade para processar 20,0 t/h, operando inicialmente 5,4 h/dia. As informações foram obtidas junto a Empresa MAQBRIT, especializada na montagem de unidades de reciclagem de entulho de construção civil.

### ***Análise econômica do projeto***

Para analisar a viabilidade econômica da Usina de Reciclagem de RCC utilizou-se os indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*. A vida útil do empreendimento é de 20 anos. Para apurar tais indicadores, é necessário determinar o investimento inicial, as entradas e saídas de caixa, para posteriormente determinar a opção de aceitação ou rejeição do projeto (LAPPONI, 2007, p. 16).

O Projeto de instalação da usina requer inicialmente uma área de 10.000 m<sup>2</sup> para comportar os equipamentos, o local para descarga dos RCC e o armazenamento da brita corrida após a reciclagem.

No investimento inicial são considerados ainda as obras de fundação para construção e instalação da usina, o conjunto de equipamentos para britagem e ainda a aquisição de uma máquina pá carregadeira. A Tabela 1 apresenta os equipamentos necessários para a instalação da usina bem como o fluxo de caixa anual projetado para o primeiro ano de funcionamento.

Tabela 1: Investimento inicial e fluxo de caixa dos benefícios e custos no primeiro ano do projeto

| Itens                    |                | Investimento inicial | Fluxo de entradas do caixa (benefícios) |                       |
|--------------------------|----------------|----------------------|---|-----------------------|
|                          | Área           | R\$ 26.847,51        | Cobrança de taxas                       | R\$ 198.000,00        |
| Obras de Infraestrutura  |                | R\$ 55.000,00        | Economia no transporte de cascalho      | R\$ 31.166,67         |
| Pá carregadeira          |                | R\$ 150.000,00       | Comercialização de RCC reciclado        | R\$ 137.600,00        |
| Esteira transportadora   |                | R\$ 50.000,00        | <b>TOTAL</b>                            | <b>R\$ 366.766,67</b> |
| Esteira de finos         |                | R\$ 25.000,00        | Fluxo de saídas do caixa (custos)       |                       |
| Alimentador vibratório   | R\$ 180.000,00 |                      | Mão de obra                             | R\$ 177.240,87        |
| Britador                 |                |                      | Energia elétrica                        | R\$ 20.244,66         |
| Estrutura de sustentação |                |                      | Água                                    | R\$ 5.778,43          |
| Quadro de comando        |                |                      | Manutenção e peças de reposição         | R\$ 25.650,00         |
| Nebulizador              |                |                      | Máquina pá carregadeira                 | R\$ 42.915,48         |
| <b>TOTAL</b>             |                |                      | <b>R\$ 486.847,51</b>                   | <b>TOTAL</b>          |

Fonte: Elaborado pelo autor

Para garantir as estimativas mais próximas da realidade dos benefícios e custos projetados para os próximos 20 anos foi considerado o crescimento populacional de 1,08% ao ano, obtido junto ao Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município.

Com esta informação, estimou-se a geração per capita de resíduos em função do crescimento populacional ao longo da vida útil do projeto (20 anos) e a inflação de 6,5% ao ano para correção dos custos e dos preços.

Utilizou-se o índice de 6,5% por ser o índice de preço utilizado como limite superior da meta de inflação pelo Banco Central do Brasil no ano 2015. Após conhecidos os valores que compõe o estudo, estabeleceu-se quatro cenários (Quadro 2) distintos para verificação da análise econômica, sempre variando a quantidade a ser comercializada de RCC reciclado na forma de brita corrida:

Quadro 2: Cenários utilizados para análise econômica do projeto

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Cenário A</b> | Sem considerar a comercialização do RCC reciclado  |
| <b>Cenário B</b> | Considerando a comercialização de 3.440,0 m <sup>3</sup> do RCC reciclado, ou seja, 25% do total disponível para venda                         |
| <b>Cenário C</b> | Considerando a comercialização de 4.326,0 m <sup>3</sup> do RCC reciclado, ou seja, 31,4% do total disponível para venda (ponto de equilíbrio) |
| <b>Cenário D</b> | Considerando a comercialização de 6.880,0 m <sup>3</sup> do RCC reciclado, ou seja, 50% do total disponível para venda                         |

Fonte: Elaborado pelo autor



### *Indicadores econômicos utilizados na avaliação do projeto*

- a) A taxa de atratividade utilizada no projeto é de 14,25% (TMA – Taxa Mínima de atratividade). O valor de 14,25% foi tomado como referência por estar próximo da taxa média SELIC – taxa básica da economia brasileira para o ano 2015;
- b) Método do Valor Presente Líquido (VPL) tem como finalidade determinar um valor no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e despesas descontadas pela TMA (SAMANEZ, 2010, p. 188). Para  $VPL < 0$ , o projeto apresenta-se inviável;
- c) Taxa Interna de Retorno (TIR) – é a taxa de juros que iguala a zero o valor presente líquido de um projeto de investimento. Para concluir que o projeto é viável economicamente, faz se necessário obter uma  $TIR > TMA$  (GITMAN, 2010, p. 371);
- d) Payback – prazo de recuperação do investimento.

### *Resultados da análise econômica*

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2. Levando em consideração apenas os benefícios gerados com a cobrança das taxas e a economia no transporte do cascalho pela Prefeitura, ou seja, sem a comercialização da brita corrida reciclada (Cenário A), o projeto torna-se inviável economicamente (TIR nula) e VPL negativo, dado o total de recursos financeiros investidos inicialmente e os fluxos de caixa ao longo do empreendimento.

Tabela 2: Resultados da avaliação econômica do projeto

| Simulações | VPL             | TIR    | Payback (anos) |
|------------|-----------------|--------|----------------|
| Cenário A  | -R\$ 960.515,40 | nula   | nulo           |
| Cenário B  | -R\$ 196.656,27 | 8,11%  | 11,6           |
| Cenário C  | 0               | 14,25% | 8,0            |
| Cenário D  | R\$ 567.202,87  | 27,65% | 4,2            |

Fonte: Elaborado pelo autor

Na análise seguinte (Cenário B), considerando a comercialização de 3.440,0 m<sup>3</sup> da brita corrida reciclada, o resultado ainda não é favorável, pois a TIR de 8,11% é inferior à

TMA exigida de 14,25%, e o VPL é negativo em (R\$ 196.656,27), apesar do *Payback* apontar que há recuperação do capital inicial investimento após 11,6 anos.

Na terceira análise (Cenário C), tem-se a possibilidade de verificar o ponto de equilíbrio desta análise econômica, ou seja, o  $VPL=0$  e a  $TIR=TMA$ , havendo recuperação do investimento inicial (*Payback*) após 8 anos da vida útil do projeto.

Neste cenário, pode-se verificar o volume mínimo necessário a ser comercializado (4.326,0 m<sup>3</sup> de brita corrida reciclada) para que o projeto se apresente economicamente atrativo, ou seja, a partir deste volume, os indicadores analisados sinalizam a recuperação do investimento inicial após 8 anos e retornos superiores à TMA de 14,25%.

Finalizando o estudo, com a possibilidade de comercialização de 6.880,0 m<sup>3</sup> de brita corrida reciclada, a atratividade do projeto é alcançada com TIR de 27,65%, superior à TMA de 14,25%, com VPL de R\$ 567.202,87 sendo o investimento inicial recuperado após 4,2 anos da vida útil do projeto (*Payback*).

Em função dos resultados apresentados e das variáveis intrínsecas ao projeto, observa-se que é grande a possibilidade de êxito econômico deste tipo de empreendimento considerando a comercialização de pelo menos 4.326,0 m<sup>3</sup> do produto resultante do processo de reciclagem.

### ***Benefícios ambientais***

Concomitante a avaliação econômica do projeto, deve-se reservar atenção especial quanto aos benefícios de ordem ambiental advindos com a instalação da unidade de reciclagem de RCC no município. Para este estudo de caso os benefícios ambientais são destacados no Quadro 3.

Quadro 3: Resultados ambientais do projeto

| <b>Benefícios alcançados com a reciclagem de RCC no município</b>  |
|--|
| Os problemas ambientais gerados pela má disposição dos resíduos em terrenos e bolsões de entulho poderão ser amenizados, evitando a proliferação de vetores que causam inúmeras doenças à população, gerando economia de recursos quanto ao tratamento de tais doenças |
| Redução da necessidade de desapropriação e licenciamento de novas áreas para disposição final dos RCC  |
| Reutilização dos RCC na cadeia da construção civil, pois após a reciclagem dos resíduos Classe A os mesmos podem ser utilizados na regularização de estradas rurais evitando a extração de material virgem em jazidas da região de Lençóis Paulista                    |

Os resíduos Classe B (papel, plástico e sucata) podem ser comercializados pela cooperativa de reciclagem que atua no município, gerando renda para estes cooperados

Fonte: Elaborado pelo autor

Destaca-se a dificuldade em estabelecer um valor econômico para a análise ambiental, porém, é essencial seu estudo e a identificação dos resultados qualitativos, apresentando importância significativa na determinação da viabilidade de um projeto desta magnitude.

Para projetos de reciclagem a vantagem ambiental é a possibilidade de reutilização dos produtos na cadeia produtiva. Precisamente no setor da construção civil, que demanda elevado volume de matéria prima, pode-se reutilizar os resíduos reciclados em substituição aos produtos que contém matéria prima extraída da natureza.

Pode-se observar no quadro que a reciclagem dos resíduos da construção civil possibilita a disposição e destinação ambientalmente adequada dos resíduos, diminuindo a possibilidade de descarte em áreas irregulares, reduzindo a necessidade de novas áreas para sua disposição final. Além disto, a reciclagem e a reutilização dos resíduos Classe A e resíduos Classe B atendem as exigências estabelecidas pelas normas regulamentadoras do CONAMA e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, quanto a gestão destes resíduos.

## CONCLUSÃO

A instalação de uma usina de Reciclagem no município de Lençóis Paulista sob a ótica de um investimento público apresenta-se como alternativa para solucionar a questão dos Resíduos de Construção Civil gerados pela população e pelas empresas.

O estudo revelou que diariamente são gerados 150,0 m<sup>3</sup> de RCC ou 39.600,0 m<sup>3</sup>/ano no município, comportando a instalação de uma unidade de 20 t/h de processamento e reciclagem. O entulho reciclado poderá voltar a cadeia produtiva na forma de brita corrida para utilização na regularização de estradas rurais em substituição ao cascalho utilizado atualmente pela prefeitura, o qual é extraído e transportado a longas distâncias.

O projeto é economicamente viável levando em consideração as 3 fontes de benefícios: a cobrança de taxa pelo descarte destes resíduos pelas empresas coletoras e transportadoras de RCC, a economia de transporte de cascalho pelos veículos da Prefeitura Municipal e a receita de comercialização de brita corrida reciclada.

Destaca-se que o volume mínimo a ser comercializado deste material é de 4.326,0 m<sup>3</sup> ao ano. Há um incremento na viabilidade do projeto quando estimada a possibilidade de venda de 6.880,0 m<sup>3</sup> ao ano do material reciclado, resultando na TIR de 27,65% com VPL de R\$ 567.202,87. Neste caso o investimento inicial é recuperado após 4,2 anos da vida útil do projeto.

Concomitante aos ganhos econômicos destaca-se os benefícios ambientais gerados pelo projeto, pois, chega-se a uma solução para a correta destinação e disposição final dos entulhos, que quando descartados de forma incorreta acarretam a proliferação de vetores que trazem a ameaça de doenças à população.

Ainda quanto aos aspectos ambientais, com a reciclagem, atenua-a a questão da extração dos recursos naturais pela indústria de construção civil que demanda grande volume de recursos naturais e energia sendo altamente poluidora, possibilitando crescimento sustentável desta atividade.

Finalizando, pode-se constatar que a instalação da usina de reciclagem de RCC pelo município atende os objetivos estabelecidos pela resolução 307 do CONAMA e da Lei Federal 12.305 quanto à correta gestão dos RCC, gerando benefícios de ordem econômica e ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, S. C. *Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência da suas características no comportamento mecânico dos concretos*. 2005. 167 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo.

ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. *Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil*. – IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil - Materiais Reciclados e suas Aplicações. IBRACON, São Paulo, 2001.

Battistelle, R. A. et al. *Gestão de Resíduos na UNESP Campus de Bauru -RECICLA UNESP*. Simpósio Internacional de Ciências Integradas. UNAERP, Guarujá, 2015.

ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S. Controle ambiental de resíduos. In: PHILIPPI JÚNIOR A. et. al. *Curso de Gestão Ambiental*. São Paulo: Manole, 2004. cap. 5, p. 155 a 212.

GITMAN, L. *Princípios de Administração Financeira*. 12. Ed. São Paulo: Person. 2010.

LANZELLOTTI, R. F.; LUZ, A. B.; TOREM, M. L. *Desenvolvimento De Fluxograma De Beneficiamento Mineral Para resíduos Sólidos da Construção Civil*. – XX ENTMME – ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA – Florianópolis, 2004.

LAPPONI, J. C. *Projeto de investimentos na empresa*. Rio de Janeiro: Campus Editora, 2007.

Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2.010. Institui a política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>.

MAQBRIIT – Comércio e Industria de Máquinas Ltda. Disponível em: <<http://www.maqbriit.com.br>>.

MENEZES, M. S; PONTES, F. V. M. AFONSO, J. C. *Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição*. RQI Edição 733, 4º trimestre, 2011. 21p.

Perfil Municipal. SEADE, 2015. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/index.phpSEADE>>.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. *Manejo e gestão de resíduos da construção civil*. Brasília: CEF, 2005. v. 1. 196 p. (Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios, v. 1).

PINTO, T. P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. São Paulo, 1999. Tese (doutorado). Escola Politécnica Universidade de São Paulo – USP. 189 p.

RESOLUÇÃO NÚMERO 307 DE 05 DE JULHO DE 2002 – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>.

RESOLUÇÃO NÚMERO 348 DE 16 DE AGOSTO DE 2004 – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>.

RESOLUÇÃO NÚMERO 431 DE 25 DE MAIO DE 2011 – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>

RESOLUÇÃO NÚMERO 448 DE 18 DE JANEIRO DE 2012 – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>.

SAMANEZ, C. P. *Matemática financeira*. 5 ed. São Paulo: Person, 2010

SÃO PAULO, Secretaria do Meio Ambiente. Gerenciamento Online de Resíduos da

Construção Civil. Christiane Aparecida Hatsumi Tajiri. João Luiz Potenza. São Paulo, 2014.

SOUZA, U. E. L. *Como reduzir perdas nos canteiros* – Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Editora Pini Ltda., 2005. p. 19.