

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

GABRIEL BUFELLI MACARI

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE USINA PARA RECICLAGEM DE
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM MUNICÍPIO DO
INTERIOR PAULISTA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2019

GABRIEL BUFELLI MACARI

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE USINA PARA RECICLAGEM DE
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM MUNICÍPIO DO
INTERIOR PAULISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Poletto Tesser

PONTA GROSSA

2019



Ministério da Educação
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ**
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

ESTUDO DE VIABILIDADE DE USINA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM MUNICÍPIO DO INTERIOR PAULISTA

por

GABRIEL BUFELLI MACARI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 21 de novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Prof. Dr. Daniel Poletto Tesser
Prof. Presidente da banca

Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia
Membro titular

Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski
Membro titular

“O termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

MACARI, Gabriel Bufelli. **Estudo de viabilidade para usina de reciclagem de resíduo de construção civil em um município do interior paulista**. 2019. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

A indústria construção civil tem impacto significativo no meio ambiente, sendo intensamente extrativista e grande geradora de resíduos. Esses alcançam mais da metade da massa total de resíduos sólidos gerados em uma cidade, portanto o conceito de sustentabilidade para esse setor é ponto crucial para o futuro da sociedade. Essa preocupação se reflete na Resolução de número 307 do CONAMA, em que orienta o gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC). Amparada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de 2010, a opção de reciclar os resíduos para novos usos é uma das soluções. O presente trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade econômica de implantação de uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil na cidade de Ibitinga-SP. Para tanto, foi realizada revisão de literatura sobre a cadeia de gestão de RCC, a fim de elaborar uma projeção econômica para o modelo de negócio proposto. Na análise quantitativa se fez o uso de métodos determinísticos para o parecer sobre o modelo de fluxo de caixa projetado da operação da usina, aplicando métricas financeiras como VPL, TIR e *payback*. O empreendimento proposto se mostrou viável sob a ótica dos indicadores, trazendo valores de taxa interna de desconto de 12,43% e o retorno do capital investido em 11 anos, sobre o modelo de gestão em que se cobra uma taxa ao receber o material a ser processado e a venda do agregado reciclado produzido. Na avaliação de riscos, foi utilizado de método para sensibilizar variáveis do modelo a fim de encontrar inflexões no VPL do projeto, como também da análise de cenários alternativos para as fontes de receitas, ampliando as opções para viabilizar economicamente o empreendimento.

Palavras-chave: Estudo de viabilidade econômica. Resíduos da Construção Civil. Gestão integrada de resíduos sólidos.

ABSTRACT

MACARI, Gabriel Bufelli. **Feasibility study of construction and demolition waste recycling plant in a municipality in the interior of São Paulo** 2019. 59 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Industrial Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2019.

The construction industry has a significant impact on the environment, being intensively extractive and a large waste generator. These reach more than half of the total mass of solid waste generated in a city (PINTO, 1999), so the concept of sustainability for this sector is crucial for the future of society. This concern is reflected in Resolution No. 307 of CONAMA, which guides the management of Construction & Demolition Waste (CDW). Supported by the National Solid Waste Policy, Law No. 12,305 of 2010, the option of recycling waste for new uses is one of the solutions. The present study aims to verify the economic feasibility of setting up a recycling plant for civil construction waste in the city of Ibitinga-SP. In order to do so, a review of the literature on the chain of management of CDW was carried out, in order to elaborate an economic projection for the proposed business model. In the quantitative analysis, deterministic methods were used for the reasoning on the cash flow model projected from the plant operation, applying financial metrics such as NPV, IRR and payback. The proposed enterprise proved feasible from the point of view of the indicators, bringing internal discount rate values of 12.43%, returning the capital invested in 11 years, on the management model in which a fee is charged when receiving the material to be processed and the sale of the recycled aggregate produced. In the risk assessment, a method was used to sensitize model variables to find project NPV inflections, as well as to analyze alternative scenarios for revenue sources, expanding the options to make the project economically viable.

Keywords: Economic feasibility appraisal. Civil construction waste. Integrated solid waste management.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|----------------|----------------------------------|
| AI | Análise de investimento |
| ARC | Agregado reciclado de concreto |
| ARM | Agregado reciclado misto |
| ATT | Área de transbordo e triagem |
| BRL | Real brasileiro (R\$) |
| FC | Fluxo de caixa |
| Kg | Quilograma |
| M ³ | Metro cúbico |
| SAC | Sistema de amortização constante |
| ton. | Tonelada métrica |
| TIR | Taxa interna de retorno |
| TMA | Taxa mínima de atratividade |
| VPL | Valor presente líquido |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------|--|
| BNDS | Banco Nacional de Desenvolvimento |
| NBR | Norma Brasileira |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| RCC | Resíduo da Construção Civil |
| IPCA | Índice Nacional de Preço ao Consumidor - Amplo |

LISTA DE ACRÔNIMOS

| | |
|---------|---|
| CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| ABELPRE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 10 |
| 1.1.1 OBJETIVO GERAL..... | 10 |
| 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 10 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA..... | 11 |
| 2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO | 12 |
| 2.1 O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL..... | 12 |
| 2.1.1 PRINCÍPIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL E A PNRS | 12 |
| 2.1.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL MUNICIPAIS..... | 13 |
| 2.1.3 CLASSIFICAÇÕES PARA RCC..... | 16 |
| 2.1.4 A IMPORTÂNCIA DA REGULAMENTAÇÃO..... | 17 |
| 2.2 RECICLAGEM DE RCC | 18 |
| 2.2.1 UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS..... | 20 |
| 2.2.2 GESTÃO NA USINA DE RECICLAGEM DE RCC | 21 |
| 2.2.3 A GERAÇÃO DE RCC..... | 22 |
| 2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS | 24 |
| 2.3.1 VALOR PRESENTE LÍQUIDO..... | 24 |
| 2.3.2 PAYBACK..... | 25 |
| 2.3.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)..... | 25 |
| 2.3.4 FLUXO DE CAIXA | 26 |
| 2.3.5 VALIDADE DA DECISÃO..... | 27 |
| 2.3.6 ESTUDOS SOBRE VIABILIDADE DE USINAS DE RECICLAGEM DE RCC..... | 28 |
| 3 METODOLOGIA..... | 30 |
| 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA | 30 |
| 3.2 ETAPAS DO TRABALHO | 31 |
| 4 ESTUDO DE CASO..... | 33 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO | 33 |
| 5 RESULTADOS E ANÁLISES | 43 |
| 5.1 COMPARATIVO DOS RESULTADOS ENCONTRADOS COM A LITERATURA | 47 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 49 |
| REFERÊNCIAS..... | 52 |
| APÊNDICE A | 59 |

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas consomem recursos e energia para proporcionar conforto e o estilo de vida da sociedade moderna. Nesse complexo sistema há a geração de resíduos, produtos da transformação de recursos naturais em bens do cotidiano. Com destaque para a indústria da construção civil, conhecida por gerar resíduos por meio de reformas, ampliações e demolições de obras, participando com mais de 50% da massa dos resíduos sólidos dos municípios (PINTO, 1999).

ABELPRE, em seu panorama sobre o setor de limpeza, estima que o Brasil a nível nacional alcance valores próximo aos 600kg./hab./ano (ABELPRE, 2017). Usando as estimativas populacionais atuais (IBGE, 2017), o país teria a soma de mais 103 milhões de toneladas de material. IPEA (2012), compilou em sua pesquisa valores de geração por habitante em um ano que variam de 230 a 760 quilogramas e observou a dificuldade em se obter dados que unifiquem a geração de RCC no país.

Desse a maior parte é composta por material inerte, como argamassas, tijolos, concreto e outros componentes da obra. Esse resíduo pode se tornar um problema público quando seu manejo é feito de forma irregular (denominando-se “entulho”), com o despejo feito em local impróprio se tornando um problema ambiental e de saúde, por proporcionar a criação de vetores de doenças, aumento no número de enchentes, assoreamento de rios e córregos (PASCHOALIN FILHO e GRAUDENZ, 2012; ANGULO et al., 2001).

Dada a grandeza do volume do resíduo gerado, em 2002 o Conselho Nacional de Meio Ambiente estabeleceu na resolução de número 307 e suas resoluções complementares (Resolução CONAMA nº 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015), parâmetros para a gestão dos resíduos da construção civil por meio da reutilização, reciclagem ou destinação correta do mesmo. Junto à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promovida sob a Lei de número 12.305 do ano de 2010, são as bases legais que fomentam a sustentabilidade na questão de resíduos em nível nacional.

Na esfera municipal o gerenciamento de RCC é balizado pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), no município em que foi conduzido este trabalho o texto se encontra incorporado ao Plano de Saneamento Básico. (IBITINGA, 2015)

Visto que a indústria da construção civil é intensamente extrativista a reinserção desse material na cadeia produtiva se faz necessário, economizando energia e recursos não-renováveis. Uma alternativa que racionaliza a ida de resíduos para o aterramento e reduz a exploração excessiva da natureza é a reutilização dos RCC como matéria-prima na indústria da construção (BRASILEIRO et al., 2015).

Apesar da existência de métodos e mercados para agregados reciclados, pouco se é reciclado no Brasil. Estima-se que exista por volta de 310 usinas instaladas no país e que atualmente reciclam 21% do total de RCC gerado no país (MIRANDA et al., 2016).

Para uma cadeia de gerenciamento completa dos RCC é necessário haver uma usina de reciclagem para esses resíduos, a fim de diminuir sua destinação a aterros (ANGULO et al., 2001), o que reinseria na cadeia econômica o material na forma de agregado reciclado, que tem seu uso garantido tecnicamente para atividades do setor da construção civil, como pavimentação e composição de argamassas (BRASILEIRO et al., 2015). A proposta desse trabalho é analisar a viabilidade econômica de uma usina de reaproveitamento de RCC para o município de Ibitinga-SP e possibilitar a adequação do município às diretrizes da legislação pertinente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a viabilidade econômica de implantação de uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil na cidade de Ibitinga-SP.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Compreender na literatura a cadeia de gestão de RCC.
- Descrever um panorama sobre o gerenciamento de RCC na cidade.
- Elaborar uma projeção econômica para o modelo proposto.
- Analisar os resultados, apresentando ou não a viabilidade econômica do empreendimento.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os RCC são presentes em toda a cadeia da construção civil, estima-se que de 40 a 70% dos resíduos gerados na cidade são RCC (PINTO, 1999; SILVA e FERNANDES, 2012). Grande parte dos RCC gerados são passíveis de tratamento não havendo necessidade de disposição final, porém no país pouco é feito para se reaproveitar desse material (MIRANDA *et al.*, 2016; BRASILEIRO e MATOS, 2015).

O RCC, quando disposto de forma irregular, causa problemas de níveis públicos: sendo facilitador na criação de vetores de doenças, contribui com o número de enchentes, no assoreamento de rios e córregos, e na obstrução de estradas (ÂNGULO *et al.*, 2001; PASCHOALIN FILHO e GRAUDENZ, 2012).

O Brasil é carente de ações de reciclagem de RCC, uma economia que não está sendo explorada de forma completa, postos de trabalhos poderiam ser gerados e material de construção de preços mais acessíveis seriam inseridos na indústria (MIRANDA *et al.*, 2016).

Os municípios que não se adequarem às resoluções proposta na PNRS perderão a prioridade no repasses de verbas destinadas ao saneamento básico (SILVA, 2013; BRASIL, 2010). Portanto, há uma demanda de caráter social, econômica e ambiental para a busca de soluções em termos de resíduos.

A escolha do município se faz pelo motivo do mesmo não possuir uma gestão completa de seus RCC, com uma central de reciclagem, como dita a Resolução 307 do CONAMA, e por esse cenário se repetir por municípios de mesmo ou menor porte (MIRANDA *et al.*, 2016; IPT, 2011). Assim propondo ao trabalho uma utilidade de estudo de caso para as cidades que possuem menos de 50 mil habitantes, que por sua vez, representam 88% do total de municípios brasileiros (IBGE, 2017).

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

A estrutura da revisão de literatura está composta em três partes. Uma introdução ao contexto de gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC), segundo textos legais e de normatização técnica sobre o tema no Brasil. Em sequência a contextualização do negócio da reciclagem e operação de usinas de beneficiamento de RCC, para a construção das premissas do estudo de caso. E como terceira parte, o referencial de métricas e estrutura para a análise do empreendimento proposto no trabalho, contendo ao fim resultados alcançados em outros estudos que compartilharam o mesmo interesse.

2.1 O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

No Brasil a gestão de resíduos sólidos é baseada no texto da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), que trata dos princípios, diretrizes e ferramentas para a gestão dos diferentes resíduos gerados pela sociedade.

De forma específica para a construção civil, a Resolução de número 307 do CONAMA vigora deste 2002 e não é conflitante com o texto promulgado em 2010. Apresentando estratégia para envolvimento de diferentes níveis de geradores, atendido por uma cadeia de estruturas de funções distintas.

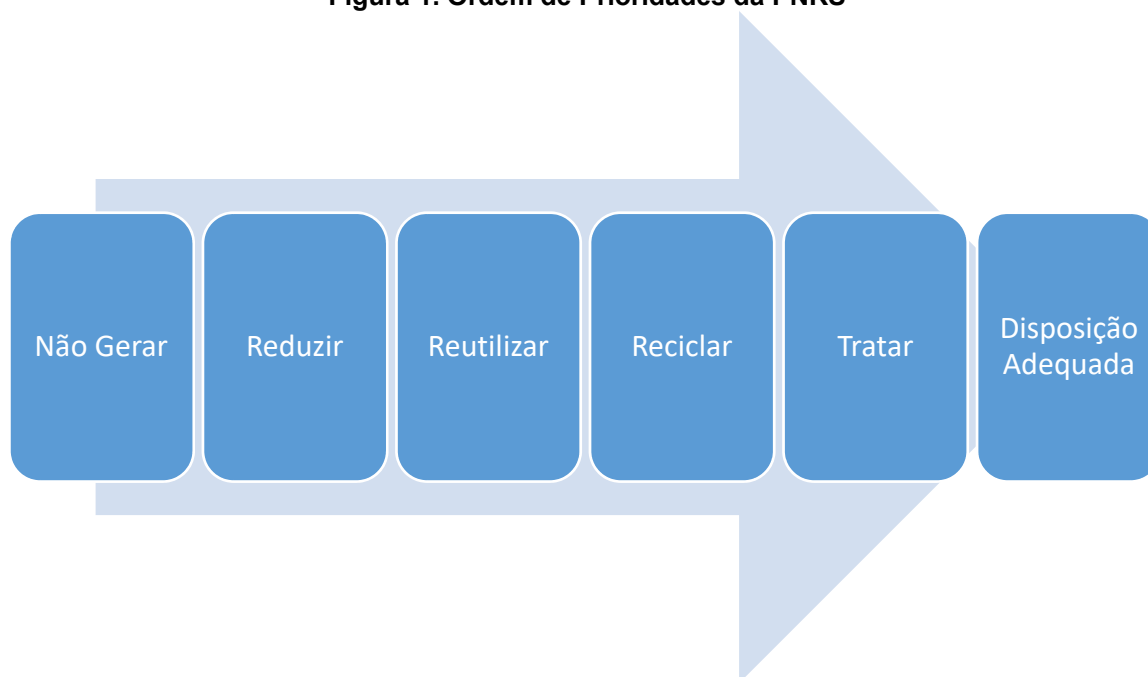
Apoiando o texto do CONAMA, as Normas Brasileiras (NBR) de número 15.112 a 15.116 normatizam a qualidade e a operação da cadeia de gerenciamento dos RCC e os agregados reciclados conforme a aplicação.

2.1.1 Princípios da gestão de resíduos sólidos no Brasil e a PNRS

Como texto base para a temática de gestão de resíduos, a Lei Federal Nº 12.305/10 apresenta princípios, objetivos e instrumentos relacionados ao tema. Prevendo a gestão integrada de resíduos sólidos, como conjunto de ações, procedimentos e meios a fim de viabilizar a coleta, a recuperação do seu valor econômico, seja no seu ciclo, ou em outros ciclos produtivos, e a destinação final ambientalmente adequada, quando o caso. (BRASIL, 2010).

A Lei enfatiza uma ordem de prioridade às ações no gerenciamento de resíduos sólidos em que se dá preferência pela não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e somente dispor, de forma final, os resíduos se esgotaram as outras possibilidades, conforme ilustrado na Figura 2 (MMA e ICLEI, 2012; BRASIL, 2010).

Figura 1. Ordem de Prioridades da PNRS



Fonte: adaptado de MMA e ICLEI (2012)

Buscando eliminar áreas de disposição final irregulares por meio do cumprimento desse princípio, Brasileiro e Matos (2014) veem no mercado da reciclagem de RCC o meio para reverter o cenário atual nacional e agregar valor econômico aos resíduos.

2.1.2 Gestão dos resíduos municipais da construção civil

A resolução de número 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), é a que estipula parâmetros para a gestão de resíduos da construção civil de forma a minimizar os impactos ambientais.

Aliado à PNRS, ambos os textos têm a preocupação em apontar a responsabilidade do gerador do resíduo com o gerenciamento do mesmo. Para

atender esse princípio no contexto dos RCC podemos destacar o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para grandes geradores.

O primeiro, o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil é instrumento da formalização de procedimentos e metas para o melhor controle de RCCs, sendo parte do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

Para empreendimentos cujos resíduos gerados não podem ser equiparados aos resíduos domiciliares, devido a sua natureza, composição ou volume, o instrumento adequado é o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos definindo no contexto do empreendimento o diagnóstico de geração de resíduos, procedimentos e metas para melhor atender a PNRS, integrado às ações praticadas pelo PMGIRS.

A Figura 2, abaixo, esquematiza os atores e textos que participam do gerenciamento de RCC em um município.

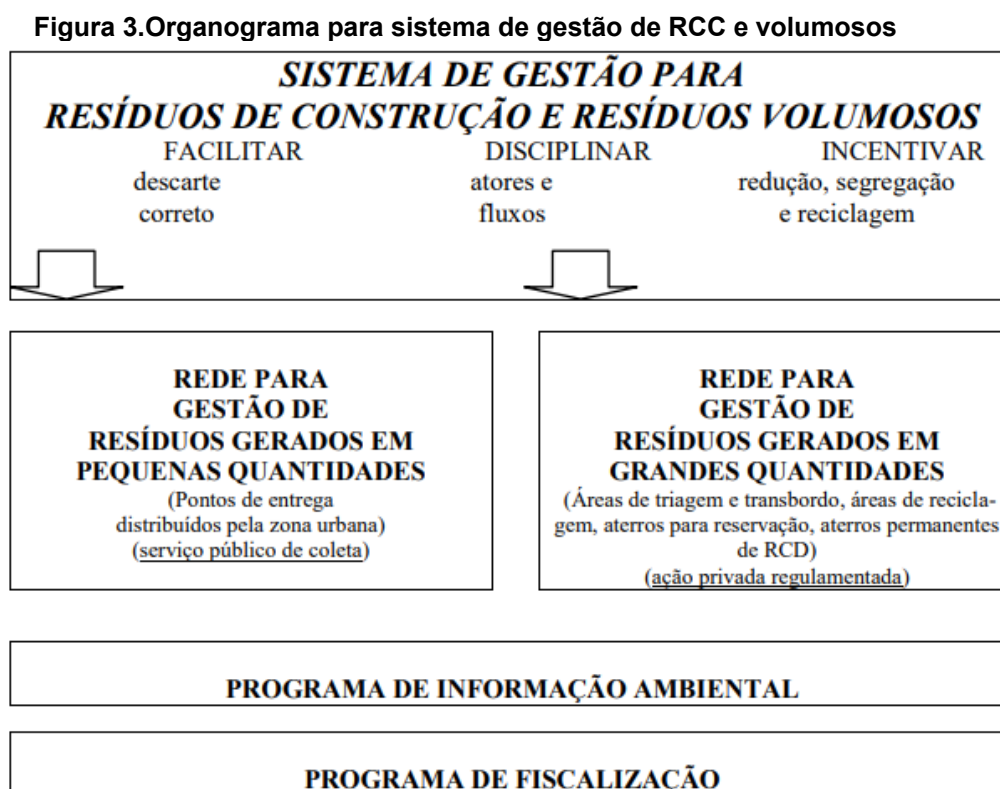
Figura 2. Fluxograma de políticas e planos empregáveis no gerenciamento de RCC na esfera municipal



Fonte: adaptado de KARPINSK *et.al* (2009)

Portanto à um nível municipal, políticas e planos que abordam a gestão de RCCs devem estar em consonância com a PNRS que institui a elaboração de um PMGIRS, abrangendo todos os tipos de resíduos sólidos gerados no municípios, incluindo os da construção civil, e ações de gerenciamento para os mesmos. No caso dos possíveis geradores, há a distinção entre grandes e pequenos geradores por ordem de volume gerado, a ser especificado no PMGIRS.

Como instalações para o manejo de RCC no município o Ministério do Meio Ambiente (2010) propõe o uso de pontos de entrega voluntária (PEV) de pequenos geradores, área de transbordo e triagem para grandes geradores, usinas de reciclagem e valorização de RCC e o uso de aterro de inertes, como ilustrado na Figura 3.



Fonte: MMA (2010)

Portanto, existem duas principais ações em um Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. O primeiro é por meio de um Programa Municipal de Gerenciamento, em que pequenos geradores descartam seus resíduos em áreas cadastradas (pontos de entrega), e a segunda ação abrange os

Planos de Gerenciamento dos grandes geradores. Esses devem tomar como compromisso a gestão de todo os seus resíduos por meio de uma cadeia de gerenciamento cadastrada e áreas de manejo licenciadas. (KARPINSK *et. al*, 2009)

2.1.3 Classificações para RCC

Como classificação de RCC quanto à origem, ambos os textos da PNRS (2010) e Resolução 307/02 do CONAMA, dispõem como todo resíduo proveniente da construção civil e de suas atividades: construção, reformas, reparos e demolições, incluindo resíduos da preparação e escavação de terrenos para obras civis.

Com o intuito de prover o melhor gerenciamento, CONAMA expandiu a classificação dos RCC em função ao tratamento adequado para as diferentes classes encontradas nos canteiros de obras, resumidos no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1. Classificação de RCCs Segundo a Resolução CONAMA 307 (2002) e suas atualizações

| Classificação | Descrição |
|---------------|---|
| “A” | Reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como concreto, argamassas, componentes cerâmicos e solos provenientes de terraplanagem. |
| “B” | Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015). |
| “C” | Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11). |
| “D” | 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, |

| Classificação | Descrição |
|---------------|---|
| | bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada pela Resolução nº 348/04). |

Fonte: CONAMA (2015)

A resolução está em constante adequação em função aos avanços tecnológicos para o manejo de RCC, a Resolução de nº 431/11 e nº 469/2015 passam primeiro a excluir o gesso da classificação “C” e classificá-lo como item passível a outras destinações para reciclagem. Como também o exemplo da inserção do amianto, pela Resolução CONAMA 348/04, na classe “D” como material nocivo à saúde.

Tal classificação pavimenta o caminho de busca por empregar soluções para reciclagem de resíduos no contexto da construção civil. Condizente ao classificar que para alguns dos resíduos gerados não existem, no momento, métodos de recuperação economicamente viáveis, e reforça a atenção para aqueles que possam ser nocivos à saúde.

2.1.4 A importância da regulamentação

O gerenciamento adequado de resíduos é um interesse público, pois é instrumento à sustentabilidade da sociedade, sendo agente da preservação da saúde das pessoas, como também dá suporte à atividade econômica (KARAK *et al.* 2012).

Um dos papéis da regulamentação do tema é o de organizar à sociedade para atingir os objetivos apontado em lei de forma sistêmica, conforme tratado pela PNRS. (NASCIMENTO *et al.*, 2015)

Assim a regulamentação é o desdobramento das intenções e direito da sociedade. Servindo como referência para obrigações públicas e privadas, acesso a incentivos para o seu cumprimento e entendimento público para cumprir com a fiscalização.

Como na indústria de reciclagem de RCC, que contribui para solucionar um problema antigo da sociedade, e para tal, precisando da responsabilidade compartilhada pelo assunto para implementar-se com eficiência.

2.2 A RECICLAGEM DE RCC

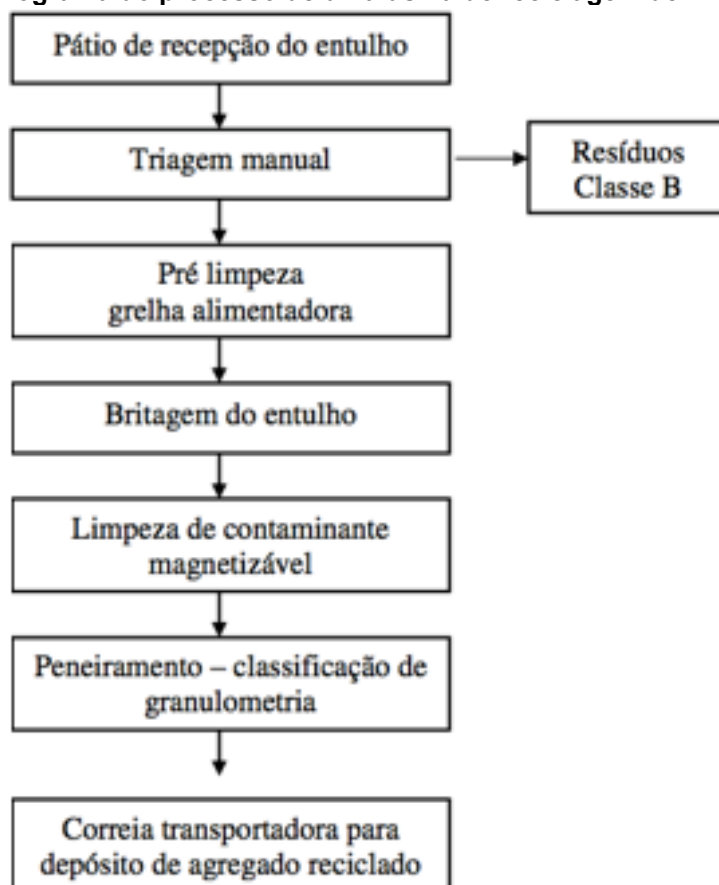
Miranda et al. (2009) aponta um crescimento na quantidade de usinas de reciclagem instalada após publicação da resolução CONAMA 307, no ano da publicação do artigo, 2009, existiam cerca de 48 usinas instaladas no Brasil, estimando que suas capacidades supririam 4,8% da geração nacional da época. Sendo a metade dessas pertencente ao poder público, porém com críticas por parte do autor a essa gestão pelas dificuldades condicionadas pelas mudanças de cenário político e ao pouco conhecimento técnico de fatores que culminam no desmantelamento das recicladoras públicas.

Complementar a esse primeiro panorama, Miranda et al. (2016) realizou um segundo estudo que levantou dados como o crescimento do total de usinas para mais de 310 no país e suas principais características. Tendo como maioria usinas fixas e que realizam atividades complementares à reciclagem.

Extraí-se também desse estudo as dificuldades do setor, como na falta de incentivos à compra do material reciclado, na fiscalização da cadeia de gerenciamento dos RCCs, na sua triagem e destinação, e na tributação aplicada ao setor. Pontos que poderiam ser desenvolvidos pelo poder público.

Manfrinato et al. (2008) ilustrou o processo de reciclagem por meio de fluxograma contendo suas etapas de forma genérica (Figura 4), há usinas que operam de forma mais simplificada.

Figura 4. Fluxograma do processo de uma usina de reciclagem de RCC



Fonte: adaptado de Manfrinato et al. (2008)

Há a importância de classificar o material para as diferentes granulometrias de agregado reciclado, como também a retirada de contaminantes que possam vir do canteiro de obra. A NBR 15.115 e 15.116 normatiza a qualidade do produto reciclado para a execução de camadas de pavimentação e preparação de concreto sem função estrutural (ABNT, 2004).

Angulo (IPT, 2011) desenvolveu uma solução para a reciclagem de baixo custo, onde não há britagem, em que a reciclagem se dá pela segregação das frações de agregados e a retirada manual de contaminantes nas esteiras transportadoras. A remoção do britador da operação resulta em uma economia de até 50% dos custos de implantação se tornando opção para pequenos municípios.

2.2.1 Utilização de agregados reciclados

A construção civil utiliza de materiais minerais sólidos e inertes, que de acordo com sua granulometria e propriedades são utilizados na fabricação de produtos da construção civil (LA SERNA *et al.*, 2009)

Os primeiros estudos do uso de agregados datam na década de 80 no uso em argamassas (MIRANDA, 2009). Brasileiro e Matos (2015) em um trabalho de revisão bibliográfica sobre o assunto concluem que a indústria da construção civil é uma das que apresenta maior potencial para absolver resíduos sólidos.

São extensas as possibilidades, tais como: camadas de base e sub-base para pavimentação, coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, fabricação de concretos, fabricação de pré-moldados, camadas drenantes, etc.

É sabido que a composição do resíduo sólido reciclável afeta na utilização do agregado gerado (MOREIRA *et al.*, 2010; ANGULO, 2005). Pesquisas apontam aplicações bem-sucedidas do agregado de cerâmica vermelha na fabricação de novos tijolos e argamassas (REIS, 2007; SILVA, 2006; VEIGA, 2007).

Vieira (2004) e Leite (2001) apresentaram resultados para uso de agregados reciclados junto com naturais melhorando propriedades do concreto produzido e concluem a viabilidade do uso. Todavia, Zordan (1997) destaca a precaução para o uso desse concreto produzido em uso estrutural em obras de infraestrutura urbana.

Angulo (2005) relaciona concentração de cerâmica vermelha do agregado reciclado com comportamento do concreto produzido. E aponta a porosidade característica do material cerâmico e aglomerantes, e indica o uso de agregados no intervalo de densidade $d > 2,2$ para obter características semelhantes aos dos agregados naturais.

Os principais agregados comercializados são classificados segundo NBR 7211. (ABNT, 2004)

Quadro 2. Faixas granulométricas de agregados.

| Produto | Faixa granulométrica |
|---------|----------------------|
| Brita 4 | De 50 mm a 76 mm |
| Brita 3 | De 25 mm a 50 mm |

| Produto | Faixa granulométrica |
|-------------|----------------------|
| Brita 2 | De 19 mm a 25 mm |
| Brita 1 | De 9,5 mm a 19 mm |
| Brita 0 | De 4,8 mm a 9,5 mm |
| Pó de pedra | >4,8mm |

Fonte: FREITAS Jr. (2013)

A NBR 15.116:2004 (ABNT, 2004), que especifica o uso dos agregados reciclados, também classifica os agregados conforme a presença de concreto (>90%) na sua fração graúda sendo: agregado reciclado de concreto (ARC) e agregado reciclado misto (ARM), fator que influencia na porosidade do agregado reciclado e assim sua resistência a esforços mecânicos ou de abrasão. ARC, por possuírem menor porosidade, são mais semelhantes aos agregados naturais. (Angulo e Figueiredo, 2011)

2.2.2 Gestão na Usina de Reciclagem de RCC

As fontes de renda de uma usina de reciclagem se dão pelo recebimento do material coletado e pela venda do agregado reciclado. ABRECON indica que a principal receita da instalação de reciclagem de RCC é a venda do material beneficiado, e para tal é preciso assegurar sua qualidade para uso. A qualidade do agregado produzido é relacionada com o resíduo que passa pela reciclagem, e para tal a compreensão de mecanismo de gestão da usina de reciclagem se faz essencial para sua sustentabilidade (ABRECON, 2017).

A primeira etapa da gestão em uma usina de reciclagem de RCC é o recebimento do resíduo coletado, sempre se atentando à entrada de resíduos somente de classe “A”. Podendo reforçar esse compromisso com taxas diferenciadas de recebimento caso a caçamba esteja “suja”, contendo outros materiais não recicláveis, verificando de forma visual. Deve-se manter registro do fluxo de material recebido usando uma guia de controle de transporte de resíduo (CTR).

O RCC recebido é separado conforme sua natureza e origem, prevalência de material vermelho (cerâmica) ou cinza (cimento), essa primeira segregação é

importante para atender ao uso do agregado gerado. Não compete à usina de reciclagem de RCCs a triagem do material, esse deve ser feito nos pontos de geração (canteiros de obra) ou áreas de transbordo e triagem (ATT), caso o empreendimento opte por realizá-lo deve-se possuir licença de ATT, o qual muitos a fazem. Como em seguida é realizado uma triagem manual para os materiais segundo seu destino de reciclagem, conforme a Resolução 305 do CONAMA (ABRECON, 2017).

Existem três tipos de plantas de processamento que se diferenciam conforme à sua instalação podendo serem fixas, semimóveis e móveis. Cada uma possui nichos de mercados distintos, com suas vantagens e desvantagens na adoção da tecnologia. De forma resumida plantas fixas são voltadas para um investimento de longo prazo, trazendo maior qualidade e diversidade na obtenção dos produtos reciclados. Enquanto plantas móveis favorecem empregos pontuais, essa mobilidade ocorre a um custo de investimento geralmente maior do que uma planta fixa (JADOVSKI, 2005).

A NBR que dá as condições de instalação e licenciamento sobre as áreas de reciclagem é a de número 15.114 (ABNT, 2004).

2.2.3 A geração de RCC

De caráter diagnóstico, o conhecimento da geração de resíduos, incluindo sua gravimetria em tipos de resíduos gerados, visa subsidiar planos de gerenciamento de uma forma estratégica, como é um estudo para viabilidade da construção de um ponto de reciclagem local (IPEA, 2012; ANGULO *et al.*, 2011).

Tem se estimado que 40 a 70% da massa de resíduos gerados na cidade são provenientes da construção civil (PINTO, 1999; SILVA e FERNANDES, 2012). Em uma estimativa nacional autores encontraram valores médios entre 230 e 760 kg/hab. ano (IPEA, 2012). ABELPRE, em seu panorama nacional sobre o setor de limpeza, estima que o Brasil em nível nacional alcance valores próximo aos 600kg./hab./ano (ABELPRE, 2017). Em estudos municipais, onde há uma maior representatividade, autores encontraram valores dispersos.

Tabela 1. Taxas de geração de RCC no contexto Brasil encontrado na literatura.

| Escopo | Taxa de geração RCC (Kg. /hab. ano) | Fonte |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Jundiaí - SP | 760 | PINTO (1999) |
| Lençóis Paulista - SP | 670 | MANFRINATO (2008) |
| Teresina - PI | 100,12 | SILVA (2015) |
| Santa Maria - RS | 189,46 | JUNIOR; SILVA (2006) |
| Campo Mourão - PR | 447 | ALVES (2015) |
| Novo Horizonte - SP | 367 | ANGULO (2011) |
| São Carlos – SP | 704 | MARQUES NETO (2010) |
| Média do Brasil | 600 | ABELPRE (2017) |

Fonte: Adaptado de ALVES (2015)

A principal forma de geração por atividade da construção são as reformas, ampliações e demolições. Acima da construção de residências e edificações novas, levando-se em consideração o padrão de construção em alvenaria, os dados estão na Tabela 2.

Tabela 2. Estimativa sobre a fonte geradora

| Tipo de fonte geradora de RCC | Porcentagem |
|--|-------------|
| Residências novas | 20 |
| Edificações novas (acima de 300 m ²) | 21 |
| Reformas, ampliações e demolições | 59 |

Fonte: Tavares (2007 *apud* IPEA, 2012)

Dos componentes da obras os que mais estão presentes na gravimetria dos RCCs são argamassas, concretos e blocos, como descrito na tabela a seguir:

Tabela 3. Composição média dos RCC de obras no Brasil

| Material | Porcentagem |
|--------------------|-------------|
| Argamassa | 63 |
| Concretos e blocos | 29 |
| Outros | 7 |
| Orgânicos | 1 |
| Total | 100 |

Fonte: Silva Filho (2005 *apud* IPEA, 2012)

Analisando esses, a fração reciclável por uma usina de reciclagem de RCC chega a ser acima dos 90% dada a sua composição e classificação segundo Resolução 307 do Conama. Um sinal que reforça a viabilidade técnica do emprego da reciclagem.

2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Rasoto *et al.* (2012) define a análise de investimentos (AI) como problema sobre decisões de desembolso de capital com o objetivo de gerar receitas futuras. Essas interações têm como tempo uma de suas variáveis, que é traduzida em formas de juros, taxa de juros, sistemas de amortização, fluxos de caixa, entre outros. Portanto quantias de dinheiro para AI têm atreladas em si a informação da data em que ocorrem.

O processo de análise de investimentos é feito usando técnicas que comparam os possíveis usos do dinheiro, levando em conta riscos e retornos esperados. As análises quantitativas mais usadas por especialistas são a do Valor Presente Líquido (VPL), *Payback* e Taxa Interna de Retorno (TIR) (RODRIGUES *et al.* 2015).

2.3.1 Valor Presente Líquido

O VPL considera o valor do dinheiro no tempo, seguindo a lógica que o recurso acessível no presente tem um maior valor do que no futuro. Descontando a uma taxa de juros, que corresponda ao custo de oportunidade do projeto, os fluxos de caixa gerados. É resultado da subtração dos recursos despendidos das receitas esperadas, portanto se o VPL for maior que zero tem-se que o projeto é financeiramente positivo. O VPL é expresso pela fórmula:

Fórmula 1. Valor Presente Líquido.

$$VPL_{(i)} = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - I_0$$

Fonte: Sviech e Mantovan (2013)

- i = taxa de desconto;
 j = período que percorre todo o fluxo de caixa ($j = 0$ a $j = n$);
 FC_j = fluxo de caixa para o período j ;
 $VPL(i)$ = valor presente líquido descontado a uma taxa i ;
 n = é o número de períodos do fluxo;
 I_0 = Investimento inicial.

2.3.2 Payback

O *Payback* mede o tempo necessário em que o fluxo de caixa do projeto proporciona o retorno do montante investido (Rasoto *et al.*, 2012). Dessa forma é uma ferramenta para quantificar os riscos a serem tomados. Delimita-se um período como base para a decisão, caso o valor de *payback* seja menor, significa que o risco a ser tomado está dentro do suportado (LAPPONI, 2007).

O *Payback* descontado é uma variação do mesmo indicador, nesse caso o fluxo de caixa é ajustado a uma taxa de desconto, como por exemplo uma taxa mínima de atratividade (TMA). Seu uso é considerado mais coerente à realidade, já que incorpora o princípio de valor do dinheiro no tempo (LAPPONI, 2007).

2.3.3 Taxa interna de retorno (TIR)

Métrica para o cálculo de rentabilidade, a TIR (Taxa Interna de Retorno) seria a taxa de desconto em que realizar o cálculo dos fluxos de caixas descontados retornaria 0. Ou seja, é uma análise baseada no método de VPL, para a qual os valores presentes de entrada são iguais aos valores presentes das saídas de dinheiro (Schiev e Mantovan, 2013).

Fórmula 2. Taxa interna de retorno.

$$I_0 = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

Fonte: Sviech e Mantovan (2013)

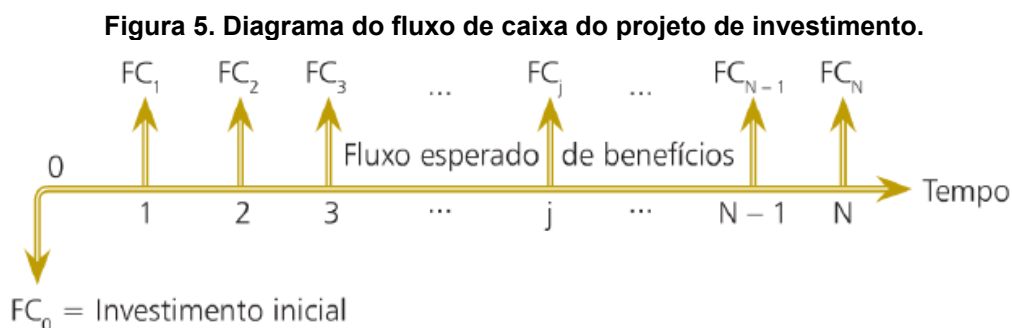
- i = taxa de desconto;
- j = período que percorre todo o fluxo de caixa ($j = 0$ a $j = n$);
- FC_j = fluxo de caixa para o período j ;
- n = é o número de períodos do fluxo
- I_0 = Investimento inicial.

Seu valor é expresso em percentual sobre período de tempo, e quando comparada à taxa mínima de atratividade (TMA), juros relacionados ao custo de capital aportado, é possível fazer a seguinte análise (Schiev e Mantovan, 2013):

- **TIR > TMA:** Significa que o investimento é economicamente viável;
- **TIR = TMA:** O investimento está em uma situação econômica de indiferença;
- **TIR < TMA:** O investimento não é economicamente atrativo.

2.3.4 Fluxo de Caixa

Rasoto *et al.* (2012) eleva a construção do Fluxo de Caixa (FC) como uma das tarefas mais árduas na AI, já que trabalha com resultados futuros e projeta-os de forma condizente, tendo de forma resumida as informações de receita e despesas no decorrer do horizonte de planejamento, para enfim reunir esses fluxos, positivos e negativos, em um diagrama conforme retirado da referência (Figura 5).



Fonte: Rasoto *et. al* (2012)

Figura 6. Fluxo de caixa projetado.

| Discriminação | Ano 1 | Ano 2 | ... | Ano j | ... | Ano n – 1 | Ano n |
|------------------------------------|-------|-------|-----|-------|-----|-----------|-------|
| Receita total | | | | | | | |
| (-) Custo total | | | | | | | |
| Custo fixo | | | | | | | |
| Custo variável | | | | | | | |
| (=) Lucro operacional | | | | | | | |
| (-) Contribuição Social (CS) | | | | | | | |
| (-) Imposto de Renda (IR) | | | | | | | |
| (=) Lucro após IR e CS | | | | | | | |
| (+) Depreciação | | | | | | | |
| (-) Amortização | | | | | | | |
| (=) Disponibilidade líquida | | | | | | | |

Fonte: Rasoto *et. al* (2012)

A Figura 6 é um exemplo de estrutura de custos e receitas de um projeto em um período determinado, ou demonstrativo de resultado, na qual se busca extrair a informação dos fluxos de caixas que o projeto retornará (Rasoto *et al.*, 2012).

Nele se agrupam as informações de movimentações financeiras, como recebimentos, compromissos e possíveis disponibilidades de capital, de uma forma que fique claro quando e quanto dinheiro a empresa gera ou consome, dados relevantes quando se fala em análise de investimento (Rasoto *et al.*, 2012).

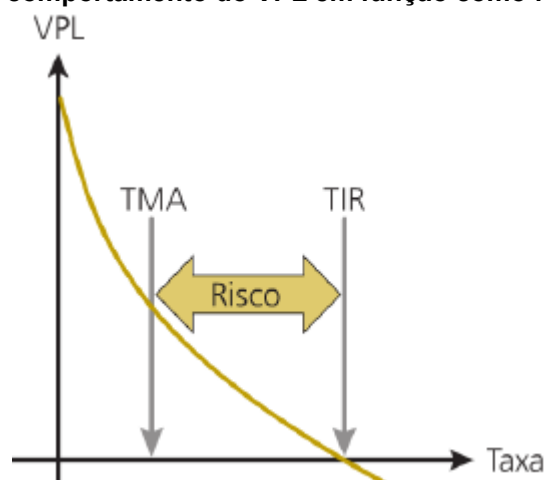
2.3.5 Validade da decisão

De forma resumida Rasoto *et. al* (2012) organiza o processo de AI em: coleta de dados, estimação do fluxo de caixa líquido, aplicação das ferramentas de análise, interpretação das ferramentas e emissão do parecer econômico.

Acompanha os indicadores de risco e retorno, a análise combinada de um ou mais índices. Rasoto *et. al* (2012) aborda o uso do gráfico do VPL em função da taxa de desconto, a relação TMA/TIR e o índice *Payback/N*.

Colocando a curva de valor do VPL em função da taxa de desconto é possível visualizar o risco em que o capital está sendo exposto. Pela diferença entre a TMA e TIR, que seriam as faixas em que o investimento se faz viável (Figura 7).

Figura 7. Gráfico do comportamento do VPL em função como ferramenta de decisão



Fonte: Rasoto *et. al* (2012)

No índice TMA/TIR põe em perspectiva a chance de se obter um maior retorno em aplicações financeiras disponíveis no mercado e de baixo risco, traduzindo o risco financeiro. Enquanto *Payback/N* é a estimativa da probabilidade de não se recuperar o capital investido dentro do horizonte planejado (Rasoto *et. al*, 2012).

2.3.6 Estudos sobre viabilidade de usinas de reciclagem de RCC

Na literatura é possível encontrar estudos sobre o custos e retornos de plantas de reciclagem de RCC.

Jadovski (2005) construiu uma planilha com dados de entrada relativos à implantação, operação e manutenção para o dimensionamento financeiro de usinas de reciclagem de RCC. Sua análise sobre a geração de um município se dá por dois eixos: em função da população e em função da área construída e dimensiona a capacidade de demanda de processamento da usina por uma taxa de captação de resíduo e de operação. Como medidas para tomada de decisão usa os conceitos de *Payback*, VPL e TIR.

Gularte (2017) focou em desenvolver um modelo de avaliação da viabilidade econômico-financeira usando uma proposta de plano de negócio Canvas e a metodologia multi-índice ampliada via aplicativo Web SAVEPI, junto a uma análise de

sensibilidade por meio de limites de elasticidades para os indicadores utilizados via simulação de Monte Carlo e implantou seu modelo em um estudo de caso para um município do interior paranaense chegando a resultados positivos para a implantação.

Complementares a esses, existe o trabalho de Kuhn et al. (2017) que realizou a análise de viabilidade econômica em uma usina em estado de operação, concluindo que apenas com a receita obtida com o recebimento dos resíduos o empreendimento é inviável. Porém com ajuste de preços e aliado às receitas de venda dos agregados reciclados produzidos, foi possível torná-lo atrativo.

O contexto do estudo de viabilidade de Teló (2011) foi o de uma capital brasileira, alcançando o valor para a taxa interna de retorno (TIR) de 21,15%, adotou como taxa mínima de atratividade (TMA) 9% ao ano. No desenvolvimento de sua pesquisa constatou a demanda por soluções na disposição de RCCs, que passa por problemas de fiscalização e regulamentação da cadeia.

Manfrinato (2008) tratou a implantação da usina de beneficiamento de resíduos da construção civil como um investimento público, ressaltando a influência do poder público municipal no gerenciamento resíduos. Sobre uma perspectiva financeira os resultados se apresentam ainda mais promissores se somados à economia nos custos de expansões de aterro e o uso dos agregados produzidos em obras da própria Prefeitura.

Diferentes autores propuseram abordar o tema de viabilidade do emprego de usinas de reciclagem para RCC, que junto ao fato de serem ambientalmente positivas às suas comunidades, podem apresentar conclusões positivas em termos econômicos.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Gil (2010) classifica a pesquisa científica em quatro parâmetros: em relação à natureza dos objetivos; à forma de abordagem do problema; aos seus objetivos e aos procedimentos técnicos utilizados. Sendo assim esse trabalho apresenta as seguintes classificações:

- Quanto à natureza dos objetivos: Se enquadra como pesquisa aplicada, já que os resultados e discussões levantadas serão dirigidos à solução de um problema específico, envolvendo verdades e interesses locais.
- Forma de abordagem do problema: O estudo segue uma linha de estudo quantitativa, já que busca compreender o problema com análise de dados quantificáveis e analisá-los por meio de fórmulas e expressões matemáticas, como encontrado nas ferramentas de viabilidade econômico financeira e projeção de demanda.
- Quanto aos seus objetivos: Tem caráter de pesquisa exploratória, pois tenta proporcionar maior familiaridade com o problema, seja por meio da construção de hipóteses ou tornando-o mais explícito. Com o objetivo de aprimorar ideias, a pesquisa exploratória envolve levantamento bibliográfico, análise de exemplos que “estimulem a compreensão” e entrevistas com pessoas que tiveram experiências prévias do problema pesquisado.
- Quanto aos procedimentos técnicos utilizados: Foram utilizados da pesquisa bibliográfica e do estudo de caso para a realização desse trabalho. A pesquisa bibliográfica define-se pela busca de informações em materiais já publicados, livros, artigos, material de bases de dados na Internet, permitindo uma maior cobertura sobre o assunto. Combinado a um estudo de caso que envolve estudo de uma situação real, de caráter unitário, em um contexto de investigação de um ou poucos objetivos.

Afinal o presente estudo propõe analisar a instalação de uma usina de reciclagem de RCC para um município do interior paulista, atingindo a problemática

pela investigação da situação atual do gerenciamento de RCC na cidade, dimensionar o empreendimento e analisá-lo sob ferramentas de viabilidade econômica

3.2 ETAPAS DO TRABALHO

Esta seção busca organizar a série de etapas ordenadas para completar este trabalho. Como buscou responder pela viabilidade do negócio de uma usina de reciclagem de RCC para o município de Ibitinga, foi realizada uma construção do pensamento para chegar a uma conclusão tomada a partir dos resultados de diferentes variáveis que influenciam no problema.

A primeira etapa do mesmo constitui-se no agrupamento de informações a fim de se obter um referencial teórico dos temas de “resíduos da construção civil”, “usina de reciclagem de RCC” e “viabilidade econômica para projetos”. Seguindo uma ordem para entender a legislação e práticas sobre o tema de gerenciamento de RCC, focando-se ao projeto de construção e gestão de uma recicladora, e, por fim, levantar modelos de análise já propostos na literatura em relação a viabilidade econômica, e de forma mais específica, estudos contextualizados a uma usina de reciclagem de RCC. É notável o uso de métricas como o VPL, TIR e *Payback* para analisarem o fluxo de caixa do empreendimento, como também se adota como horizonte de investimento um período longo, o arbitrado para esse trabalho foi de 11 anos (GULARTE, 2017; TELÓ, 2011).

A segunda etapa se construiu em aplicar os conceitos ao estudo de caso no município de Ibitinga no interior de São Paulo, alinhando com suas individualidades e contexto. Partindo-se do dimensionamento de demanda do empreendimento, nesse caso utilizando a geração estimada de RCCs pelo município, essa calculada, em um primeiro momento, da relação de geração por habitante apresentada por Angulo (2011) para um município de condições similares à Ibitinga e a projeção populacional da cidade (SEADE, 2017). A matéria prima do agregado reciclado é, em suma, o próprio resíduo do setor da construção.

Dadas as premissas para a receita, contextualizou os custos de implementação e operação da usina para a realidade do local. Os dados nessa etapa foram levantados por meio de consulta e pesquisa a fontes primárias, consulta de valores em imobiliárias de Ibitinga para levantar valor de investimento em terreno industrial,

preço de máquinas na internet com valor de entrega e *start-up* do equipamento e cotações de venda de agregado natural em casas de construção da cidade, usado como comparativo para definir valor de venda do produto do empreendimento. Como também uso de dados secundários para formalizar as hipóteses, como a geração per capita de RCC, taxa de crescimento da população e população atual.

O produto da segunda etapa é uma projeção do fluxo de caixa do empreendimento, levando-se em conta custos com operação, juros do financiamento obtido, depreciações e amortizações, como também os impostos cobrados.

A etapa de conclusão ficou por conta de aplicar os métodos de Engenharia Econômica levantados na etapa um, mensurando riscos e recompensas do empreendimento a fim de desenhar um parecer, vistos de forma absoluta no VPL e de forma relativa em TIR e *Payback*, e suas variações: TMA/TIR e *Payback/N*. Nessa mesma se estendeu pelo uso de análises de sensibilidades, com o intuito de esboçar cenários alternativos ao negócio, com o cálculo do nível de estresse para variáveis-chaves do modelo e na combinação de valores a serem cobrados pelos serviços prestados na usina, como também sugestões de ações conjunta com outras esferas da sociedade para viabilizarem tal projeto.

4 ESTUDO DE CASO

Os modelos de análise de viabilidade econômica de usinas de reciclagem de RCC são baseados em uma primeira visita ao município onde será implantado, em que se encontra parâmetros para o dimensionamento da usina (JADOVSKI, 2005; GULARTE, 2017).

Seguindo, então, para a elaboração de uma estrutura similar à de um plano de negócio, definido as receitas da usina, seus custos, análise dos riscos e uma taxa mínima de atratividade e horizonte de planejamento, culminando, enfim, na construção de uma projeção de fluxo de caixa.

As etapas anteriores são concluídas com uma análise final do empreendimento, com o cálculo dos indicadores de viabilidade econômica e do parecer sobre o cenário qualitativo em que a usina vai se encontrar.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Ibitinga registrou em 2017 uma população de 57.022 habitantes com uma taxa geométrica de crescimento anual da população no período entre 2010 e 2017 de 1,015%. (SEADE, 2017)

Projetando sua população, segundo essa taxa, para os próximos 10 anos temos como resultado a Tabela 4 a seguir:

Tabela 4. Projeção populacional para o município de Ibitinga-SP

| Ano | Número de habitantes | Taxa de crescimento (a.a.) |
|------|----------------------|----------------------------|
| 2017 | 57.022 | 1,015% |
| 2018 | 57.601 | 1,015% |
| 2019 | 58.185 | 1,015% |
| 2020 | 58.776 | 1,015% |
| 2021 | 59.373 | 1,015% |
| 2022 | 59.975 | 1,015% |
| 2023 | 60.584 | 1,015% |
| 2024 | 61.199 | 1,015% |
| 2025 | 61.820 | 1,015% |
| 2026 | 62.448 | 1,015% |
| 2027 | 63.081 | 1,015% |

Fonte: Autoria própria

Em seu plano de saneamento básico consta o reaproveitamento dos entulhos da construção como material de suporte em estradas municipais e algumas vias públicas e afirma a não existência de usina para o reaproveitamento do material. (IBITINGA, 2012). A usina de reciclagem de RCC tem papel na cadeia de gerenciamento dos resíduos da construção civil como alternativa ao aterramento para futuros usos.

Para o dimensionamento da usina foi empregado método indireto para aferir a quantidade de RCC gerado pelo município, usando de referência o número de habitantes. Não há estudos sobre a quantidade de RCC gerada no município de Ibitinga. Escolheu-se utilizar como premissa inicial para o modelo utilizar da geração de RCC calculada para a cidade de Nova Horizonte 0,367 ton/hab.ano (Angulo, 2012), levando em conta as semelhanças de desenvolvimento municipal, tamanho e base da economia. (SEADE, 2017)

Cruzando com os dados da Tabela 4, da projeção populacional do município, foi estimado a geração municipal futura de RCCs para o estudo de caso, chegando a um valor absoluto anual. Intencionalmente, para chegar a um valor a ser processado pelo empreendimento, trouxe o resultado anual para o período de dias úteis em um ano, 265 dias.

Assumindo que desse total recebido na usina, perde-se em torno de 10% pelo processo de caracterização e segregação dos materiais não recicláveis ou recicláveis por outro método, aqueles que se enquadram em classes diferentes da “A” da Resolução 307 do CONAMA (2002) (IPEA, 2012), chegamos ao valor em toneladas do material passível de ser processado, última coluna da Tabela 5.

Tabela 5. Estimativa de geração de RCC no município.

| Ano | Geração projetada (ton.ano) | Geração projetada (ton.dia útil) | Toneladas passíveis de reciclagem (dia útil) |
|------|-----------------------------|----------------------------------|--|
| 2017 | 20.927 | 79,27 | 71,34 |
| 2018 | 21.139 | 80,07 | 72,07 |
| 2019 | 21.354 | 80,89 | 72,80 |
| 2020 | 21.571 | 81,71 | 73,54 |
| 2021 | 21.790 | 82,54 | 74,28 |
| 2022 | 22.011 | 83,37 | 75,04 |
| 2023 | 22.234 | 84,22 | 75,80 |
| 2024 | 22.460 | 85,08 | 76,57 |
| 2025 | 22.688 | 85,94 | 77,35 |
| 2026 | 22.918 | 86,81 | 78,13 |
| 2027 | 23.151 | 87,69 | 78,92 |

Fonte: Autoria própria

Partindo do resultado de toneladas passíveis de reciclagem por dia útil, exposto na Tabela 6, são elaborado as premissas para o dimensionamento da capacidade de operação demandada da usina.

Como uma premissa do empreendimento, adotou-se um fator de recebimento na usina de reciclagem do total gerado no município, alcançando assim a projeção de toneladas a serem processadas em um dia útil. Esse fator põe em perspectiva a eficiência do sistema de coleta de RCC da cidade (transportadores privados, coleta municipal e agentes informais) ao direcionar os resíduos para à usina e que influenciam no programa de produção dos agregados para a venda, outros autores utilizam do mesmo conceito em seus estudos (JADOVSKI, 2005; GULARTE, 2017; TELO, 2011).

A Tabela 6 abaixo resume os resultados alcançados para o dimensionamento da necessidade de capacidade de produção para o empreendimento, segundo premissas adotadas, chegando a uma produção necessária projetada de aproximadamente de oito toneladas por hora de turno (8 horas/dia útil), para o horizonte do projeto.

Tabela 6. Projeção da demanda de processamento pela usina.

| Ano | Toneladas passíveis de reciclagem (dia útil) | Fator de recebimento | Projeção de toneladas processadas (dia útil) | Projeção de toneladas processadas (hora/ turno) |
|------|--|----------------------|--|---|
| 2017 | 71,34 | 0,5 | 35,67 | 4,46 |
| 2018 | 72,07 | 0,5 | 36,03 | 4,5 |
| 2019 | 72,80 | 0,6 | 43,68 | 5,46 |
| 2020 | 73,54 | 0,6 | 44,12 | 5,52 |
| 2021 | 74,28 | 0,7 | 52 | 6,5 |
| 2022 | 75,04 | 0,7 | 52,53 | 6,57 |
| 2023 | 75,80 | 0,75 | 56,85 | 7,11 |
| 2024 | 76,57 | 0,75 | 57,43 | 7,18 |
| 2025 | 77,35 | 0,8 | 61,88 | 7,74 |
| 2026 | 78,13 | 0,8 | 62,5 | 7,81 |
| 2027 | 78,92 | 0,85 | 67,08 | 8,39 |

Fonte: Autoria própria

Concluído o dimensionamento da demanda a ser atendida buscou-se valores dos materiais para implantação do projeto.

Foi escolhido um terreno em área industrial da cidade de metragem condizente com a operação a ser desenvolvida e valor consultado junto a corretor de imóveis da cidade. O orçamento do equipamento de valorização dos RCC foi feito junto à MAQBRIT – Ltda., que orçou uma usina de capacidade de 7 t/h, compatível com a demanda e produtos planejados. Tendo em vista que alternativas possíveis possuem capacidades de produção e investimento inicial superior, optou-se pelo modelo em que atendia a necessidade projetada no modelo de negócio.

Como outros equipamentos anexos à operação de britagem tem-se o uso de uma balança para pesagem e controle de fluxos de material, e uma mini carregadeira para apoio operacional, consultados em vendas. Entre outros custos de instalação da operação foi contabilizado o gasto com a abertura da empresa, incluindo os licenciamentos necessários.

Junto a esses houve uma estimativa de outros investimentos fixos, de escritório e laboratório de ensaios básicos e ferramentas, aos quais utilizou-se valor unitário de custo de construção calculado para o padrão construtivo de galpão industrial no

estado de São Paulo (SindusconSP, 2017). Por fim, uma estimativa de capital de giro para o início da operação, chegando à projeção para o investimento inicial para a usina de beneficiamento de RCC, resumidos na Tabela 7.

Tabela 7. Projeção de Investimento inicial.

| 1. Despesas Pré-operacionais | Valor | | Fonte |
|--|------------|---------------------|---------------------|
| Terreno industrial | R\$ | 800.000,00 | Corretor de Imóveis |
| Usina de 7 t/h | R\$ | 195.000,00 | Maqbrit |
| Base de equipamentos | R\$ | 25.000,00 | Maqbrit |
| Outros Equipamentos (Balança e Bobcat) | R\$ | 95.000,00 | Busca web |
| Custos de abertura | R\$ | 5.000,00 | Abrecon (2017) |
| Subtotal | R\$ | 1.120.000,00 | |
| 2. Investimentos Fixos | Valor | | |
| Ferramentas básicas | R\$ | 5.000,00 | Gularte (2017) |
| Laboratório básico | R\$ | 10.000,00 | Abrecon (2017) |
| Computador | R\$ | 2.000,00 | Gularte (2017) |
| Móveis de escritório | R\$ | 1.200,00 | Gularte (2017) |
| Obras civis - Escritório 30 m2 | R\$ | 23.730,00 | SindusconSP (2017) |
| Subtotal | R\$ | 41.930,00 | |
| 3. Capital de Giro Inicial | Valor | | |
| Estoque de material de escritório | R\$ | 1.500,00 | |
| Custo Operacional (2 meses) | R\$ | 34.338,28 | |
| Reserva para despesas diversas | R\$ | 2.500,00 | |
| Subtotal | R\$ | 38.338,28 | |
| SOMA (1. +2. +3.) | R\$ | 1.200.268,28 | |

Fonte: Autoria própria

Finalizado a estimativa de custos de abertura, tem-se custos que compõe a operação mensal do projeto. Como custos recorrentes da operação, foram levantadas despesas com pessoal e custos fixos estimados mensalmente.

Segundo o fabricante a usina requer 4 funcionários para a operação, foi tomado um valor condizente com o mercado para a função adicionado encargos trabalhistas sobre o salário mensal, valor em 33,77% por ser optante do Simples Nacional. O mesmo foi repetido para dois cargos administrativos.

Como custos fixos, tem-se água, luz, combustível e um valor de contingências para gastos anuais com manutenção orçado em 3% do valor dos equipamentos de britagem sugerido pelo fabricante.

Tabela 8. Custos operacionais projetados.

| Despesas com pessoal | | | | |
|---|--------|-----------|-------|------------|
| | Mensal | | Anual | |
| Salário + Encargos 4 funcionários (R\$ 2.200) | R\$ | 11.771,76 | R\$ | 41.261,12 |
| Salário + Encargos Secretária (R\$ 1.200) | R\$ | 1.605,24 | R\$ | 19.262,88 |
| Salário + Encargos Gerente (R\$ 4.000) | R\$ | 5.350,80 | R\$ | 64.209,60 |
| Total das despesas com pessoal | R\$ | 18.727,80 | R\$ | 224.733,60 |
| Custos Fixos | | | | |
| | Mensal | | Anual | |
| Água | R\$ | 362,00 | R\$ | 4.344,00 |
| Luz | R\$ | 900,00 | R\$ | 10.800,00 |
| Combustível | R\$ | 1.200,00 | R\$ | 14.400,00 |
| Manutenção | R\$ | 487,50 | R\$ | 5.850,00 |
| Custos Fixos | | | | |
| | Mensal | | Anual | |
| Total dos custos fixos | R\$ | 2.949,50 | R\$ | 35.394,00 |
| Total dos custos | | | R\$ | 260.127,60 |

Fonte: Autoria própria.

No dimensionamento de gastos com energia elétrica teve como premissa a tarifa média mensal em megawatts de classe industrial e da região sudeste e a demanda elétrica da usina. O acionamento dos equipamentos é realizado por motor elétrico, o consumo do sistema foi estimado em 18,5 kW e a tarifa utilizada foi de R\$ 244,36/MWh (ANEEL, 2019).

Para gastos com combustível adotou-se um consumo de 4 l/h da mini retroescavadeira ao custo de R\$ 2,00/l de diesel, seguindo a operação da usina de 22 dias trabalhados ao mês em turnos de 7 horas.

Enquanto o dimensionamento de água adotou-se método levantado por Jadovski (2005), em que o cálculo de consumo de água (m^3) é feito em função da capacidade de produção mensal da usina em toneladas utilizando o coeficiente de 0,08, sendo que a tarifa de água do município é de R\$ 4,20/ m^3 .

O modelo de negócio proporciona receitas pelo recebimento e tratamento do resíduo, como também pela venda dos produtos desse processo.

Seguindo a referência da pesquisa setorial da Abrecon (2017) e olhando mercado local para a prática de preço de agregados (R\$ 80/ m^3), optou-se pelo valor de venda (V1) R\$ 30,00/ m^3 de agregado reciclado e como taxa de recebimento o valor, R\$ 10,00/ m^3 (V2). Ambos valores, receitas e custos recorrentes, estão ajustados conforme a projeção da inflação de 4,00% para os próximos anos (BCB, 2018).

A Tabela 9 resume a projeção para a receita do empreendimento. Considerando que todo material convertido em agregado será vendido durante o período e, também, a taxa de geração por habitante do município se comparou à estimada por Angulo (2011) para município com Índice de Desenvolvimento Humano e grandeza de municípios próximas ao do caso estudado.

Tabela 9. Projeção de Receita pela venda de agregado reciclado.

| Ano | Material processado (ton. ano) | Material processado (m ³ .ano) | Valor Venda Agregado (R\$/m ³) | Valor cobrado pelo Recebimento (R\$/m ³) | Receita = (V1+V2) *Q |
|------|--------------------------------|---|--|--|----------------------|
| 2017 | 9.417 | 7.848 | 30,00 | 10,00 | R\$ 313.906,11 |
| 2018 | 9.513 | 7.927 | 31,35 | 10,40 | R\$ 329.775,95 |
| 2019 | 11.531 | 9.609 | 32,76 | 10,82 | R\$ 415.737,72 |
| 2020 | 11.648 | 9.707 | 34,23 | 11,25 | R\$ 436.755,76 |
| 2021 | 13.728 | 11.440 | 35,78 | 11,70 | R\$ 535.309,11 |
| 2022 | 13.867 | 11.556 | 37,39 | 12,17 | R\$ 562.372,20 |
| 2023 | 15.008 | 12.507 | 39,07 | 12,65 | R\$ 633.003,74 |
| 2024 | 15.160 | 12.634 | 40,83 | 13,16 | R\$ 665.005,87 |
| 2025 | 16.335 | 13.613 | 42,66 | 13,69 | R\$ 745.200,97 |
| 2026 | 16.501 | 13.751 | 44,58 | 14,23 | R\$ 782.875,35 |
| 2027 | 17.710 | 14.759 | 46,59 | 14,80 | R\$ 873.857,80 |

Fonte: Elaboração própria.

Tendo a receita projetada para a operação no horizonte de análise é possível dimensionar um fluxo de caixa da empresa. Nesse, em suma, é retirado das receitas as despesas do período. Para o cálculo de impostos foi usado o Simples Nacional, em que a alíquota de impostos varia em função do setor e receita da empresa, já que a mesma se enquadraria como Pequena Empresa e possui setor listado nos requisitos para se adotar o método.

A depreciação foi calculada de forma linear no horizonte de planejamento. A Tabela 10 traz informações sobre a vida útil para cada classe de bem, como também seu fator de liquidação em relação ao valor original no final do projeto.

Na composição de premissas de vida útil utilizou-se estudos de vidas úteis (IBAPE, 2013). Para as máquinas e equipamentos que compõem a usina de reciclagem, foi consultado dados do fabricante e valor referência da bibliografia.

Tabela 10. Premissas de vidas úteis e fator de liquidação para classes de ativos fixos.

| Item | Vida Útil | Fator de liquidação do Valor original |
|----------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| Máquinas e Equipamentos | 11 | 10% |
| Ferramentas e laboratório | 5 | 0% |
| Móveis e materiais de escritório | 5 | 0% |
| Obras civis | 25 | 0% |
| Terreno | Não deprecia | 100% |

Fonte: Elaboração própria.

A premissa de 11 anos de vida útil para as máquinas e equipamentos que integram a usina de reciclagem balizou o horizonte de investimento para as análises dos fluxos de caixa provenientes do empreendimento.

Portanto se espera um reinvestimento na renovação dos itens que compõe ferramentas, laboratórios e escritório no decorrer do projeto. Como também, o ajuste de caixa ao fim do horizonte do projeto, pela total liquidação dos bens, incluindo terreno e a contabilização do dinheiro provisionado para o capital de giro no início da operação.

A Tabela 11 é o produto da segunda etapa do estudo de caso, o fluxo de caixa projetado para o projeto, o demonstrativo de resultado projetado completo encontra-se no Apêndice A.

Tabela 11. Fluxo de caixa projetado em valores monetários (em 1.000 Reais).

| Ano | FCFF |
|-----|---------|
| 1 | 35,23 |
| 2 | 39,46 |
| 3 | 106,67 |
| 4 | 114,33 |
| 5 | 173,13 |
| 6 | 203,51 |
| 7 | 254,42 |
| 8 | 270,06 |
| 9 | 328,24 |
| 10 | 347,45 |
| 11 | 1279,09 |

Fonte: Elaboração própria.

Para alcançar o objetivo do trabalho, usou-se das ferramentas de análise de viabilidade apresentadas no referencial teórico.

Foi arbitrado para a taxa mínima de retorno em 8,75% a.a., correspondente à rentabilidade do investimento no Tesouro Nacional prefixado com vencimento em 2029 (TESOURO, 2019), tido aqui como opção de investimento ao empreendimento. Embora não contemplem riscos relacionados ao risco e liquidez do negócio.

Os valores obtidos dessa projeção serão discutidos na próxima seção, com análises de retorno e risco ponderando sua viabilidade.

Complementar ao primeiro resultado, estipulou-se cenários alternativos para a geração de receita, mudando valores cobrados pela venda dos agregados reciclados, conforme referência da pesquisa setorial (ABRECON, 2017), os valores estipulados tentam reproduzir modelos de negócios já consolidados no Brasil. Dentre os cenários cruzados estão a opção por não cobrar pelo recebimento de material na usina até o limite superior de R\$ 30/m³ por RCC recebido, e para a premissa de valores para venda variando de R\$ 5/m³ a R\$ 40/m³ de material reciclado.

O resultado de tais cenários foi posto em comparação com o modelo inicialmente proposto, em busca de uma perspectiva mais ampla do negócio.

Elegeu-se, por fim, quatro variáveis do modelo para o dimensionamento de empreendimento para pôr em questão o nível de risco exposto caso haja mudanças nessas premissas. As variáveis foram: Investimento inicial; custo operacional (anual); coeficiente de geração de RCC (ton.hab.ano); % do RCC passível de ser reciclado. O teste de sensibilidade será apresentado junto às outras análises, no próximo capítulo.

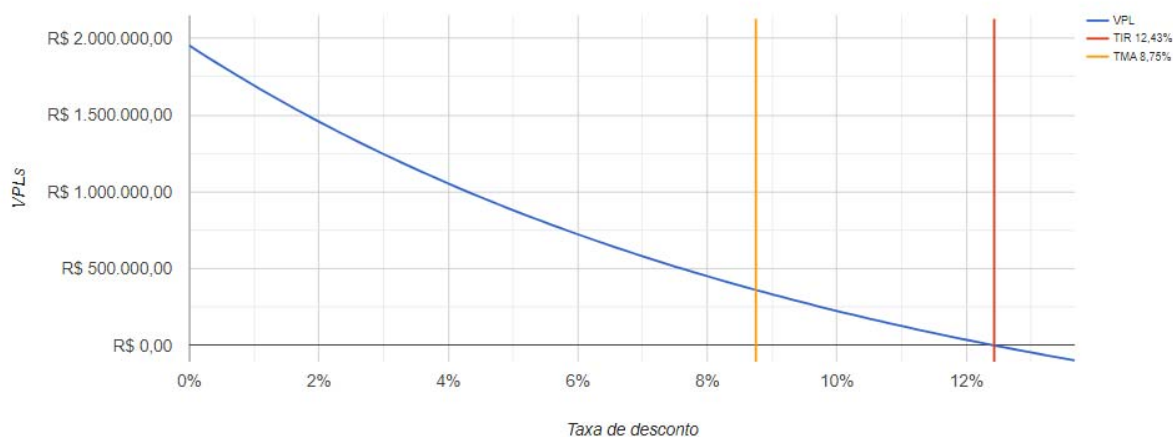
5. RESULTADOS E ANÁLISES

Nesse capítulo foram apresentados os resultados das ferramentas de avaliação de investimento sobre o modelo projetado e um prognóstico sobre o planejamento econômico do projeto.

Como primeiro resultado a ser observado está o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto, resumindo-se ao fim do horizonte de planejamento o investimento trará um retorno positivo ou negativo expresso em valores absolutos de capital. Para o modelo proposto o valor do VPL ao final de 11 anos a uma taxa de desconto de 8,75% foi de R\$ 361.015,65.

A Taxa Interna de Retorno encontrada foi de 12,43% a.a.. Inserindo em perspectiva com a taxa mínima de atratividade, temos que o projeto apresenta retornos acima do mínimo esperado. Sua interpretação gráfica indica a cobertura de risco, já que por definição a TIR tem como retorno um VPL igual a 0 (Gráfico 1). Sendo assim, a diferença entre as duas taxas seria o nível de risco econômico suportado pelo empreendimento até sua inviabilidade.

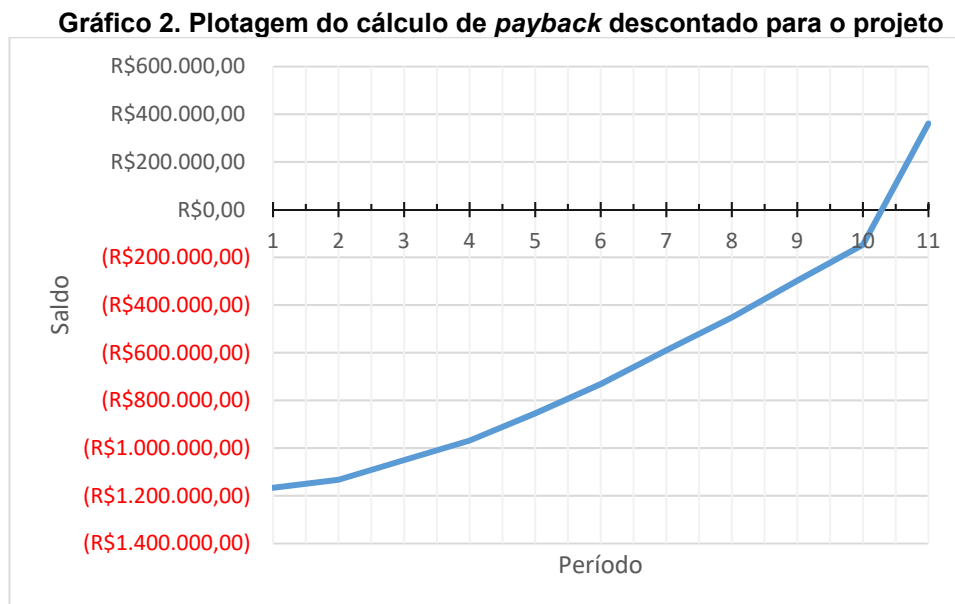
Gráfico 1. Plotagem da função VPL para o projeto



Fonte: Autoria própria e Savepi (2017)

Em uma perspectiva temporal para o risco do projeto têm-se o resultado da fórmula de *Payback*, que dimensiona o tempo para os resultados darem o retorno equivalente ao investimento inicial. O método utilizado levou em conta o valor do

dinheiro no tempo, sendo descontado pela taxa mínima de atratividade do projeto, retornando o valor próximo de 11 anos. (Gráfico 2)



Fonte: Autoria própria

Complementando a análise de riscos, foram calculados os índices *Payback/N* e TMA/TIR, os valores retornados foram 93% e 70,39%, respectivamente, esses indicadores dão uma perspectiva de risco de não recuperação do capital e risco financeiro. Segundo abordagem de Lima (2016), o projeto se enquadraria em um nível alto para ambos os indicadores.

Adicionalmente, se realizou a análise de sensibilidade para 4 itens que compõe o modelo, afim de buscar um ponto de inflexão do VPL do projeto.

Tabela 12. Análise de sensibilidade do VPL

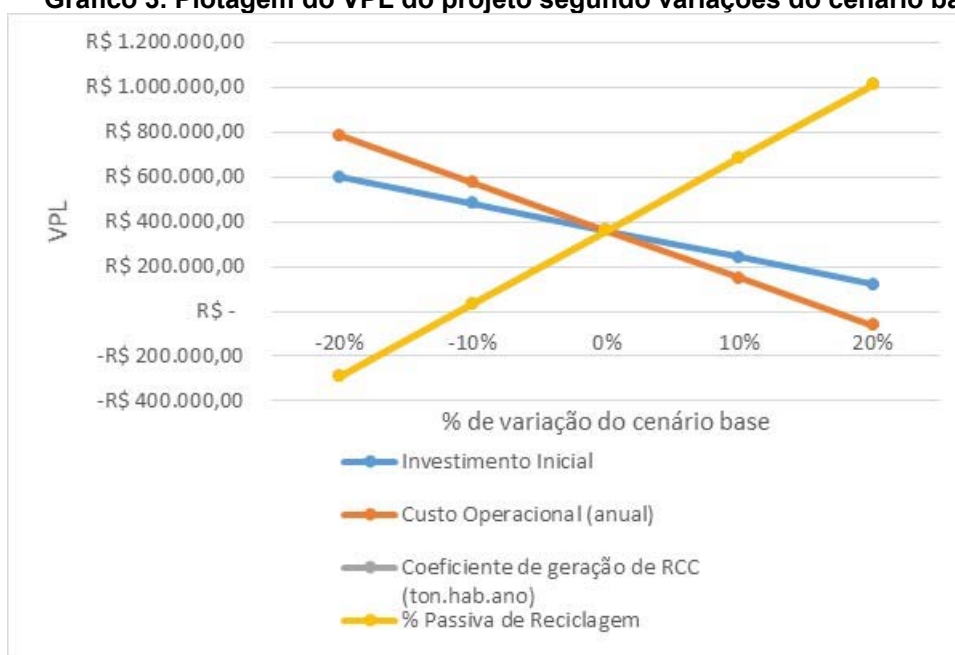
| | Valor Base | Ponto de Inflexão | Δ% |
|--|------------------|-------------------|---------|
| Investimento Inicial | R\$ 1.198.583,00 | R\$ 1.559.598,65 | 30,12% |
| Custo Operacional (anual) | R\$ 260.127,60 | R\$ 304.307,00 | 16,98% |
| Coefficiente de geração de RCC (ton.hab.ano) | 0,367 | 0,33 | -11,06% |
| % Passiva de Reciclagem | 90% | 80% | -11,06% |

Fonte: Autoria própria

As duas primeiras premissas em questão dizem a custos projetados para o empreendimento, enquanto as duas restantes refletem diretamente na receita e portanto no fluxo de caixa do projeto. Nota-se que as duas relacionadas às receitas

retornaram uma menor diferença para alcançarem o nível de inflexão da viabilidade do projeto. A visualização gráfica dos resultados está disponível abaixo (Gráfico 3), em que se utilizou de uma mudança percentual das variáveis em relação ao cenário base.

Gráfico 3. Plotagem do VPL do projeto segundo variações do cenário base



Fonte: Autoria própria

Seguindo com o resultado encontrado, o VPL do projeto é mostrasse mais sensível as variações das premissas de coeficiente de geração de RCC por habitante e a porcentagem desses passíveis de reciclagem.

Com os resultados, aponta-se para a viabilidade do projeto, mas com ressalvas. Visto que por mais que apresentassem valores positivos, os indicadores dão pouco espaço para imprevistos no fluxo de caixa da planta e o elevado período necessário para o *payback* do investimento corroboram para o risco elevado apesar da diferença confortável entre a taxa interna de retorno (TIR) e a taxa mínima de atratividade (TMA).

Não há certeza que os diversos fatores, venda dos agregados reciclados, geração de RCC, imprevistos em custos, reinvestimento de capital, entre outros, colaborem com os resultados projetados. Por uma perspectiva de gestão de riscos é recomendável que se explore alternativas.

A seguir foi estipulado cenários alternativos de valores iniciais a serem praticados pelo empreendimento e as taxas internas de retorno para suas combinações de preços, ilustrado na Tabela 13.

Tabela 13. Análise de cenários da TIR em função dos valores cobrados.

| | | Valor venda reciclado (R\$/m ³) | | | | | | |
|---|----|---|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 |
| Valor Recebimento (R\$/m ³) | 0 | | -21,63% | -13,66% | -7,00% | -1,31% | 3,71% | 12,43% |
| | 5 | -21,63% | -13,66% | -7,00% | -1,31% | 3,71% | 8,25% | 16,35% |
| | 10 | -13,66% | -7,00% | -1,31% | 3,71% | 8,25% | 12,43% | 20,04% |
| | 15 | -7,00% | -1,31% | 3,71% | 8,25% | 12,43% | 16,35% | 23,58% |
| | 20 | -1,31% | 3,71% | 8,25% | 12,43% | 16,35% | 20,04% | 26,99% |
| | 25 | 3,71% | 8,25% | 12,43% | 16,35% | 20,04% | 26,99% | 33,53% |
| | 30 | 8,25% | 12,43% | 16,35% | 20,04% | 23,58% | 26,99% | 33,53% |

Fonte: Autoria própria.

A análise da Tabela 13 indica que mudanças na estratégia de preços praticados podem aumentar a atratividade para com o empreendimento. Como cenário base, o estudo tomou os valores de R\$ 30/m³ para a venda do material processado e R\$ 10/m³ para o recebimento do resíduo, retornando uma TIR de 12,43% destacado na tabela. A linha que divide a Tabela 13 separa os cenários que retornariam lucro econômico daqueles que não, já que apresentaram uma TIR > TMA.

Ao comparar com o valor praticado pelos fornecedores de agregados naturais no município temos uma diferença superior a 60%. Em um cenário que haja um aumento no preço de venda do produto da usina para R\$ 40/m³, alçaria a TIR do empreendimento para 20,04%, melhorando rentabilidade e menor riscos de liquidez, trazendo o *payback* próximo aos 7 anos. Ainda que mantendo boa economia sobre o agregado natural (FRASSON, 2017).

Enquanto a cobrança de um valor para o recebimento de resíduos pela usina é um ponto a ser considerado para a viabilidade do negócio, já que torna-se fonte de receita para o empreendimento, aumentando sua TIR e, portanto, a diferença entre essa e a TMA, garantindo assim uma maior segurança a riscos. A vantagem da adoção desta prática é servir como subsídio à operação da valorização do RCC.

A ressalva é para a influência desse valor a ser cobrado para o recebimento por parte da usina para com a quantidade de material entregue na usina, a mudança no volume de resíduos destinado à usina impacta na oferta de agregado reciclado

para comercialização e, portanto, sua receita, necessitando de estudos para o embasamento do preço a ser praticado.

5.1 COMPARATIVO DOS RESULTADOS ENCONTRADOS COM A LITERATURA

Como forma de reafirmar os dados encontrados, buscou-se na literatura trabalhos relacionados ao tema de viabilidade econômica para usina de reciclagem de RCC. Os estudos encontrados seguiram o modelo adotado pelo atual trabalho, com uma definição da demanda e receita, do investimento, dos custos e despesas com operação e pôr fim a análise da viabilidade do negócio.

Sobral (2012) fez um estudo de viabilidade econômica para uma usina pública, mantida pela Prefeitura local, de capacidade 20 ton./hora e encontrou valores positivos para a instalação e com TIR de 26,24% a.a.. O autor considerou em sua receita, a economia gerada pela disposição adequada de RCC, evitando assim custos de transportes e adequação de depósitos irregulares, dando ao projeto uma perspectiva de empreendimento público.

Kuhn (2017) estudou uma usina em um município de médio porte, acima de 100.000 habitantes, que pratica somente a cobrança pelo recebimento do resíduo no estado do Rio Grande do Sul com recebimento médio perto de 4000 m³ ao mês que apresentou TIR de 26,59% a.a. em um período de 10 anos. Nos cenários propostos pelo autor houve uma grande diferença em rentabilidade quando se adotou o uso de financiamento de 80% do investimento inicial.

Teló (2011) encontrou em sua proposta de empresa para o processamento de RCC em Curitiba, projetando um programa de produção da usina em função ao tempo do estabelecimento do negócio, iniciando em 45% da capacidade real, o valor de taxa interna de retorno anual (TIR) de 21,15% e *payback* de 3 anos e 7 meses para uma usina de capacidade 20 ton./hora. No projeto Teló (2011) adotou como taxa de crescimento do negócio em 6%, atrelada ao setor da construção civil e não relacionada ao crescimento populacional da área atendida como se fez no presente estudo. Em sua carteira de produtos também foi incluído a produção de tijolos ecológicos, que se utiliza de insumos reciclados pela usina para produzir um produto de maior valor. Destaca-se o uso de capital de terceiros para o investimento inicial.

Para outra cidade do interior paulista de 60.000 habitantes, Manfrinato (2008) encontrou viabilidade econômica por meio do cálculo do VPL acompanhado de uma taxa interna de retorno acima dos 40% e com retorno do capital investido próximo aos 3 anos. Como modelo de investimento público, o autor propôs o uso de estruturas municipais, tais como terrenos e máquinas, diminuindo seu capital a ser investido inicialmente, como também considerou receitas acessórias devido a economias no emprego da reciclagem de RCC tais como: possíveis futuras áreas a serem adquiridas pela Prefeitura para destinação de entulhos.

Gularte (2017) realizou o estudo de caso para outra cidade de médio porte, cerca de 90.000 habitantes, a receita provém da venda do agregado reciclado (R\$ 35,00/m³) e assinala para a execução do empreendimento com rentabilidade calculada pela TIR em 20,8% e *payback* próximo aos 12 anos de operação. A geração adotada pelo autor foi a média nacional estimada pela ABELPRE em 2016, de 0,569 kg./hab./dia.. Seu custo com o terreno industrial também contribui para o aumento da rentabilidade do projeto, a qual uma área de 10.000 metros quadrados foi orçado em cinquenta mil reais. Abaixo ao estimado pelo atual estudo.

Conclui-se que como apontado em estudos anteriores existe a possibilidade para a execução do empreendimento de uma usina de reciclagem de RCCs em diferentes contextos de municipalidades. O contexto das municipalidades e o planejamento feito em cada estudo como premissas de receita, investimento e horizonte de análise influenciam nas rentabilidades encontradas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é uma atividade que gera uma fração expressiva dos resíduos de uma cidade. Esses resíduos, se tratados com indiferença, são onerosos ao meio ambiente e à própria saúde humana.

A fim de frear tais danos à sociedade que foram elaborados os textos da Resolução 307 do CONAMA e a Lei 12.305 de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, bases e marcos legais ao gerenciamento correto dos resíduos da construção civil (RCC).

A cadeia de gestão de RCC se constrói sobre o plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos de um município (PMGIRS), onde se definem as características entre grandes geradores e pequenos gerados. Afim de organizar um sistema que atendam suas necessidades para cumprirem com a responsabilidade pelos resíduos gerados.

Em seus componentes físicos, uma cadeia de gerenciamento de RCC temos: pontos de coleta, áreas de triagem e transbordo, aterro de inertes e as estações de reciclagem.

É no âmbito da PNRS que se dá o incentivo à reciclagem como alternativa à disposição final dos resíduos, reservando essa última escolha a somente aos rejeitos gerados. Para a indústria da construção provou-se de forma extensa por pesquisas a viabilidade tecnológica e de aplicações para os agregados reciclados.

Porém, uma instalação para o beneficiamento para resíduos de construção civil tem um alto investimento e possui riscos próprios. Aqui está o valor de um estudo prévio para confirmar sua viabilidade econômica.

A partir da revisão da literatura sobre estudos de viabilidade econômica para usinas de RCC, este trabalho seguiu uma linha de pensamento utilizada por outros autores, dimensionando o empreendimento conforme a demanda por reciclagem da região atendida no horizonte do investimento.

Para contextualizar o empreendimento ao estudo de caso buscou-se em planos locais de gestão de RCC, nota-se que a municipalidade em questão não possui um estudo de geração de RCC local, seu PMGIRS aponta o uso de RCC na pavimentação de estradas vicinais do município sem beneficiamento prévio. Portanto não há concorrência em termos de serviço prestado pelo empreendimento no município.

No dimensionamento da demanda foi utilizado valor médio para geração de RCC por habitante, retirado da literatura. Adicionalmente, considerou-se um fator percentual de chegada de material a ser processado na usina em relação ao total gerado, como forma de considerar ineficiências do sistema no aspecto de descarte correto de RCC no município.

Para as análises de viabilidade, fez o uso como taxa mínima de atratividade premissas de investimentos financeiros alternativos, no caso o Tesouro Direto. A depreciação do investimento foi adotada de modo linear e com a liquidação total dos bens imobilizados no fim do período.

Adotando um cenário de cobrança pela recebimento do material a ser reciclado e a venda do mesmo após reciclagem, chegou-se a resultados favoráveis à sua instalação, rentabilidade de 12,43% e *payback* próximo aos 11 anos. Porém são feitas ressalvas quando apresentado em conjunto a indicadores como TMA/TIR e *Payback*/Horizonte de Investimento, em que ambos apresentaram alto riscos para o negócio.

Complementar a essa primeira análise, foi realizado testes de estresses para premissas consideradas chaves para o dimensionamento do empreendimento, retornando valores que indicam haver espaço para variações no planejamento base.

A seguir como modelo de comparação, foi realizado o estudo de cenários alternativos em relação aos preços praticados no recebimento de RCC e venda do agregado produzido. Apontando para a exploração de estratégia de preços de venda em busca de melhorar a rentabilidade do negócio, que tem como vantagem inicial o preço local praticado na comercialização de agregados naturais em comparação ao produto a ser ofertado pela usina. Mantendo uma economia superior a 50% em relação a compra de agregados naturais a venda no município.

Adicionalmente, justificando a adoção de uma tarifa para o recebimento de material pela usina. Que presta o serviço de reciclar a maior parte dos resíduos gerados pelo setor da construção, trazendo sustentabilidade ao canteiro de obra e a comunidade. Em consonância com a legislação vigente. Ao mesmo tempo sendo meio de receita para o empreendimento, permitindo assim a usina manter a vantagem de preços ao vender o produto reciclado, reintroduzindo-o na cadeia econômica.

Como sugestão para próximos trabalhos, há a necessidade de revisar a geração municipal de RCC, como forma de melhor dimensionar uma possível usina

de reciclagem. Como também um estudo de mercado para a aceitação do agregado reciclado no município e assim melhor dimensionar preços a serem praticados.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2004

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 10.004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15.112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15.113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15.114**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15.115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15.116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e prepare de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004

ABRECON. **Resíduos da construção civil e operação de usina de reciclagem de entulho**. São Paulo, 2017

ABELPRE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2017

ANEEL. **Tarifa Média por Classe de Consumo e por Região**. Agência Nacional De Energia Elétrica, 2019. Disponível em:
<http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSampRegCC.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1>

ALVES, F. R. F. **Estimativa da geração de resíduos da construção civil no município de Campo Mourão – PR**. 2015. 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

ANGULO, S. C.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V. M., **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. In: IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil - materiais reciclados e suas aplicações. CT206 - IBRACON. São Paulo - SP. 2001

ANGULO, S. C. **Caracterização de Agregados de Resíduos de Construção civil Reciclados e a Influência de suas Características no Comportamento Mecânico dos Concretos**. São Paulo, 2005. 149 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ANGULO, S. C.; *et al.* **Resíduos de construção civil: avaliação de métodos de quantificação**. **Eng. Sanit. Ambient.**, São Paulo (SP), v.16, n.3, p. 299-306, jul. /set. 2011.

ANGULO, S. C.; *Figueiredo, Antônio D. de.* **Livro Concreto: Ciência e tecnologia**. **IBRACON**. São Paulo (SP), 2011.

BCB (Banco Central do Brasil). **Boletim FOCUS, de 10/8/2018**. Disponível em:< <https://www.bcb.gov.br/pec/GCI/PORT/readout/R20180803.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2017

BCB (Banco Central do Brasil). **Circular Nº 3.868, de 19/12/2017**. Disponível em:< https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/50491/Circ_3868_v1_O.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2017

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm >. Acesso em: 16 out. 2017.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção civil na indústria da construção civil. **Cerâmica**, v. 61, n. 358, p. 178-189, 2015.

DE CRISTO, A. F. I; FREITAS JUNIOR. N. I.; FREITAS DE PAULA, M.; PICCININ, Y. **Parâmetros operacionais para implantação de uma recicladora de resíduos da construção civil**. XXI Congresso Brasileiro de Custos, Natal, 2014.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução Nº 348, de 16 de agosto de 2004.** Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Publicada no Diário Oficial da União em 17/08/2004.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução Nº 431, de 24 de maio de 2011.** Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Publicada no Diário Oficial da União em 25/05/2011.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução Nº 469, de 29 de julho de 2015.** Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no Diário Oficial da União em 30/07/2015.

FRASSON, S. A., **Usinas De Reciclagem de Entulho como agentes na valoração dos Resíduos gerados pela Construção Civil**, XIX ENGEMA, dez. 2017.

FREITAS JR., J. A. Materiais de Construção (TC-031). **Agregados**. 2013. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/0/00/TC031_Agregados_.pdf>. Acesso em: 16 out. 2017.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 184p, 2010.

GULARTE, L. C. P., **Modelo de avaliação da viabilidade econômico-financeira da implantação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil em municípios brasileiros**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

IBAPE. **Estudo de Vidas Úteis para Máquinas e Equipamentos**. São Paulo, 2013.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Estimativas 2017 municípios**. 30 de agosto de 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de->

noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017.html.>. Acesso em: 16 ago. 2017

IBITINGA. **Plano de Saneamento Básico do Município de Ibitinga**. 132 f. Ibitinga, nov. 2012.

IBITINGA. **Lei Nº 4.139 de 09 de setembro de 2015**: Institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município. Ibitinga, set. 2015.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**: relatório de pesquisa. Brasília, 2012.

IPT. Apoio na gestão de resíduos. **Notícias**. 06 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.ipt.br/noticia/367.htm>>. Acesso em: 16 out. 2017.

JADOVSKI, I. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção civil**. 2005. 182 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000.

KARAK, T.; BHAGAT, R. M.; BHATTACHARYYA, P. Municipal solid waste generation, composition, and management: The world scenario. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 42, n. 15, p. 1509–1630, ago. 2012.

KARPINSK, L. A. *et al.* **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil**: uma abordagem ambiental. Porto Alegre: Edipucrs, 2009.

KUHN, C. Análise de viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 478-494, 2017.

LAPPONI, Juan Carlos. **Projetos de investimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. ISBN 978-85-352-2434-4

LA SERNA, H. A.; REZENDE, M. M. **Agregados Para a Construção Civil**. Departamento Nacional de Produção Mineral, 2009.

LEITE, M. B. **Avaliação das Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos Com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção civil**. 270 f. Porto Alegre, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LIMA, J.D. (2016) **Manual de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (MAVEPI)**: abordagem determinística. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Câmpus Pato Branco). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS).

MANFRINATO, J. W. S.; et al. Implantação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável – Estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...**

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Brasília, nov. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE e ICLEI – BRASIL. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Apoiando a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: do Nacional ao Local. Brasília, 2012.

MIRANDA, L.; ANGULO, S.C.; CARELI, E.D. **A reciclagem de resíduos de construção civil no Brasil: 1986-2008**. Ambiente Construído (Online), v.9, n.1, p.57-71, 2009.

MIRANDA, L. F. R.; TORRES, L.; VOGT, V.; BROCARD, F. L. M.; BARTOLI, H. Panorama atual do setor de reciclagem de resíduos de construção civil no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

MOREIRA, L. H.H. **Avaliação da influência da origem e do tratamento dos agregados reciclados de resíduos de construção civil no desempenho mecânico do concreto estrutural**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP. São Paulo, 2010

NASCIMENTO, Victor Fernandez; SOBRAL, Anahi Chimini; ANDRADE, Pedro Ribeiro de; OMETTO, Jean Pierre Henry Balbaud. **Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Rev. Ambient. Água [online]. 2015, vol.10, n.4, pp.889-902. ISSN 1980-993X.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; GRAUDENZ, G. S. Destinação irregular de resíduos de construção civil (RCC) e seus impactos na saúde coletiva. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 127-142, 2012.

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

RASOTO, A.; GNOATTO, A.A.; OLIVEIRA, A.G. de; ROSA, C.F. da; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, H.A. de; LIMA, I.A. de; LIMA, J.D. de; TRENTIN; M.G.; RASOTO, V.I. **Gestão Financeira: enfoque em inovação**. 1. ed. Curitiba: Aymar, 2012. v. 6. 140p. (série UTFinova).

REIS, J. P. **Incorporação de resíduos industriais em massa cerâmica usada na fabricação de tijolos**. 2007. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2007.

SEADE. **Informações dos Municípios Paulistas**. 2017. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/>>. Acesso em: 16 out. 2017

SVIECH, V.; MANTOVAN, E. A. Análise de investimentos: controvérsias na utilização da TIR e VPL na comparação de projetos. **Revista Percorso**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 270-298, 2013.

SILVA, B. C., **Aspectos Relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010**. São Paulo: Atlas, 2013.

SILVA, J., **Incorporação de resíduos de barro vermelho em argamassas cimentícias**. 2006. Dissertação (Mestrado em Construção) - Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2006.

SILVA, V. A.; FERNANDES, A. L. T. Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCC) em Uberaba-MG. **Revista Sociedade & Natureza**, ano 24, n. 2, p. 333-344, maio/ago. 2012.

SindusconSP. Custo unitário básico da construção civil. **Série Histórica**. 2017. Disponível em: < <https://sindusconsp.com.br/cub/>>.

SOBRAL V, R. F. C., **Viabilidade econômica de usina de reciclagem de resíduos da construção civil**: estudo de caso da USIBEN – João Pessoa/PB. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, 2012.

RODRIGUES, F. W. M.; et al. Indicadores e técnicas para análise e decisão de investimentos. **Revista Científica FACPED**, Faculdade Padre Dourado, v. 5, n. 1, jan/dez. 2015

TELÓ, A. R.; et al. Estudo de viabilidade econômico-financeira de implantação de uma empresa de processamento de resíduos da Construção Civil em Curitiba. **Revista FAE**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 148-163, jul./dez. 2011.

Tesouro Nacional. Preços e taxas dos títulos. **Valores de referência**. 2019. Disponível em: < <http://www.tesouro.gov.br/web/stn/tesouro-direto-precos-e-taxas-dos-titulos>>.

VEIGA, M. R.; Silva, J.; Brito, J. de; (2007). **Avaliação do comportamento à água de argamassas com incorporação de agregados cerâmicos**. Engenharia Civil, n.º28, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães, janeiro de 2007, pp. 37- 45.

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Viabilidade Técnica da Utilização de Concretos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 47-63, dez. 2004.

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

Apêndice A

Fluxo de caixa projetado em valores monetários (em mil Reais).

| Itens | Ano | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Receita total | 313,91 | 329,78 | 415,74 | 436,76 | 535,31 | 562,37 | 633,00 | 665,01 | 745,20 | 782,88 | 873,86 |
| Receita Recebimento | 78,48 | 82,44 | 103,93 | 109,19 | 133,83 | 140,59 | 158,25 | 166,25 | 186,30 | 195,72 | 218,46 |
| Receita Venda Agregado | 235,43 | 247,33 | 311,80 | 327,57 | 401,48 | 421,78 | 474,75 | 498,75 | 558,90 | 587,16 | 655,39 |
| (-) Simples | 18,54 | 19,78 | 27,71 | 29,82 | 39,67 | 42,38 | 49,44 | 52,64 | 60,96 | 65,18 | 75,37 |
| (=) Receita líquida | 295,36 | 309,99 | 388,02 | 406,94 | 495,64 | 519,99 | 583,56 | 612,37 | 684,24 | 717,69 | 798,49 |
| (-) Custo total | 260,13 | 270,53 | 281,35 | 292,61 | 304,31 | 316,48 | 329,14 | 342,31 | 356,00 | 370,24 | 385,05 |
| (=) Lucro Operacional | 35,23 | 39,46 | 106,67 | 114,33 | 191,33 | 203,51 | 254,42 | 270,06 | 328,24 | 347,45 | 413,43 |
| (-) Depreciação | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 |
| (=) Lucro Líquido | 4,61 | 8,84 | 76,05 | 83,71 | 160,70 | 172,89 | 223,80 | 239,43 | 297,61 | 316,83 | 382,81 |
| Ajuste de caixa (+/-) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -18,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 865,65 |
| (+) Depreciação | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 |
| (=) Fluxo de Caixa | 35,23 | 39,46 | 106,67 | 114,33 | 173,13 | 203,51 | 254,42 | 270,06 | 328,24 | 347,45 | 1.279,09 |

Fonte: Autoria própria