



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

ÁVILO FERREIRA LEITE

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
EM PAU DOS FERROS/RN**

PAU DOS FERROS – RN

2019

ÁVILO FERREIRA LEITE

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA USINA DE RECICLAGEM
DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
EM PAU DOS FERROS/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
como parte das exigências para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luís de Oliveira
Pinto Filho

PAU DOS FERROS – RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L533v Leite, Ávilo Ferreira.
VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA USINA DE
RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
PAU DOS FERROS/RN / Ávilo Ferreira Leite. - 2019.
47 f. : il.

Orientador: Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2019.

1. Análise de Investimento. 2. Construção
Civil. 3. Reciclagem. I. Filho, Jorge Luís de
Oliveira Pinto, orient. II. Título.

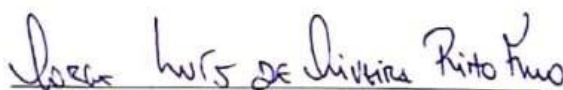
ÁVILO FERREIRA LEITE

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA USINA DE RECICLAGEM
DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
EM PAU DOS FERROS/RN**

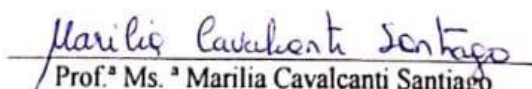
Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
como parte das exigências para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Pau dos Ferros/RN, 12 de junho de 2019.

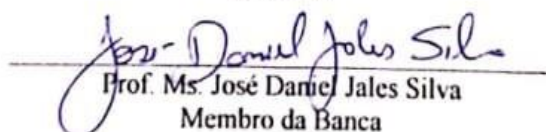
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho
Presidente da Banca
UFERSA



Prof.ª Ms.ª Marília Cavalcanti Santiago
Membro da Banca
UFERSA



Prof. Ms. José Daniel Jales Silva
Membro da Banca
UFERSA

Agradecimentos

Agradeço a Deus por todas as bençãos e todo o conhecimento que me concedeu para elaboração deste trabalho.

Agradeço a minha mãe Cícera Ferreira Dantas pelo enorme esforço que fez e faz para que eu tenha uma melhor educação, como também pela paciência e compreensão.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho, pela paciência e orientação, como também pelos conhecimentos repassados.

Agradeço a minha família que sempre me apoia e torce pelo meu sucesso pessoal e profissional.

Agradeço a todos os amigos que me ajudaram a chegar até esta etapa do curso.

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho. Muito obrigado.

Resumo

O setor da construção civil é muito importante para economia do país, porém é responsável por gerar uma grande quantidade de resíduos que causam impactos negativos para o meio ambiente. Especificamente na cidade de Pau dos Ferros/RN este processo vem sendo intensificado nos últimos anos devido as atividades de comércio e serviço, gerando assim cerca de 14.352 toneladas por ano de resíduos, sendo Resíduos da Construção Civil - RCC Classe A 13.204 toneladas por ano. Este trabalho teve por objetivo determinar a viabilidade de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil Classe A com capacidade de 6 ton/h para Pau dos Ferros/RN, a capacidade da usina foi determinada de acordo com a quantidade de RCC que é coletado no município. Com isso, para realizar a análise de viabilidade foi utilizado dois métodos que são bastantes conhecidos e utilizados nas análises de investimentos, que é o Valor Presente Líquido – VPL e Taxa Interna de Retorno – TIR, estabelecendo uma Taxa Mínima de Atratividade – TMA de 1,56%, sendo aplicados em dois cenários diferentes, um com aquisição do terreno e outro sem aquisição. Constatou-se que para o projeto com aquisição do terreno tem viabilidade para 15 anos, com VPL positivo e TIR maior que a TMA. Observou-se que para os projetos sem a aquisição do terreno obteve-se viabilidade para 10 e 15 anos, com VPL positivo e TIR maior que a TMA.

Palavras-chave: Análise de Investimento, Construção Civil, Reciclagem.

Abstract

The construction sector is very important for the country's economy, but it is responsible for generating a large amount of waste that causes negative impacts to the environment. Specifically in the city of Pau dos Ferros / RN this process has been intensified in the last years due to the activities of commerce and service, generating about 14,352 tons of waste a year, being Construction Waste - RCC Class A 13,204 tons per year. The objective of this work was to determine the viability of a Class A civil construction waste recycling plant with a capacity of 6 ton / h for Pau dos Ferros / RN, the capacity of the plant was determined according to the amount of RCC that is collected in the municipality. In order to carry out the feasibility analysis, two methods were used that are well known and used in the investment analysis, which is the Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (TIR), establishing a Minimum Attractiveness Rate (TMA) of 1,56%, being applied in two different scenarios, one with acquisition of land and the other without acquisition. It was verified that for the project with acquisition of the land has viability for 15 years, with NPV positive and IRR greater than the TMA. It was observed that for the projects without the acquisition of the land, it was feasible for 10 and 15 years, with positive NPV and IRR greater than the TMA.

Key words: Investment Analysis, Civil Construction, Recycling.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Custos de implementação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN.....	32
Quadro 02 – Custos da operação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN.....	34
Quadro 03 – Custos do Impostos incidentes na operação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN.....	35
Quadro 04 – Custos da manutenção de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN.....	36
Quadro 05 – Custos totais de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 8 anos com TMA = 1,56%.....	38
Tabela 02: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 10 anos com TMA = 1,56%.....	38
Tabela 03: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 15 anos com TMA = 1,56%.....	39
Tabela 04: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 8 anos com TMA = 1,56%.....	40
Tabela 05: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 10 anos com TMA = 1,56%.....	41
Tabela 06: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 15 anos com TMA = 1,56.....	41
Tabela 07: Resumo dos resultados.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT– Associação Brasileira de Normas Brasileira

CAERN – Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

COSERN – Companhia Energética do Rio Grande do Norte

CPP – Contribuição Patronal Previdenciária para a Seguridade Social

CSLL – Contribuição Social sobre Lucro Líquido

EIA – Estudo De Impacto Ambiental

EPI – Equipamento De Proteção Individual

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística

ICMS –Imposto sobre a Circulação De Mercadorias e Serviços

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte

IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados

IRPJ– Imposto de Renda Pessoa Jurídica

ISS – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza

LI – Licença De Instalação

LO – Licença De Operação

LP – Licença Previa

PGRCC – Planos de Gerenciamentos de Resíduos da Construção Civil

PIB – Produto Interno Bruto

PIS – Contribuição para Programa De Integração Social

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC - Resíduos Da Construção Civil

RCD – Resíduos Da Construção E Demolição

RIMA – Relatório De Impacto Ambiental

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SELIC – Sistema Especial de Liquidação e Custodia

SIDUSCON – Sindicato da Industria da Construção Civil

TIR – Taxa Interna De Retorno

TMA – Taxa Mínima De Atratividade

VPL – Valor Presente Líquido

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO TEÓRICA	15
3.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	15
3.2 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	16
3.3 USINAS DE RECICLAGEM DE RCC	17
3.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE	18
3.5 SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS DA LITERATURA	20
4. METODOLOGIA DA PESQUISA	24
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	24
4.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 PRÉ - DIMENSIONAMENTO DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC CLASSE A EM PAU DOS FERROS/RN	30
5.2 CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC CLASSE A EM PAU DOS FERROS/RN	30
5.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC CLASSE A EM PAU DOS FERROS/R.....	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma das mais importantes para a sociedade, tendo em vista que proporciona um desenvolvimento social e econômico de grande valor, na construção de moradias, infraestrutura e também na geração de empregos. Com o crescimento da população as obras de construção civil também se expandem, seja pela procura por mais residências ou até mesmo por construções do setor público que vise uma maior qualidade de vida para a população. O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (2016) apresenta que o setor da construção civil equivale a cerca de 8,5% do PIB brasileiro, e que desde o ano 2000 vem tendo um crescimento significativo. O SEBRAE (2016) destaca ainda que o setor possui aproximadamente 112 mil empresas ativas, gerando empregos diretos a 2,96 milhões de profissionais no Brasil.

Apesar destes benefícios, o setor da construção civil gera impactos ambientais relacionados com a: degradação do solo, assoreamento dos rios, poluição sonora, da água e do ar, principalmente quando se trata da produção de resíduos e consumo de recursos não renováveis (CHIROLI ET AL., 2015). Acrescenta ainda que este ramo econômico é responsável por um elevado consumo de materiais, emissão de gases, uso de energia e água (AFONSO ET AL., 2014).

O aspecto do impacto ambiental advindo da geração de resíduos sólidos da construção civil, merece destaque, pois representa de 50 a 70% do total de resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2012), sendo gerados na atividade do canteiro de obra, durante a manutenção, modernização e demolição e; proporcionem riscos relacionados com seu desperdício e a sua disposição irregular.

A problemática é evidenciada por Brum (2017) ao mencionar que os RCC são destinados em locais não licenciados, causando vários danos, como por exemplo, o entupimento de córregos, prejudicando o escoamento das águas pluviais, e ainda agredem o meio-ambiente quando são destinados junto aos rios.

Nesta perspectiva, a crescente geração de quantidade de Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC's. vem exigindo soluções ambientais. Destaca-se ainda que potencialização do uso dos resíduos na geração de matérias-primas secundárias através da reciclagem, com vistas a redução da exploração dos recursos naturais não-renováveis, de maneira que contribuam nas condições ambientais dos espaços urbanos (FRIGO, SILVEIRA, 2012).

Com isso, em 2002 o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA aprova a resolução nº 307/2002 onde torna o gerador responsável pela separação dos RCC em quatro classes e também sua destinação. Ainda com base em essa resolução no seu Art. 1º estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

A política pública ambiental sobre resíduos sólidos torna-se mais efetiva com a Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, onde é apresentado os princípios, objetivos e instrumentos, sendo indicado as diretrizes referentes tanto ao gerenciamento de resíduos sólidos e sua gestão integrada, quanto aos instrumentos econômicos, e as responsabilidades dos geradores e do poder público. É importante mencionar ainda com base nessa lei que em seu Art. 9º na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos deve haver a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Desta forma, para atingir essa perspectiva, faz necessário desenvolver mecanismos de aprimorar a gestão dos resíduos sólidos, como por exemplo usinas de reciclagem. A discussão sobre a viabilidade de uma usina de reciclagem de RCC vem sendo desenvolvida por Brasileiro e Matos (2015), Brum (2017), Chaves (2015), Dias (2017), Fernandez (2018), Fonseca e Ribeiro J. (2018), Gularte et. al. (2017), Mariano (2015), Mazur (2015), Pereira et. al. (2017), Jadovski (2005) e Sobral (2012).

No Brasil em 2016, existia um total de 310 usinas de reciclagem de RCC, onde 74% estão operando, 9% estão em fase de implementação, 8% em escala de teste, 7% se encontram paralisadas, 1% ainda estão em projeto e 1% totalmente paralisada (BRUM, 2017). Porém, essas usinas estão localizadas em sua maioria em grandes centros urbanos.

No Alto Oeste Potiguar, localiza-se a cidade de Pau dos Ferros, com população de 27.745 habitantes com base no censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010). Este município situa-se na microrregião homônima e mesorregião do estado do Rio Grande do Norte, Região Nordeste do país. Essa localização permite a polarização da cidade no Alto Oeste Potiguar, formada pelas microrregiões de Serra de São Miguel, Pau dos Ferros e Umarizal e localizada no extremo oeste do estado do Rio Grande do Norte, sendo composta em sua totalidade, por 37 municípios, assegurando transitar pela sede do município cerca de cinquenta mil pessoas por dia e, uma ligação muito forte com demais estados da Paraíba e Ceará, proporcionando à essa região uma dinâmica particular de transportes, de difusão e oferta de serviços e de bens materiais (ALVES; DANTAS; SOUZA, 2018).

A partir do cenário de potencialidade da construção civil em Pau dos Ferros-RN, torna-se necessário realizar estudos que busquem investigar a viabilidade de implementação de uma usina de reciclagem de RCC na região, tornando-se este estudo relevante e inovador, já que aborda um setor econômico com aspectos ambientais significativos que ainda não foi investigado nessa perspectiva.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômica da implementação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN.

2.2 Objetivos Específicos

Propor o pré-dimensionamento da usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC.

Avaliar os custos necessários para implantação, operação e manutenção da usina de reciclagem.

Simular a análise de viabilidade econômica para a usina de reciclagem proposta.

3. REVISÃO TEÓRICA

3.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A discussão sobre Resíduos de Construção Civil – RCC é recente, tendo em vista que, até meados do século passado, não se ouvia falar sobre essa questão. Porém, como era visível o montante de entulho de tais resíduos nos centros urbanos, resultantes de construções e reformas, esse tema começou a ser discutido (AMADEI et al., 2011).

Essa temática ganha maior evidência devido os países estarem sempre em processo de crescimento do seu ambiente construído, seja os países desenvolvidos, ou os países que estão em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, pois esse processo de expansão exige um grande consumo de matérias primas e seus derivados, fazendo com que se tenha aumento significativo na geração de resíduos (AMADEI et al., 2011).

Os resíduos da construção civil merecem notoriedade, pois representam uma parcela bastante considerável dos resíduos sólidos urbanos, compreendendo entre 50 a 70% de toda a massa e, que em sua composição possui materiais parecidos com os agregados naturais e solos (BRASIL, 2002).

Desta forma, os RCC's são conceituados pela Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, como sendo os resíduos oriundos desde a preparação e escavação de terrenos até construções, reformas, reparos e demolições (CONAMA, 2002). Acrescenta ainda a definição apresentada pela Lei 12.305/2010, onde indica que os resíduos da construção civil são aqueles que são gerados através de construções, reformas, reparos e em demolições de obras de construção civil.

Os RCC's também são classificados conforme as suas características físicas pela norma nº 10004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004), sendo englobados em Classe II A, que é a classe onde compreende os resíduos não inertes que podem apresentar as seguintes propriedades, biodegradabilidade, solubilidade em água ou combustibilidade.

O CONAMA, através da Resolução nº 307/2002 através de seu Art. 3º define a classificação dos RCC em 4 classes, sendo elas, Classe A, Classe B, Classe C e Classe D. Posteriormente as Classes D, B e C, foram corrigidas pelas Resoluções nº 348/2004 e nº 431/2011, respectivamente. Estabelecendo as seguintes classes:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV - Classe “D”: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde”.

Diante das características apresentadas dos RCC's estes podem causarem diversos danos relacionados com aspectos ambientais, sociais, econômicos, técnicos, legais, políticos e, territoriais (BRUM, 2017).

3.2 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A partir da problemática dos RCC's, que prever como os mais notáveis geradores os executores de reforma, ampliações e demolições; as empresas de construções de obras novas, acima de 300m² e; empresas de construção de residências individuais (PINTO, 2010), faz se necessário desenvolver medidas de sustentabilidade para minimizar os danos causados por tantos resíduos.

Com isso, foi estabelecido a PNRS, que prever no plano de gerenciamento de resíduos sólidos a responsabilidade são dos geradores, inclusive os resíduos gerados na construção civil, que são caracterizados como não perigosos (BRASIL, 2012). Ainda com base neste plano a operação é de responsabilidade de cada um.

Com isso, o gerenciamento de resíduos é compreendido como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010a).

O gerenciamento de resíduos sólidos deve abordar as características específicas dos respectivos resíduos, com isso, a resolução do CONAMA 307/2002, prever que os planos municipais de resíduos sólidos devem abranger a gestão de resíduos da construção civil, e definir as diretrizes técnicas, fazendo um manejo correto e estabelecendo dispositivos para o responsabilizar os geradores.

As diretrizes previstas nos Planos de Gerenciamentos de Resíduos da Construção Civil – PGRCC tem o objetivo de diminuir os impactos ambientais causados pela a geração de resíduos, tornando obrigatória a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento pelos geradores (BRASIL, 2002). Acrescenta-se ainda neste plano que fica à cargo do poder público municipal definir a elaboração de um modelo mais simples para os pequenos geradores.

O PGRCC é dividido em etapas, que vão desde o planejamento até o monitoramento e garantem que todos os resíduos sejam manejados adequadamente, minimizando os impactos ambientais provocados pela geração e disposição final (FERNANDEZ, 2018).

Portanto, para que os planos de gerenciamento de RCC obtenham sucesso é necessário que se tenha participação do poder público, através de legislação específica, por ações coercitivas e por medidas educativas para conscientização dos envolvidos (MIRANDA, ÂNGULO E CARELI, 2009),

3.3 USINAS DE RECICLAGEM DE RCC

O aperfeiçoamento dos planos de gerenciamento de RCC se dá com adoção com uso de tecnologias. Assim, uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil é o instrumento adequado para a transformação do RCC gerado em agregado reciclado, comumente reutilizado na própria construção civil (SOBRAL, 2012).

A usina de beneficiamento de RCC é classificada conforme as plantas de sua instalação, sendo três a saber: fixas, semimóveis e móveis (JADOVSKI, 2005).

As usinas de reciclagem de plantas fixas são utilizadas em empreendimentos com localização e atividade definitiva (BRUM, 2017). Este método apresenta como vantagem longevidade em seu uso, porém Jadovsky (2005) afirma que suas desvantagens se relacionam com o alto investimento e a disponibilização de uma grande área para instalação da planta de processamento, que necessitam áreas maiores que 50.000 m². A partir desta característica, é possível uma maior diversidade em produtos reciclados e com melhor qualidade, já que possibilita a utilização de equipamentos especializados e maiores, fazendo com que a realização da britagem, da retirada de impurezas e do próprio peneiramento de maneira mais rápida e precisa (SOBRAL, 2012).

As usinas de plantas móveis, geralmente são fabricadas sobre bases móveis e pneus, permitindo assim ser transportada com reboque para o lugar desejado. É utilizada quando se requer mobilização frequente, como por exemplo a construção de estradas. Este tipo de planta possui como vantagem a facilidade de realocá-la em outros locais e não tem a necessidade de obras civis já que após o tempo de permanência onde está atuando irá para outro local, a desvantagem é que o material reciclado produzido possui qualidade inferior e a produção é menor quando comparados as plantas fixas (SOBRAL, 2012).

As plantas semimóveis são usinas que têm agilidade na instalação, rapidez e sua montagem é mais econômica, sendo recomendadas quando o tempo de uso é de curto ou médio prazo. Este modelo geralmente tem sua construção sobre bases metálicas, com o objetivo de ajudar na remoção, sendo bastante comum seu uso em construções de hidroelétricas e em pedreiras para construção de estradas. Apresenta como vantagem a baixa altura o que faz com que gere a facilidade na montagem e manutenção, diminui o comprimento das correias transportadoras se tornando mais econômica, também não há a necessidade de obras civis, apesar de que esse tipo de usina tenha uma produção maior que as usinas de planta moveis, ainda possui a desvantagem de produção inferior as usinas de plantas fixas (SOBRAL, 2012).

3.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE

Para avaliar economicamente um projeto, é necessário se basear no método de rentabilidade, que é viável economicamente quando possibilita saldos suficientes de remuneração do capital que foi investido (TIMOFEICZYK JUNIOR, 2013). Segundo o mesmo autor, as técnicas a seguir podem ser consideradas para a análise de investimento: Valor Presente Líquido – VPL e Taxa Interna de Retorno – TIR.

Desta forma, para a análise de viabilidade é necessário definir os custos de implementação, operação e manutenção da usina (CHAVES, 2015).

O VPL é a técnica que é mais conhecida e maior utilizada na análise de investimentos. VPL é dado pela soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. É calculado pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, subtraindo uma taxa de desconto, que é chamada de Taxa Mínima de Atratividade – TMA, onde essa TMA representa a taxa de juros que proporciona o mínimo que um investidor pretenda ganhar ao realizar determinado investimento. Este método se faz com cálculo do valor presente dos termos dos fluxos de caixa restantes e soma aos investimentos iniciais (TIMOFEICZYK JUNIOR, 2013).

Para que o projeto seja aceito o VPL tem que ter valor acima de zero (JADOVSKI, 2005). Para se comparar os valores que decorrem de épocas distintas, especialmente quando a avaliação do investimento é a longo prazo, usa-se a TMA, a taxa de desconto. Com essa taxa é possível diminuir valores futuros para trazer eles para o presente, ou capitalizar os valores presentes para conferir eles no futuro. Pelo fato de o VPL ser muito sensível a TMA, a escolha de um valor para mesma se torna um problema, em particular para empreendimentos a longo prazo. Ou seja, até mesmo as menores mudanças na TMA podem modificar de forma significativa a classificação de projetos e os resultados relacionados a sua lucratividade (TIMOFEICZYK JUNIOR, 2013).

O valor do VPL pode ser obtido pela expressão (TIMOFEICZYK JUNIOR, 2004):

$$VPL = \sum_{j=0}^n RJ(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n CJ(1+i)^{-j}$$

Onde:

RJ = Receita do período de tempo j considerado;

CJ = Custos do período de tempo j considerado;

n = Duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo;

i = Taxa anual de juro, expressa de forma decimal.

A TIR está frequentemente relacionada aos estudos onde se objetiva a viabilidade econômica para verificar se determinado investimento possui uma rentabilidade igual, menor ou superior ao custo do capital que foi empregado para pagar o projeto, representado pela TMA. A TIR é a taxa de retorno do investimento de um projeto, compara o investimento inicial e a receita líquida que o projeto pode ter, ou seja, baseada nos fluxos de caixa da empresa, para

obter a TIR iguala o VPL a zero e descobre a taxa de juros, que será o valor da TIR. Consequentemente, para que o projeto seja economicamente viável a TIR tem que ser maior que TMA (CHAVES, 2015).

A TIR pode ser expressa pela seguinte equação (TIMOFEICZYK JUNIOR, 2004):

$$TIR = \sum_{j=0}^n RJ(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n CJ(1+i)^{-j} = 0$$

Onde:

RJ = Receita do período de tempo j considerado;

CJ = Custos do período de tempo j considerado;

n = Duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo;

i = Taxa anual de juro, expressa de forma decimal.

3.5 SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS DA LITERATURA

Autores	Objetivos	Resultados
Brasileiro e Matos (2015)	Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil.	- A indústria da construção civil x sustentabilidade. - A geração de RCD. - Legislações à cerca do gerenciamento de resíduos sólidos. - A reciclagem de RCD. - Aplicabilidade do RCD reciclado. - Aplicabilidade de agregados reciclados em misturas asfálticas a quente.
Brum (2017)	Gerar um conjunto de informações relativas à sustentabilidade abrangendo os aspectos econômico, social e ambiental, de uma usina de reciclagem de RCC instalada no município de Passo Fundo/RS. Avaliando a capacidade de produção da usina, os aspectos social e ambiental da sustentabilidade e também realizando uma avaliação sobre os aspectos econômicos.	- Apresentou a estrutura da empresa, quantidade de RCC que a empresa recebe por mês, no período de março a dezembro de 2016, o processo que os RCC sofrem para a reutilização. - Informou todos os gastos referente a construção e implementação da empresa, como também todos os gastos mensais e anuais. - Na avaliação de aspectos sociais, foi informado o perfil dos colaboradores da empresa, o quanto ganham, a quantidade de acidentes que ocorreu com os colaboradores, e que todos os funcionários recebem treinamento para conhecer todos os procedimentos. - Na avaliação ambiental, evidenciou-se a composição dos RCC, que em sua maioria é da Classe A e B, mostrou também a forma de separação dos RCC pela sua classe, e também se constatou a destinação do RCC pela empresa.
Chaves (2015)	Viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem dos resíduos da construção civil (RCC) Classe A no município de Araçatuba, SP. Levantamento da gestão	- Inicialmente demonstra que a disposição dos RCC na maioria dos casos é feita de forma irregulares em áreas dispersas do município já que não existe uma área licenciada para a disposição dos mesmos, evidencia também que há uma inexistência de iniciativas para a implementação de usinas de reciclagem. - Dentre as medidas mitigadores se destaca a de criação de duas áreas, de transbordo, triagem e beneficiamento de RCC

	de RCC no município através do PMGIRS, identificar as medidas mitigadoras propostas no PMGIRS, propor um pré-dimensionamento da usina e avaliar a viabilidade econômica do projeto.	sob responsabilidade municipal, essa área seria tanto para os pequenos geradores como também para os grandes geradores. - O pré-dimensionamento da empresa de reciclagem de RCC Classe A, tem capacidade para reciclar cerca de 40 toneladas de RCC por hora, a empresa teria dois produtos para comercialização, o produto 1 configurado após separação e trituração como agregado, e o produto 2 que seria os metais, também é descrito todo o maquinário que será necessário assim como seus respectivos custos, não só das máquinas, mas de todos os custos envolvendo tanto a parte de construção como de funcionamento. - Evidencia-se que o investimento é considerado viável do ponto de vista econômico, pois apresentou Valor Presente Líquido maior que zero e Taxa Interna Retorno maior que a Taxa Mínima de Atratividade. Neste caso, significa que as receitas geradas pela usina serão suficientes para recuperar o valor investido e ainda gerar um lucro de R\$ 158.831,14 sobre a TMA.
Dias (2017)	Utilizar um método estatístico para realizar a projeção de demanda da Usina que servirá como ajuda no planejamento e melhora do processo e estrutura do local.	- Para a projeção feita pelos autores, os valores não aumentaram o suficiente para que houvesse modificações na usina, como por exemplo compra de novos equipamentos.
Fernandez (2018)	A proposta de pesquisa tem como objetivo principal analisar o manejo de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de empresas especializadas em obras de reforma, de micro e de pequenos portes, frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, e a resolução do CONAMA 307/2002.	- Destacou-se que a falta de conhecimento sobre as leis acerca do que fazer com os RCC é muito grande. - Evidenciou-se também quem falta muita fiscalização do governo, pois na maioria das obras não tinha um plano de Gerenciamento dos RCC que é obrigatório. - Apresentou também que apesar de grande parte dos entrevistados terem a preocupação com a reutilização dos RCC, esse processo se torna complicado pela falta de conhecimento sobre a classificação dos mesmos. - Quase todos os entrevistados informaram que acondicionam os resíduos de forma inadequada, 38% dos mesmos justificam que o fator que dificulta o gerenciamento do RCC é a falta de informação e 29% a falta de consciência ambiental.
Fonseca e Ribeiro J. (2018)	Avaliar a viabilidade da implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção civil em Itajubá/MG.	- A avaliação de viabilidade levou em consideração tanto os gastos de implementação quanto de operação da usina de RCC, por fim se obteve um resultado positivo de viabilidade e com tempo de retorno menor que 3 anos.
Gularte et al. (2017)	Analisar a viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição (URRCC) privada para a destinação correta dos RCC no município de Pato Branco (PR).	- No aspecto financeiro, a implantação da usina mostrou-se economicamente viável. A partir dos resultados gerados pelo sistema Web \$LV€P, verificou-se que todos os indicadores foram positivos. - Os indicadores da dimensão “Riscos” também se mostraram favoráveis. Mesmo utilizando o índice Payback ajustado, espera-se que o retorno do capital investido ocorra em 9 anos.
Mariano (2015)	Identificar e quantificar os resíduos gerados na fase de conclusão do canteiro de obras do	- Os resíduos identificados foram: piso cerâmico, blocos, terra, gesso liso, tubos de PVC, madeira.

	Conjunto de Desenvolvimento Habitacional Urbano (CDHU), do município de Pindamonhangaba (SP), e apresentar propostas de aproveitamento, com a finalidade de minimizar as perdas nos canteiros, reduzir os impactos ambientais e agregar valor a estes resíduos.	- Os materiais que mais foram reutilizados: piso cerâmico, blocos e terra que causaram uma economia de R\$ 26.880,00, R\$ 9.790,00 e R\$ 60.000,00 respectivamente. - Evidenciou-se a grande importância de fazer o reuso dos materiais no próprio canteiro de obras. - Como alternativa para o aproveitamento dos resíduos que foram eliminados nas caçambas, e não puderam ser utilizados dentro do próprio canteiro, foi proposta a utilização dos resíduos brutos em obras para aterros, onde haja a necessidade de estabilização do terreno e compactação do solo.
Mazur (2015)	Analisar os efeitos da logística reversa na construção civil, especificamente no subsetor de edificações, considerando a importância da engenharia de segurança do trabalho no canteiro de obras como grande auxiliadora da gestão de resíduos da construção e demolição (RCD).	- Evidenciou-se que os resíduos segregados no canteiro de obras podem ser reutilizados ou reciclados. Os resíduos Classe A podem ser aproveitados como areia e brita recicladas para serem reutilizados na construção. Os sacos de cimento podem retornar a indústria para serem queimados. O gesso, se não estiver misturado com outros resíduos pode ser usado como corretivo de solos e assim para muitos outros resíduos. - Constatou-se também que Duas das três obras pesquisadas mostraram preocupação em fazer a separação dos EPIs da forma correta, a outra descarta o equipamento com lixo comum, não se preocupando com a destinação final.
Pereira et al. (2017)	O objetivo geral deste artigo foi avaliar os aspectos e impactos ambientais da empresa RCC – Reciclagem de Resíduos da Construção Civil Ltda – ME, nas fases de instalação e operação, a ser instalada no município de Florianópolis/SC.	- Para a fase de implementação, os elementos ambientais que poderão ser mais afetados pelo empreendimento são o ar, o solo e as águas subterrâneas, além disso a vizinhança também sofrerá com a poluição sonora da movimentação das máquinas e veículos pesados. Por outro lado, também terá os impactos positivos, como a geração de empregos e aumento da arrecadação tributária. - Para a parte de operação, existe um aumento de impactos ambientais que foram identificados na fase de implementação, porém a um número maior de impactos positivos, da mesma forma os elementos ambientais que poderão ser afetados com a operação da empresa serão: o ar, o solo e as águas subterrâneas.
Sobral (2012)	Estudar o desempenho operacional e a viabilidade econômica da Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção Civil – USIBEN, localizada na cidade de João Pessoa, estado da Paraíba. Levantar o volume médio de RCC destinado a USIBEN, analisar o desempenho operacional da USIBEN, levantar todos os custos de produção da USIBEN e determinar a viabilidade econômica do processo de reciclagem de RCC	- No desempenho operacional apresenta os problemas que a empresa enfrenta por ser uma usina que pertence ao Serviço Público Municipal, por esse fator a usina encontra dificuldade na manutenção em seus equipamentos devido a burocracia, fazendo com que possua uma eficiência menor que a desejada, entretanto, mesmo com essa dificuldade, fazendo a análise no período de 2007 a 2011, a empresa possui eficiência satisfatória de 50,32%, e considerando apenas o ano de 2009 essa eficiência sobe para 63,38%. - Foi estimado a quantidade de RCC para o ano de 2008, primeiro ano de funcionamento, de 14.596,22 m³. - Foi identificado os custos de implantação e operação (incluindo a manutenção) sendo R\$ 494.600,00 e R\$ 256.766,84, respectivamente. - Para a análise econômica do empreendimento foi utilizados os seguintes métodos: Valor Presente Líquido – VPL, Tempo de Retorno do Capital (VPL) – TRC, Tempo de Retorno do Capital (Payback) – TRC, Índice Benefício/Custo – IBC e Taxa Interna de Retorno – TIR. A análise foi feita para 3 cenários diferentes, o Cenário 1, no qual a empresa não faz a coleta de RCC e nem faz a aquisição do terreno, para esse

	operacionalizado pela USIBEN.	cenário todos os métodos obtiveram resultados que viabilizam a usina. O Cenário 2 leva em consideração que a usina faça a coleta dos RCC e cobre pelo serviço, fazendo com que se torne mais viável ainda, em uma menor quantidade de tempo. NO Cenário 2A que além da coleta feita pela empresa considera a aquisição do terreno, ainda apresenta viabilidade econômica, porém, com valores variando em comparação com o Cenário 1, obtendo VPL maior que no Cenário 1, TCR maiores, IBC e TIR menores que o primeiro cenário.
Jadovski (2005)	Determinar a viabilidade econômica de usinas de reciclagem de RCD através de um aplicativo computacional que tenha como dados de entrada a quantidade de geração de RCD. Determinar o tamanho da usina e a área requerida, identificar a mão de obra necessária, determinar os custos de implantação, operação e manutenção.	- A análise foi feita em usinas com a capacidade de 30 t/h, 40 t/h, 50 t/h e 75 t/h, de duas formas, considerando que a usina seja uma empresa privada ou uma pública. - Foi determinado o tamanho e área para cada usina em questão. - Identificou todos os equipamentos, de acordo com a capacidade da usina, não vai haver a necessidade de alguns equipamentos, e/ou os equipamentos serão de menores capacidades. - Foi determinado os custos para cada usina considerando-a pública ou privada.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa é classificada conforme seu objetivo como aplicado, pois permite produzir conhecimento para aplicação prática e dirigida à solução de um problema específico (SILVA; MENEZES, 2005). A pesquisa aplicada tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos (GIL, 1991).

Sendo assim, o estudo tem metodologia exploratória e descritiva, tendo como objetivo assegurar uma maior proximidade com o tema, e também descrever as características da análise da viabilidade de uma usina de reciclagem de RCC com mais precisão. A pesquisa exploratória busca uma abordagem da ocorrência pelo levantamento de informações que poderão levar o pesquisador a ter um conhecimento maior entorno do tema (DOXSEY & DE RIZ, 2002-2003).

Para realizar este estudo foi feita a pesquisa bibliográfica, que consiste no levantamento de parte de material já publicado, formado principalmente de livros, artigos de periódicos, monografias, dissertações, dentre outros fornecidos na internet (GIL, 1991).

Para tanto, este estudo utilizou uma abordagem quali-quantitativa. A pesquisa qualitativa busca descrever os fenômenos estudados em uma visão mais detalhada e complexa através de uma análise científica. Enquanto a pesquisa quantitativa é uma categoria de pesquisa que exerce sobre um problema social ou humano, para determinar se as generalizações supostas na teoria são válidas ou não, sendo essa pesquisa baseada no teste de uma hipótese constituída por variáveis quantificadas em números, que serão analisados estatisticamente (KNECHTEL, 2014).

4.2 Descrição da área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Pau dos Ferros no interior do Rio Grande do Norte. Este município foi criado em 1759 através do distrito com nome de Pau dos Ferros, passando a ter a condição de cidade pela lei estadual nº 593 na data de 02-12-1924. De acordo com o censo do IBGE de 2010 a população era de 27.745 pessoas, com uma população estimada para o ano de 2018 de 30.183 pessoas, apresentando uma densidade demográfica de 106,73 hab/km².

Os aspectos econômicos do município concentram-se relacionados com atividades comércio e serviços, refletindo em um PIB per capita de R\$ 14.287,29 (IBGE, 2010)

4.3 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos dessa pesquisa foram: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa de campo e, pesquisa de experimental.

A realização desta pesquisa se deu inicialmente com revisão sistemática sobre os seguintes temas: resíduos da construção civil, plano de gerenciamento de resíduos sólidos, usinas de reciclagem de resíduos sólidos e análise de viabilidade, que permitiu identificar estudos de casos relacionados ao tema da pesquisa.

A pesquisa documental ocorreu em visita à Prefeitura Municipal de Pau dos Ferros – RN para identificar a forma de gestão de resíduos sólidos da construção civil.

Na realização da pesquisa de campo visitou-se a Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) da cidade de Pau dos Ferros/RN para obter a quantidade de resíduos da construção civil recolhida pelo município, que permitiu definir a capacidade de 6 ton/h da usina para a realidade investigada. Ainda na fase de campo visitou-se empresas especializadas da área de construção civil para determinar o preço dos agregados reciclados, o preço dos agregados foi fixado e, os valores de equipamentos.

Para pesquisa experimental utilizou como instrumento de pesquisa a análise de investimento com base em Cardoso (2011) que aborda os seguintes métodos:

1º passo - cálculo de custo de implementação:

Foram somados todos os custos referentes a essa fase, calculado com a seguinte equação:

$$C_I = \sum \text{custos iniciais}$$

2º passo – definição da TMA:

A Taxa Mínima de Atratividade – TMA foi estabelecida considerando a taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custodia – SELIC que representa a taxa básica de juros da economia, tendo influência sobre todas as demais taxas de juros no país, e foi descontado a inflação acumulada em 12 meses, com isso foi obtido a TMA(CHAVES, 2015).

$$TMA = SELIC - \text{Inflação acumulado 12 meses}$$

3º passo - cálculo da receita bruta:

Para obter a receita bruta anual foi multiplicado a receita mensal por 12 meses para se obter a receita bruta do primeiro ano:

$$C_{RBA1} = R_M \times 12$$

Para projeção a partir do segundo ano de acordo com a TMA, temo-se:

$$C_{RBA_n} = (C_{RBA(n-1)} \times TMA) + C_{RBA(n-1)}$$

Onde,

C_{RBA1} = receita bruta anual;

R_M = receita mensal;

C_{RBA_n} = receita bruta anual referente ao ano desejado;

$C_{RBA(n-1)}$ = receita bruta anual do ano anterior ao analisado.

4º passo - cálculo de custo de operação:

Para obter o custo de operação anual foi multiplicado o custo mensal por 12 meses para se obter o custo referente ao primeiro ano:

$$C_{O1} = C_{OM} \times 12$$

Para projeção a partir do segundo ano de acordo com a TMA, tem-se:

$$C_{On} = (C_{O(n-1)} \times TMA) + C_{O(n-1)}$$

Onde,

C_{O1} = custo de operação anual;

C_{OM} = custo mensal de operação;

C_{On} = custo de operação anual referente ao ano desejado;

$C_{O(n-1)}$ = custo de operação anual do ano anterior ao analisado.

5º passo - cálculo de custo de manutenção:

Para obter o custo de manutenção no primeiro ano, foi utilizado a seguinte formula:

$$C_{MA1} = C_{MAm} \times 12$$

Para projeção a partir do segundo ano de acordo com a TMA, tem-se:

$$C_{MA_n} = (C_{MA(n-1)} \times TMA) + C_{MA(n-1)}$$

Onde,

C_{MA1} = custo manutenção anual;

C_{MAm} = custo de manutenção mensal;

C_{MA_n} = custo de manutenção anual referente ao ano desejado;

$C_{MA(n-1)}$ = custo de manutenção anual ao ano anterior ao analisado.

6º passo - cálculo de imposto:

Com o valor da receita bruta anual, determina-se a qual alíquota e a dedução do valor a ser recolhido que o empreendimento está sujeito, e projeta-se para os anos desejados.

$$I_{Mn} = (C_{RBA n} \times I) - V_d$$

Onde,

I_{Mn} = imposto anual referente ao mês de análise;

I = percentual do imposto, depende de quanto for a receita bruta;

$C_{RBA n}$ = receita bruta anual referente ao ano desejado;

V_d = dedução do valor a ser recolhido, depende da receita bruta.

7º passo - cálculo da receita líquida:

A receita líquida é determinada pela diferença da receita bruta pelos custos de operação, manutenção e impostos, sendo assim temos:

$$R_{Ln} = C_{RBA n} - C_{On} - C_{MA n} - I_{Mn}$$

Onde,

$C_{RBA n}$ = receita bruta anual referente ao ano desejado;

C_{On} = custo de operação anual referente ao ano desejado;

$C_{MA n}$ = custo de manutenção anual referente ao ano desejado;

I_{Mn} = imposto anual referente ao mês de análise.

8º passo - cálculo do fluxo de caixa:

Representa a entrada e saída de capital da empresa, ou seja, contém a receita líquida e o valor do investimento.

$$R_{Ln} = C_{RBA n} - C_{On} - C_{MA n} - I_{Mn}$$

$$C_I = \sum \text{custos iniciais}$$

9º passo – cálculo do VPL:

O cálculo do VPL é feito somando todos os fluxos de caixa dos anos analisados trazendo os valores para o presente e subtraindo os custos de implementação da usina.

O valor do VPL pode ser obtido pela expressão (TIMOFEICZYK JUNIOR, 2004):

$$VPL = \sum_{j=0}^n RJ(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n CJ(1+i)^{-j}$$

Onde:

RJ = Receita do período de tempo j considerado;

CJ = Custos do período de tempo j considerado;

n = Duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo;

i = Taxa anual de juro, expressa de forma decimal.

10º passo – cálculo da TIR:

Para fazer o cálculo da TIR, iguala-se o VPL a zero e com isso obtém-se a taxa de juros (*i*) que representa a TIR.

A TIR pode ser expressa pela seguinte equação (TIMOFEICZYK JUNIOR, 2004):

$$TIR = \sum_{j=0}^n RJ(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n CJ(1+i)^{-j} = 0$$

Onde:

RJ = Receita do período de tempo j considerado;

CJ = Custos do período de tempo j considerado;

n = Duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo;

i = Taxa anual de juro, expressa de forma decimal.

11º passo - cálculo de fluxo descontado:

O fluxo de caixa descontado foi calculado para ser somado ao saldo de projeto, através da seguinte equação:

$$P_n = \frac{l}{(1+i)^n}$$

Onde,

l = receita líquida no ano desejado;

i = corresponde a TIR;

n = ano desejado do fluxo descontado.

12º passo - saldo do projeto:

É obtido através da soma entre o valor do investimento e o fluxo descontado para cada ano em análise.

$$S_{pn} = P_n + S_{p(n-1)}$$

Onde,

S_{pn} = *saldo de projeto no ano desejado;*

P_n = *fluxo descontado no ano desejado;*

$S_{p(n-1)}$ = *saldo de projeto no ano anterior ao desejado.*

Quando $n=1$, o $S_{p(n-1)}$ vai ser igual ao custo de implementação.

13º passo - tratamento estatístico: por fim, foi usado o software Excel para facilitar os cálculos estatísticos, para determinar os custos e a análise de viabilidade e, organizados em quadros.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PRÉ - DIMENSIONAMENTO DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC CLASSE A EM PAU DOS FERROS/RN

A usina de reciclagem de Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A para Pau dos Ferros/RN deverá ser usina fixa, por apresentar-se como o tipo que mais se enquadra no objeto de estudo. As usinas moveis ou semi moveis são mais usadas em locais onde há um tempo determinado para se estabelecer e fazer a reciclagem. Nesse estudo o objetivo é de que a usina permaneça na cidade.

A escolha deve-se ao pré-dimensionamento da usina definido a partir da quantidade de RCC que é produzido anualmente. Considerando esse parâmetro, no ano de 2018 foi gerado 14.352 ton/ano, entretanto, a quantidade que é de interesse para este cálculo é apenas de RCC Classe A.

No Brasil o RCC em obras possui em média a seguinte composição: argamassa (63%); concreto e blocos (29%); outros (7%) e orgânicos (1%) (IPEA, 2012). Desta forma, para determinar o RCC Classe A leva-se em consideração a soma dos percentuais de argamassa, concreto e blocos (92%). Assim, $92\% \times 14.352 \text{ ton/ano RCC}$, totaliza, aproximadamente, um valor de 13.204 ton/ano RCC Classe A.

5.2 CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC CLASSE A EM PAU DOS FERROS/RN

Na determinação dos custos de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN levou-se em consideração as etapas de implementação, operação e manutenção.

Custos de Implementação

Os custos referentes à implementação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A, referem-se a aquisição e instalação dos principais equipamentos, custos de obras civis e de aquisição do terreno (JADOVSKI,2005).

A aquisição dos principais equipamentos para proposta de usina refere-se ao alimentador vibratório, britador de mandíbulas, transportador de correia e, peneira vibratória (Quadro 01), que totalizam aproximadamente R\$ 350.000,00, esse valor foi fornecido pela empresa Maquinas Faria em maio de 2019.

Estes equipamentos precisam de instalações referentes a instalação elétrica e, instalação mecânica (Quadro 01). Os custos de instalação elétricas e mecânicas para a usina correspondem a 10% e 5% dos custos de aquisição dos equipamentos, respectivamente (JADOVISKI, 2005). Desta forma, os valores para estas instalações correspondem à R\$ 16.800,00 (elétrica) e R\$ 8.400,00 (mecânica).

Os custos de obras civis estão contemplados para esta proposta de usina de reciclagem ações de Terraplanagem, Obras Civis, Contenções, e Barreira vegetal, que totalizam R\$ 59.500,00 (Quadro 01). Este valor encontra-se similar aos determinados por Cardoso (2011) que afirma que os custos de terraplanagem, contenções, barreira vegetal e obras civis são 17% do custo dos principais equipamentos.

De acordo com Cardoso (2011) os custos referentes aquisição de veículos são considerados apenas a retroescavadeira. Desta forma, para a instalação desta usina faz necessário adquirir uma retroescavadeira, que teve seu valor fornecido pela empresa JBC NORMAQ em maio de 2019 com o valor de R\$ 240.000,00 (Quadro 01).

A instalação da usina se dará em uma área adequada para capacidade de funcionamento da demanda de processamento de resíduos. Sendo assim, Cardoso (2011) em sua pesquisa estimou a área necessária para usinas de RCC com capacidade de 10 t/h de 5.000 m², que representa 2 t/h para cada 1.000 m², com isso considerando que proposta desta usina é de 6 t/h, leva-se em consideração uma área de 3.000 m². O cálculo do valor unitário do m² do terreno em Paus dos Ferros/RN foi realizado a partir de uma pesquisa de preços imobiliários nos sites das imobiliárias do município, apresentando valor médio de 117,32 R\$/m². Portanto, os custos para área de 3.000,00 m², totaliza R\$ 351.960,00 (Quadro 01).

A legalidade do empreendimento também apresenta custos que precisam ser mensurados, com isso para o funcionamento desta usina faz se necessário a obtenção do licenciamento ambiental, que envolve custos no Estudo de Impacto Ambiental – EIA/Relatório de Impacto Ambiental – RIMA e, das licenças ambientais (Licença Prévia – LP, Licença de Instalação – LI e, Licença de Operação – LO) que foram obtidas no site do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA/RN, totalizando valores 26.558,73 (Quadro 01).

Os custos totais da implementação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN, segundo esse estudo, são de 1.053.218,73 (Quadro 01). Comparando esses custos de implantação com os custos de obtenção por Cardos (2011) para uma usina de 5 ton/h de R\$ 471.700,19, verifica-se que é bastante inferior ao que foi definido para implementação da usina estudada. Isso se deve a dois fatores principais: o custo de aquisição do terreno, muito valorizados em Pau dos Ferros - RN, e o valor de equipamentos veículos, superiores aos da época estudada por Cardoso (2011). Uma forma de se reduzir o custo de implementação é já existir um terreno disponível, ficando o projeto consideravelmente mais barato. Se possível, a negociação para a redução dos valores de equipamentos também contribuirá para a redução dos custos finais.

Quadro 01 – Custos de implementação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN

Custos de Aquisição e Instalação dos Equipamentos			
Fase	Equipamentos	Unidade	Subvalor
Aquisição	Alimentador vibratório	R\$	350.000,00
	Britador de mandíbulas		
	Transportador de correia		
	Peneira vibratória		
Instalação	Custo de instalação elétrica	R\$	16.800,00
	Custo instalação mecânica	R\$	8.400,00
Total 1 (Subvalor A + B)		(R\$)	375.200,00
Custos de Terraplanagem, Contenções, Obras Cíveis e Barreira Vegetal			
Obras	Terraplanagem, Obras Cíveis, Contenções, e Barreira vegetal	R\$	59.500,00
Total 2 (Subvalor A)		(R\$)	59.500,00
Custos de Aquisição de Retroescavadeira			
Veículos	Retroescavadeira	R\$	240.000,00
Total 3 (Subvalor A)		(R\$)	240.000,00
Custos de aquisição do Terreno¹			
Terreno	Terreno com Capacidade de Produção de 6 t/h com área requerida de 3.000,00 m ²	R\$	351.960,00
Total 4 (Subvalor A)		R\$	351.960,00
Custos de Licenciamento Ambiental			
Estudos	Estudo de Impacto Ambiental	R\$	14.448,88
Licenças Ambientais	Licença Prévia (LP)	R\$	3.027,47
	Licença Instalação (LI)	R\$	4.541,19
	Licença Operação (LO)	R\$	4.541,19
Total 5 (Subvalor A + B)		(R\$)	26.558,73
Custos Totais da Instalação			
Valor Total (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		(R\$)	1.053.218,73

¹O preço de 1 m² é 117,32 m², logo 3.000,00 m², totaliza R\$ 351.960,00.

Custos de Operação

Os custos referentes a operação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A relacionam-se com a mão de obra especializada, Equipamentos de Proteção Individual – EPI's, aquisição de insumos e, custos administrativos.

A mão de obra especializada

A mão de obra especializada foi definida de acordo com Cardoso (2011) desde a quantidade de funcionários ao valor dos salários/hora, sendo 1 encarregado, 1 operador de maquinas e 2 auxiliares de triagem, entretanto a quantidade de horas trabalhadas por mês foi utilizada diferente do autor, considerando 8 horas por dia, considerando 20 dias por mês.

O custo dos encargos sociais segundo o Sindicato da Industria da Construção Civil do Rio Grande do Norte (SINDUSCON/RN) é de 173,1%.

Os Equipamentos de Proteção Individual – EPI's

Os Equipamentos de Proteção Individual – EPI's foram determinados segundo Jadovski (2005) levando em consideração seu período de troca, com o intuito de se obter quanto será gasto, foi considerado quantidade de funcionários da mão de obra especializada, e os valores foram obtidos através de pesquisa de mercado.

A aquisição de insumos

A aquisição de insumos, consumo de energia e água, o consumo de energia foi considerado de 2.000 kwh/mês, já que uma usina com capacidade de 5 t/h vai ter um gasto médio de 1.666,67 kwh/mês (CORRÊA et al, 2009), e já que a usina será de 6 ton/h, foi feito essa estimativa. Fazendo a multiplicação do consumo pela tarifa mensal de energia elétrica, será obtido o custo mensal, a tarifa foi obtida com Companhia Energética do Rio Grande do Norte – COSERN. Para definir o custo mensal de água, também é necessário da tarifa, que foi obtida junto a Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN. Conforme Jadovski (2005), o cálculo do consumo de água para a usina é baseado na capacidade de produção da mesma, levando em consideração um coeficiente de 0,08 baseado no consumo de outras usinas, e a tarifa de água. A seguir temos a equação para determinar o custo mensal de água:

$$C_m = C_p \times 0,08 \times T_a$$

Onde,

C_m = custo mensal de água

C_p = capacidade de produção

T_a = tarifa de água

Os custos administrativos

Os custos administrativos foram definidos de acordo com Stolz (2008), que são referentes a 2 vigilantes, 1 secretária, os gastos de telefone, internet, material de consumo e também os honorários para um escritório de contabilidade, porém, como a usina que o autor trata possui uma quase que 2 vezes maior, então foi estimado apenas 1 vigilante. Foi considerado o salário mínimo de 2019 que é de R\$ 998,00, o salário que o vigilante e a secretaria vão receber é de 1,5 salários mínimos. Foi estimado os custos de telefone, internet e material de consumo, a internet com valor de R\$ 73,00 por mês, o custo de telefone R\$ 40,00 por mês e o material de R\$ 150,00 por mês, para o custo do material foi considerado metade do que Stolz (2008) usa devido a usina ter capacidade de produção dobrada, os custos de internet e telefone foram estimados através de pesquisa de mercado. O quadro 2 apresenta os valores de custos de operação.

Quadro 02 – Custos da operação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN

Custos de Mão de Obra			
Serviço	Item	Unidade	Subvalor
Mão de Obra	1 Encarregado	Funcionário	6,5 R\$/hora
	1 Operador de máquinas	Funcionário	4,0 R\$/hora
	2 Auxiliares de triagem	Funcionário	2 R\$/hora
Total 1 (Subvalor A + B)		(R\$/ano)	76.031,04
Custos de Equipamentos de Proteção Individual – EPI			
Equipamentos	Calça	R\$/peça	38,99
	Camisa	R\$/peça	38,89
	Botina	R\$/peça	33,99
	Luvas	R\$/peça	5,75
	Óculos de proteção	R\$/peça	2,99
	Protetores auriculares	R\$/peça	1,75
	Capacete	R\$/peça	7,99
Total 2 (Subvalor A)		(R\$/ano)	1.439,56
Custos de Aquisição de Insumos			
Insumos	Consumo de água	R\$/mês	849,408
	Consumo de energia	R\$/mês	688
	Consumo de materiais diversos	-	-
Total 3 (Subvalor A)		(R\$/ano)	18.448,90
Custos de administrativos			
Pessoal	Vigilante	R\$/mês	1497
	Secretaria	R\$/mês	1497
Serviços	Telefone	R\$/mês	40
	Internet	R\$/mês	73
	Fax	R\$/mês	-
Materiais	Material de consumo	R\$/mês	150

Total 4 (Subvalor A + B + C)	(R\$/ano)	21.120,00
Custos Totais da Instalação		
Valor Total (1 + 2 + 3 + 4)	(R\$)	117.039,50

De acordo com Stolz (2008) os impostos para uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil são baseados no Simples Nacional, e que o empreendimento se encaixa como sendo de Serviços e Locação de Bens Imóveis. Com isso, tem-se os seguintes impostos incidindo sobre a usina: Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISS, Imposto de Renda Pessoa Jurídica – IRPJ, Contribuição Social sobre Lucro Líquido – CSLL, Contribuição para Programa De Integração Social – PIS, Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS, Contribuição Patronal Previdenciária para a Seguridade Social – CPP, Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI e Imposto sobre a Circulação De Mercadorias e Serviços – ICMS. A tabela a seguir aponta as alíquotas de impostos referentes a 2018. O quadro 3 demonstra os valores dos impostos incidentes na usina.

Quadro 03 – Custos do Impostos incidentes na operação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN

Receita Bruta Anual (R\$)	Dedução do valor a ser recolhido (R\$)	Alíquota
Até R\$ 180.000,00	-	4,5%
De R\$ 180.000,01 a R\$ 360.000,00	5.940,00	7,8%
De R\$ 360.000,01 a R\$ 720.000,00	13.860,00	10,0%
De R\$ 720.000,01 a R\$ 1.800.000,00	22.500,00	11,2%
De R\$ 1.800.000,01 a R\$ 3.600.000,00	85.500,00	14,7%
De R\$ 3.600.000,01 a R\$ 4.800.000,00	720.000,00	30,0%

Custos de Manutenção

Os custos referentes a manutenção de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A relacionam-se com a manutenção de equipamentos e infraestrutura.

Para o cálculo dos custos de equipamentos Manfrinato et. al. (2008) afirmam que este valor consiste em 3% do custo de equipamentos principais. Desta forma, 3% do valor de R\$ 350.000,00, consiste em R\$ 10.500,00 (Quadro 04).

O valor estabelecido para manutenção fere-se apenas a manutenção e desgastes dos equipamentos, não abordando a manutenção da infraestrutura.

Quadro 04 – Custos da manutenção de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN.

Custos de Manutenção			
Serviço	Item	Unidade	Subvalor
Manutenção	Manutenção de equipamentos ¹	3%	10.500,00
	Manutenção infraestrutura		
Total 1 (Subvalor A + B)		(R\$)	10.500,00

¹O valor total dos equipamentos 350.000,00, logo 3% o valor da manutenção, totaliza R\$ 10.500,00.

Custos totais

Os custos totais de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN tem maiores valores pela seguinte ordem das etapas: implementação, operação e manutenção (Quadro 05). Quando comparado o valor total do investimento de Cardoso (2001) para uma usina de 5 t/h com valor de R\$ 570.206,28 e o obtido no estudo, percebe-se que a usina em questão custará mais que o dobro.

Quadro 05 – Custos totais de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN.

Custos Totais			
Serviço	Item	Unidade	Subvalor
Implementação	Implementação da usina	Anual	1.053.218,73
Operação	Operação da usina	Anual	117.039,50
Manutenção	Manutenção da usina	Anual	10.500,00
Total 1 (Subvalor A + B + C)		(R\$)	1.180.758,23

5.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC CLASSE A EM PAU DOS FERROS/RN

A análise de viabilidade de usina de reciclagem de Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN se deu em duas circunstâncias, uma com aquisição do terreno e outra sem aquisição; observando os aspectos de receita bruta, custo de implementação, custo de operação, custo de manutenção, custo de imposto, receita líquida, fluxo de caixa, fluxo descontado, receita bruta e, saldo do projeto; durante a temporalidade de 8, 10 e 15 anos.

A quantidade estimada de RCC Classe A recolhida no município de Pau dos Ferros/RN é de 13.204 ton/ano, considerando que a produção de agregado reciclado é de 85% desse valor, 11.223,4 ton/ano. Por pesquisa de mercado na mesma cidade foi identificado a valor médio de

R\$ 30,00 o m³ de agregado, com isso e com, foi estabelecido que o preço médio para o agregado reciclado seja de 80% do valor do agregado natural com o intuito de tornar o agregado reciclado mais barato que o natural, ou seja, R\$ 24,00.

Para converter a quantidade de RCC de tonelada para metros cúbicos, foi utilizado a massa específica obtida pelo Ministério do Meio Ambiente (2010) de 1,2 toneladas/m³, com isso foi calculado quanto em metros cúbicos a usina vai fabricar, que é 9.352,83 m³/ano, que vai gerar uma receita bruta no primeiro ano do valor de R\$ 224.467,92. A taxa mínima de atratividade (TMA) foi definida com o valor de 1,56%, diferença entre a taxa SELIC e a inflação acumulada em 12 meses foram obtidas no site do Banco Central do Brasil, com valores atuais para o período de abril de 2019, com 6,50% e 4,94%, respectivamente.

Com aquisição do terreno

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam os cálculos referentes aos valores de receita bruta anual, operação, manutenção, impostos e a receita líquida. Como também o fluxo de caixa, fluxo descontado e saldo do projeto, para 8, 10 e 15 anos respectivamente.

Os custos de implementação para esta análise está incluído o valor do terreno para 8, 10 e 15 anos, isso faz com que o custo seja tão elevando, chegando ao valor de R\$ 1.053.218,73, enquanto Chaves (2015) para uma usina de 40 t/h obteve um valor de R\$ 2.062.863,30, quase o dobro do que é necessário para a usina da pesquisa, porém, tem capacidade produtiva de 85% a mais.

O cálculo da receita bruta para o primeiro ano teve resultado de R\$ 224.467,92 chegando a R\$ 250.157,27 no último ano de análise, o custo de operação chegou a R\$ 130.434,15, o de manutenção a R\$ 11.701,68, os impostos a R\$ 13.572,27 e uma receita líquida anual de R\$ 94.449,18. Cardoso (2011) no ano 8 de análise obteve R\$ 345.459,28 de receita bruta isso se dá devido ao valor que o agregado é vendido ser maior, favorecendo uma maior receita para o autor, outra grande diferença sobre os valores obtidos é o custo de operação tendo em vista que o mesmo autor chegou ao valor de R\$ 206.623,76, os outros valores, de manutenção impostos e receita líquida não obtiveram valores tão diferentes.

O fluxo de caixa, o fluxo descontado obteve no último ano os seguintes valores, R\$ 94.449,18 e R\$ 178.960,07 respectivamente, com o saldo de projeto zerando no oitavo ano de estudo. Para 8 anos Cardoso (2011) obteve fluxo de caixa e fluxo descontado, de R\$ 92.249,56 e R\$ 49.372,30 respectivamente.

Tabela 01: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 8 anos com TMA = 1,56%

Ano	Receita Bruta	Operação	Manutenção	Impostos	Receita Líquida	Fluxo de caixa	Fluxo descontado	Saldo do projeto
0	-	-	-	-	-	-1.053.218,73	-1.053.218,73	-1.053.218,73
1	224.467,92	117.039,50	10.500,00	11.568,50	85.359,92	85.359,92	92.458,91	- 960.759,82
2	227.969,62	118.865,32	10.663,80	11.841,63	86.598,87	86.598,87	101.601,88	- 859.157,95
3	231.525,95	120.719,62	10.830,16	12.119,02	87.857,15	87.857,15	111.650,67	- 747.507,27
4	235.137,75	122.602,84	10.999,11	12.400,74	89.135,06	89.135,06	122.695,19	- 624.812,08
5	238.805,90	124.515,45	11.170,69	12.686,86	90.432,90	90.432,90	134.834,24	- 489.977,84
6	242.531,27	126.457,89	11.344,95	12.977,44	91.750,99	91.750,99	148.176,47	- 341.801,37
7	246.314,76	128.430,63	11.521,94	13.272,55	93.089,64	93.089,64	162.841,31	- 178.960,07
8	250.157,27	130.434,15	11.701,68	13.572,27	94.449,18	94.449,18	178.960,07	-

Diante destes dados apresentados acima, calculou-se o VPL com valor de -R\$ 383.268,32, obtendo a TIR de -8%. O que faz com o que o investimento seja inviável tanto do no método da TIR pelo valor da mesma ter sido menor que a TMA, como do VPL por ter sido obtido com valor negativo. Para a análise de 8 anos Cardoso (2011) obteve TIR de 8,13% enquanto utilizava uma TMA de 12%, fazendo com que não obtivesse viabilidade.

Para a análise de 10 anos o valor da receita bruta para o último ano foi de R\$ 258.023,05, o custo de operação chegou a R\$ 134.535,44, o de manutenção a R\$ 12.069,62, os impostos a R\$ 14.185,80 e uma receita líquida anual de R\$ 97.232,20. Cardoso (2011) no ano 10 de análise obteve R\$ 433.344,13 de receita bruta e de operação R\$ 259.188,85, novamente essas diferenças são devido ao valor da venda do agregado e a quantidade de anos que é analisado. Em relação aos outros parâmetros, os valores ainda possuem pequenas diferenças.

O fluxo de caixa, o fluxo descontado obteve no último ano os seguintes valores, R\$ 97.232,20 e R\$ 125.106,36 respectivamente, com o saldo de projeto zerando no último ano de estudo. Com 10 anos de análise Cardoso (2011) teve o valor de fluxo de caixa de R\$ 111.167,74, e valor de fluxo descontado de R\$ 32.651,93.

Tabela 02: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 10 anos com TMA = 1,56%

Ano	Receita Bruta	Operação	Manutenção	Impostos	Receita Líquida	Fluxo de caixa	Fluxo descontado	Saldo do projeto
0	-	-	-	-	-	- 1.053.218,73	- 1.053.218,73	-1.053.218,73
1	224.467,92	117.039,50	10.500,00	11.568,50	85.359,92	85.359,92	87.538,87	- 965.679,86
2	227.969,62	118.865,32	10.663,80	11.841,63	86.598,87	86.598,87	91.076,45	- 874.603,41
3	231.525,95	120.719,62	10.830,16	12.119,02	87.857,15	87.857,15	94.758,44	- 779.844,97
4	235.137,75	122.602,84	10.999,11	12.400,74	89.135,06	89.135,06	98.590,77	- 681.254,20
5	238.805,90	124.515,45	11.170,69	12.686,86	90.432,90	90.432,90	102.579,62	- 578.674,58
6	242.531,27	126.457,89	11.344,95	12.977,44	91.750,99	91.750,99	106.731,43	- 471.943,15
7	246.314,76	128.430,63	11.521,94	13.272,55	93.089,64	93.089,64	111.052,88	- 360.890,27
8	250.157,27	130.434,15	11.701,68	13.572,27	94.449,18	94.449,18	115.550,97	- 245.339,30
9	254.059,72	132.468,92	11.884,22	13.876,66	95.829,92	95.829,92	120.232,94	- 125.106,36

10	258.023,05	134.535,44	12.069,62	14.185,80	97.232,20	97.232,20	125.106,36	-
----	------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	---

Com os resultados acima é calculado o VPL e foi obtido com valor de -R\$ 216.612,65, o valor da TIR de -2%. Como a TIR é menor que a TMA e o VPL foi menor que zero, então o projeto é inviável. Para análise de 10 anos Cardoso (2011) obteve TIR de 13,03% enquanto utilizava uma TMA de 12%, portanto para Cardoso (2011) aos 10 anos o projeto começa a ser viável.

Para 15 anos o cálculo da receita bruta para o último ano foi de R\$ 278.786,65, o custo de operação chegou a R\$ 145.361,75, o de manutenção a R\$ 13.040,88, os impostos a R\$ 15.805,36 e uma receita líquida anual de R\$ 104.578,66. Cardoso (2011) no ano 15 de análise obteve R\$ 763.700,45 de receita e custos de operação de R\$ 456.779,33, os outros valores, de manutenção impostos e receita líquida não obtiveram valores tão diferentes.

O fluxo de caixa, o fluxo descontado obteve no último ano os seguintes valores, R\$ 104.578,66 e R\$ 59.402,20 respectivamente, com o saldo de projeto zerando no último ano de estudo. O estudo de Cardoso (2011) aos 15 anos obteve o valor do fluxo de caixa de R\$ 186.522,03, e de fluxo descontado de R\$ 14.084,87.

Tabela 03: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 15 anos com TMA = 1,56%

Ano	Receita Bruta	Operação	Manutenção	Impostos	Receita Líquida	Fluxo de caixa	Fluxo descontado	Saldo do projeto
0	-	-	-	-	-	-1.053.218,73	-1.053.218,73	-1.053.218,73
1	224.467,92	117.039,50	10.500,00	11.568,50	85.359,92	85.359,92	82.201,17	- 971.017,56
2	227.969,62	118.865,32	10.663,80	11.841,63	86.598,87	86.598,87	80.308,25	- 890.709,31
3	231.525,95	120.719,62	10.830,16	12.119,02	87.857,15	87.857,15	78.460,13	- 812.249,19
4	235.137,75	122.602,84	10.999,11	12.400,74	89.135,06	89.135,06	76.655,69	- 735.593,49
5	238.805,90	124.515,45	11.170,69	12.686,86	90.432,90	90.432,90	74.893,87	- 660.699,62
6	242.531,27	126.457,89	11.344,95	12.977,44	91.750,99	91.750,99	73.173,62	- 587.526,00
7	246.314,76	128.430,63	11.521,94	13.272,55	93.089,64	93.089,64	71.493,92	- 516.032,08
8	250.157,27	130.434,15	11.701,68	13.572,27	94.449,18	94.449,18	69.853,78	- 446.178,30
9	254.059,72	132.468,92	11.884,22	13.876,66	95.829,92	95.829,92	68.252,22	- 377.926,07
10	258.023,05	134.535,44	12.069,62	14.185,80	97.232,20	97.232,20	66.688,32	- 311.237,75
11	62.048,21	136.634,19	12.257,90	14.499,76	98.656,36	98.656,36	65.161,14	- 246.076,61
12	266.136,17	138.765,68	12.449,13	14.818,62	100.102,74	100.102,74	63.669,81	- 182.406,80
13	270.287,89	140.930,43	12.643,33	15.142,46	101.571,68	101.571,68	62.213,43	- 120.193,37
14	274.504,38	143.128,94	12.840,57	15.471,34	103.063,53	103.063,53	60.791,17	- 59.402,20
15	278.786,65	145.361,75	13.040,88	15.805,36	104.578,66	104.578,66	59.402,20	-

Conforme os dados que são demonstrados acima, foi calculado o VPL chegando ao valor de R\$ 198.679,49, e a TIR com valor de 4%. O que faz com o que o investimento seja viável tanto do no método da TIR já que a mesma foi maior que a TMA, e o VPL foi maior que

zero. Para a análise de 15 anos Cardoso (2011) obteve TIR de 18,80% enquanto utilizava uma TMA de 12%, fazendo com que não obtivesse viabilidade.

Sem aquisição do terreno

As tabelas 4, 5 e 6 apresentam os valores calculados referentes aos valores de receita bruta anual, operação, manutenção, impostos e a receita líquida. E ainda o fluxo de caixa, fluxo descontado e saldo do projeto, para 8, 10 e 15 anos respectivamente.

Os custos de implementação para esta análise foi retirado o valor do terreno para realizar a análise em 8, 10 e 15 anos, isso faz com que o custo inicial seja reduzido ao valor de R\$ 701.258,73, enquanto o custo inicial com aquisição do terreno é de R\$ 1.053.218,73.

Como o que muda o valor da receita bruta é a quantidade vendida de agregado e a quantidade de anos analisados, então para o período de 8, 10 e 15 anos, os valores de receita bruta, operação, manutenção, impostos e receita líquida serão os mesmos da tabela 1, 2 e 3, respectivamente.

O fluxo de caixa referente a quantidade de anos estudada também não muda, ou seja, para 8 anos temos o valor de R\$ 94.449,18, já o fluxo descontado muda, tendo um novo valor de R\$ 90.472,19 no último ano. Comparando com o resultado obtido com a aquisição do terreno, podemos ver que o fluxo de desconto teve um valor menor.

Tabela 04: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 8 anos com TMA = 1,56%

Ano	Receita Bruta	Operação	Manutenção	Impostos	Receita Líquida	Fluxo de caixa	Fluxo descontado	Saldo do projeto
0	-	-	-	-	-	- 701.258,73	- 701.258,73	- 701.258,73
1	224.467,92	117.039,50	10.500,00	11.568,50	85.359,92	85.359,92	84.902,14	- 616.356,59
2	227.969,62	118.865,32	10.663,80	11.841,63	86.598,87	86.598,87	85.672,51	- 530.684,09
3	231.525,95	120.719,62	10.830,16	12.119,02	87.857,15	87.857,15	86.451,19	- 444.232,90
4	235.137,75	122.602,84	10.999,11	12.400,74	89.135,06	89.135,06	87.238,26	- 356.994,64
5	238.805,90	124.515,45	11.170,69	12.686,86	90.432,90	90.432,90	88.033,82	- 268.960,82
6	242.531,27	126.457,89	11.344,95	12.977,44	91.750,99	91.750,99	88.837,93	- 180.122,88
7	246.314,76	128.430,63	11.521,94	13.272,55	93.089,64	93.089,64	89.650,70	- 90.472,19
8	250.157,27	130.434,15	11.701,68	13.572,27	94.449,18	94.449,18	90.472,19	-

Com os novos resultados foi possível fazer o cálculo do VPL e da TIR, onde teve os seguintes resultados, o VPL com valor de -R\$ 31.308,32, e a TIR de -1%. O que faz com o que o investimento seja inviável pelos dois métodos, entretanto é importante ressaltar que o VPL está mais próximo de um resultado positivo que o VPL com aquisição do terreno para 8 anos de análise.

O fluxo de caixa, o fluxo descontado obteve no último ano os seguintes valores, R\$ 97.232,20 e R\$ 59.907,76 respectivamente, com o saldo de projeto zerando no último ano de estudo. O fluxo de descontado teve o valor de R\$ 125.106,36 com a aquisição do terreno para 10 anos de análise, novamente percebemos que o fluxo descontado foi menor sem a aquisição do terreno.

Tabela 05: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 10 anos com TMA = 1,56%

Ano	Receita Bruta	Operação	Manutenção	Impostos	Receita Líquida	Fluxo de caixa	Fluxo descontado	Saldo do projeto
0	-	-	-	-	-	- 701.258,73	- 701.258,73	- 701.258,73
1	224.467,92	117.039,50	10.500,00	11.568,50	85.359,92	85.359,92	81.324,48	- 619.934,25
2	227.969,62	118.865,32	10.663,80	11.841,63	86.598,87	86.598,87	78.604,40	- 541.329,85
3	231.525,95	120.719,62	10.830,16	12.119,02	87.857,15	87.857,15	75.976,45	- 465.353,40
4	235.137,75	122.602,84	10.999,11	12.400,74	89.135,06	89.135,06	73.437,48	- 391.915,92
5	238.805,90	124.515,45	11.170,69	12.686,86	90.432,90	90.432,90	70.984,41	- 320.931,52
6	242.531,27	126.457,89	11.344,95	12.977,44	91.750,99	91.750,99	68.614,29	- 252.317,23
7	246.314,76	128.430,63	11.521,94	13.272,55	93.089,64	93.089,64	66.324,26	- 185.992,97
8	250.157,27	130.434,15	11.701,68	13.572,27	94.449,18	94.449,18	64.111,59	- 121.881,37
9	254.059,72	132.468,92	11.884,22	13.876,66	95.829,92	95.829,92	61.973,61	- 9.907,76
10	258.023,05	134.535,44	12.069,62	14.185,80	97.232,20	97.232,20	59.907,76	-

A partir dos resultados acima, calculou-se o VPL com valor de R\$ 135.347,35, obtendo a TIR de 5%. Demonstrando que o investimento é viável a partir dos dois métodos de análise.

O fluxo de caixa e o fluxo descontado obtido no último ano, tem os seguintes valores, R\$ 278.786,65 e R\$ 24.972,01 respectivamente, com o saldo de projeto zerando no último ano de estudo. Com aquisição do terreno, o fluxo descontado foi de R\$ 59.402,20 no último ano, maior que sem aquisição e um fluxo de caixa menor com aquisição.

Tabela 06: Despesas e custos de uma sina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC Classe A na cidade de Pau dos Ferros/RN para 15 anos com TMA = 1,56%

Ano	Receita Bruta	Operação	Manutenção	Impostos	Receita Líquida	Fluxo de caixa	Fluxo descontado	Saldo do projeto
0	-	-	-	-	-	- 701.258,73	- 701.258,73	- 701.258,73
1	224.467,92	117.039,50	10.500,00	11.568,50	85.359,92	85.359,92	77.586,84	- 623.671,89
2	227.969,62	118.865,32	10.663,80	11.841,63	86.598,87	86.598,87	71.545,17	- 552.126,73
3	231.525,95	120.719,62	10.830,16	12.119,02	87.857,15	87.857,15	65.974,97	- 486.151,75
4	235.137,75	122.602,84	10.999,11	12.400,74	89.135,06	89.135,06	60.839,37	- 425.312,39
5	238.805,90	124.515,45	11.170,69	12.686,86	90.432,90	90.432,90	56.104,36	- 369.208,02
6	242.531,27	126.457,89	11.344,95	12.977,44	91.750,99	91.750,99	51.738,63	- 317.469,39
7	246.314,76	128.430,63	11.521,94	13.272,55	93.089,64	93.089,64	47.713,32	- 269.756,07
8	250.157,27	130.434,15	11.701,68	13.572,27	94.449,18	94.449,18	44.001,80	- 225.754,27
9	254.059,72	132.468,92	11.884,22	13.876,66	95.829,92	95.829,92	40.579,57	- 185.174,70

10	258.023,05	134.535,44	12.069,62	14.185,80	97.232,20	97.232,20	37.424,02	- 147.750,68
11	262.048,21	136.634,19	12.257,90	14.499,76	98.656,36	98.656,36	34.514,33	- 113.236,35
12	266.136,17	138.765,68	12.449,13	14.818,62	100.102,74	100.102,74	31.831,30	- 81.405,05
13	270.287,89	140.930,43	12.643,33	15.142,46	101.571,68	101.571,68	29.357,23	- 52.047,82
14	274.504,38	143.128,94	12.840,57	15.471,34	103.063,53	103.063,53	27.075,81	- 24.972,01
15	278.786,65	145.361,75	13.040,88	15.805,36	104.578,66	104.578,66	24.972,01	-

Diante destes dados apresentados acima, calculou-se o VPL com valor de R\$ 550.639,49, obtendo a TIR de 10%. O que faz com o que o investimento seja inviável tanto do no método da TIR pelo valor da mesma ter sido menor que a TMA, como do VPL por ter sido obtido com valor negativo.

A partir da evolução de comparação de dados da viabilidade de uma usina de reciclagem de RCC Classe A em Pau dos Ferros/RN, verifica-se comportamentos heterogêneos nas situações de aquisição de terreno ou sem aquisição de terreno.

Com a aquisição do terreno, é constatado através tanto do VPL como da TIR que o empreendimento é inviável para 8 e 10 anos, pois o VPL é menor que zero e a TIR menor que a TMA; entretanto para o período de 15 anos o empreendimento é viável, já que possui VPL maior que zero e TIR maior que a TMA (Tabela 07).

No segundo caso, quando se faz a análise levando em consideração que o terreno não terá custo, o empreendimento mostrou comportamento de inviabilidade apenas para o período de 8 anos, visto que VPL menor que zero e TIR menor que TMA. Porém para os períodos de 10 e 15 anos, o empreendimento é viável, já que o VPL é maior que zero e TIR maior que a TMA (Tabela 07).

Tabela 07 – Resumo dos resultados

Variável	Com aquisição de terreno		Sem aquisição de terreno	
Anos	VPL	TIR	VPL	TIR
8	-R\$ 383.268,32	-8%	-R\$ 31.308,32	1%
10	-R\$ 216.612,65	-2%	R\$ 135.347,35	5%
15	R\$ 198.679,49	4%	R\$ 550.639,49	10%

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Pau dos Ferros/RN tem sua atividade econômica voltada para o comércio e a prestação de serviços, consolidando com uma importante região para o Alto Oeste Potiguar. Entretanto, apesar deste aspecto econômico atualmente inúmeros problemas socioeconômicos e ambientais vêm surgindo com maiores intensidade, com destaque a deficiência na gestão de resíduos sólidos local.

Atualmente são geradas 14.352 toneladas ano de resíduos da construção civil em Pau dos Ferros/RN que são destinado de maneira inadequada para uma área de lixão, sem obedecer a critérios eficazes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Dentre estes resíduos da construção civil, destaca-se os de Classe A, que representam em média 92% do volume total, ou seja, cerca de 13.369,44 toneladas por ano.

Diante da grande quantidade de Resíduos da Construção Civil – RCC em Pau dos Ferros/RN e, da potencialidade de reaproveitamento destes devidos suas características, elaborou-se o cálculo da viabilidade de uma usina de reciclagem de RCC, levando em consideração à aquisição de terreno ou sem aquisição de terreno; com temporalidade de 8, 10 e 15 anos.

A viabilidade de uma usina de reciclagem de RCC com aquisição de terreno apresentou comportamento heterogêneo baseado no tempo de execução, com resultados de viabilidade econômica para a análise de 15 anos com VPL de R\$ 198.679,49 e TIR de 4%, porém para as análises de 8 e 10 anos, o empreendimento não é viável, com VPL e TIR para 8 anos de -R\$ 383.268,32 e -8%, para 10 anos de -R\$ 2016.612,65.

A viabilidade de uma usina de reciclagem de RCC para o cenário em que não se faz a aquisição de terreno apresentou comportamento heterogêneo baseado no tempo de execução, com resultados de positivos para a análise de 10 e 15 anos, ou seja, com valores de VPL e TIR para 10 anos de R\$ 135.347,35 e 5%, para 15 anos de R\$ 550.639,49, demonstrando que o investimento é viável nas duas análises, e com o tempo de 15 anos é ainda mais viável. Para a análise de 8 anos obteve os seguintes valores, VPL de -R\$ 31.308,32 e TIR de 1,0 %, provando que não é viável. Na hipótese de acontecer uma parceria entre as prefeituras da região, a usina poderia ter uma rentabilidade maior, tendo em vista que aumentaria a capacidade de produção, e teria seus custos de implementação reduzidos, pois apesar de aumentar a capacidade da usina, os custos seriam divididos entre os municípios.

Diante do apresentado, verifica-se que este estudo tem relevância técnico e científica; visto que poderá auxiliar no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do

Norte; contribuirá para linhas de pesquisas sobre Gestão de Resíduos Sólidos; fornecerá subsídios para Gestão Ambiental de Pau dos Ferros/RN orientar o uso e ocupação local; permitirá avanços nos Arranjos Produtivos Locais relacionados com a construção civil e; aperfeiçoará a gestão de resíduos sólidos da região.

Recomenda-se ainda estudos relacionados com: análise de viabilidade de uma usina com maior capacidade, levando em consideração os RCC que não são recolhidos pelo serviço público; estudo de caracterização de classes dos RCC recolhidos pelo serviço público; estudos de viabilidade da usina com outros métodos de análise e; analisar a possibilidade de cobrar uma taxa aos geradores de RCC para que seja feita a coleta do mesmo.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2015.

AMADEI, D. I. B.; PEREIRA, J. A.; SOUZA, R. A.; MENEGUETTI, K. S. **A questão dos resíduos de construção civil: Um breve estado da arte**. Revista Nupen, v. 3, n.5. Campo Mourão, 2011.

AMARAL, R. **As contribuições da pesquisa científica na formação acadêmica**. Identidade Científica, Presidente Prudente/SP, v. 1, n. 1, p. 64-74, jan./jun. 2010.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/> . Acesso em: 02/06/2019.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil (Literature review: reuse of construction and demolition waste in the construction industry)**. Cerâmica, v. 61, p. 178-189, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Alterada pelas Resoluções nº 348, de 2004, nº 431, de 2011 e nº 448, de 2012. Dispõe sobre gestão dos Resíduos da Construção Civil. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 05 mai. 2019.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010. Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF, 2010a.

BRUM, Eduardo Madeira. **Aspectos econômico, social e ambiental da sustentabilidade de uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil**. 2017. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2017.

CARDOSO, Afrodite da Conceição Fabiana. **Estimativa de geração de resíduos da construção civil nos municípios de Criciúma e Içara e estudo de viabilidade de usinas de triagem e reciclagem**. 2011. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

CHAVES, Ana Carolina Zenelato. **Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil em Araçatuba, SP**. 2015. 77 f. Monografia (Especialização) - Curso de Economia e Meio Ambiente, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN). Disponível em:

<http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=85622&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Tabela+de+pre%E7o>. Acesso em: 02 jun. 2019.

COMPANHIA ENERGETICA DO RIO GRANDE DO NORTE (COSERN). Disponível em: <http://servicos.cosern.com.br/residencial-rural/Pages/Baixa%20Tens%C3%A3o/tarifas-grupo-b.aspx>. Acesso em: 02 jun. 2019.

DIAS, Icaro Yuri Pereira et al. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil com o uso de séries temporais**. *Revista InterScientia*, v. 5, n. 2, p. 92-105, 2017.

DOS SANTOS FONSECA, Thales Daniel; JUNIOR, Leopoldo Uberto Ribeiro. **Avaliação da viabilidade de implantação técnica e econômica de uma usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil em Itajubá/MG**. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 7, n. 1, 2018.

FERNANDEZ, José Luiz Borja. **Resíduos sólidos da construção civil: análise do gerenciamento em obras de reforma, de micro e de pequeno porte**. 2018. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Ambiental, Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2018.

GALESNE, A.; LAMB, R.; FENSTERSEIFER, J. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GULARTE, Luis Carlos Pais et al. Estudo de viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Pato Branco (PR), utilizando a metodologia multi-índice ampliada. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 5, 2017.

Instituto Brasileiro Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/panorama>. Acesso: em 16 mai. 2019.

Instituto Brasileiro Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/historico>. Acesso em: 16 mai. 2019.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA/RN). **TABELA DE PREÇOS**. Disponível em: <http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000191273.PDF>. Acesso em: 02 jun. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil**. Brasília: IPEA, 2012. 42 p. Relatório técnico.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

MANFRINATO, J. W. S.; ESGUÍCERO, F. J.; MARTINS, B.L. **Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável – Estudo de Caso**. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_stp_077_543_10843.pdf>. Acesso em: 01/06/2019.

MARIANO, Bruna Nunes. **Resíduos da construção civil gerados no canteiro de obras do cdhu de pindamonhagaba (sp) em fase de conclusão**. 2015. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá/SP, 2015.

MARQUES, João Gabriel Salles. **Avanços na Gestão de Resíduos de Construção Civil após a Resolução CONAMA nº307/2002**. 2016. 58 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto/MG, 2016.

MAZUR, Joyce. **Resíduos sólidos da construção civil e a logística reversa no canteiro de obras vinculados à saúde e segurança do trabalhador**. 2015. 51 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. 125 f. Manual (Gestão Ambiental Urbana no Brasil) – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2010.

Ministério do Meio Ambiente, versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br/web/guest/plano-nacional-de-residuos-solidos> Acesso em: 7 de mai. 2019.

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

MIRANDA, Leonardo F. R.; ÂNGULO, Sérgio C.; CARELI, Elcio D. **A reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. *Ambiente construído*, v. 9, n. 1, p. 57-71, Porto Alegre, 2009.

NOVAES, Marcos de V.; MOURÃO, Carlos. A. M. D. A. **Gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil**. COOPERCON – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará: Fortaleza, 2008. 84 p.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO RIO GRANDE DO NORTE (SINDUSCON/RN). **ENCARGOS SOCIAIS**. Disponível em: <http://sindusconrn.com.br/?p=texto&id=42>. Acesso em: 02 jun. 2019.

SOBRAL, Ricardo Franklin Cavalcanti. **Viabilidade econômica de usina de reciclagem de resíduos da construção civil: estudo de caso da USIBEN - João Pessoa/PB**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2012.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1997.

STOLZ, C. M. **Viabilidade econômica de usinas de reciclagem de RCD: um estudo de caso para Ijuí/RS**. 2008. 99 f. Monografia de conclusão do curso em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

TIMOFEICZYK JUNIOR, R. **Análise de Investimentos**. Apostila (Especialização em Economia e Meio Ambiente) – Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Rural e Extensão Economia do Meio Ambiente, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

TIMOFEICZYK JUNIOR, R. **Análise econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais – um estudo de caso**. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.