

**UFPA**

**PPGEC**

**Universidade Federal  
do Pará**

---



Rafaela Ribeiro Siqueira

**ANÁLISE PARA IMPLEMENTAÇÃO  
DE USINA PARA RECICLAGEM DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM  
TUCURUÍ-PA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Instituto de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Dissertação orientada pelo Prof. Dr. Alcebíades Negrão Macêdo

Belém – Pará – Brasil

2018

Universidade Federal do Pará  
Instituto de Tecnologia  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



Rafaela Ribeiro Siqueira

**ANÁLISE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE USINA PARA RECICLAGEM DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM TUCURUÍ-PA**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Alcebíades Negrão Macêdo

Belém-PA  
Maio de 2018

Universidade Federal do Pará  
Instituto de Tecnologia  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



Rafaela Ribeiro Siqueira

**ANÁLISE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE USINA PARA RECICLAGEM DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM TUCURUÍ-PA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

**Prof. Dr. Alcebíades Negrão Macêdo**  
Orientador  
Faculdade de Engenharia Civil – UFPA

**Prof. Dr. André Augusto Azevedo Montenegro**  
Examinador Interno  
Faculdade de Engenharia Civil – UFPA

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Andréa Parisi Kern**  
Examinador Externo  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

**Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço**  
Examinador Interno  
Faculdade de Engenharia Civil – UFPA

**Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués**  
Examinador Interno  
Faculdade de Engenharia Civil – UFPA

Belém, 11 de Maio de 2018.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistemas de Biblioteca da UFPA**

---

Siqueira, Rafaela Ribeiro, 1991-  
Análise para implementação de usina para reciclagem  
de resíduos da construção civil em Tucuruí-PA/ Rafaela  
Ribeiro Siqueira.- 2018.

Orientador: Alcebiades Negrão Macêdo

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do  
Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil, Belém, 2018.

1. Logística empresarial 2. Materiais de  
construção- Reaproveitamento- Aspectos econômicos 3.  
Resíduos sólidos-Administração de material I. Título

CDD 23.ed. 658.78

---

Elaborado por Kelren Cecilia dos Santos Lima da Mota CRB/2 1461



## ANÁLISE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE USINA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM TUCURUÍ-PA

AUTORA:

**RAFAELA RIBEIRO SIQUEIRA**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRA EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

APROVADO EM: 25 / 05 / 2018.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alcebiades Negrão Macêdo  
Orientador (UFPA)

Profa. Dra. Andrea Parisi Kern  
Membro Externo (Unisinos)

Prof. Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte  
Membro Externo (UFPA)

Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués  
Membro Externo (UFPA)

Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço  
Membro Interno (UFPA)

Visto:

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira  
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

In memoriam: de minha avó Dulce Gaia, um importante alicerce da família que muito ensinou a todos os seus filhos e netos. Dela eu tiro o exemplo de coragem e determinação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por estar ao meu lado e me guiando no caminho certo. A minha mãe Filomena Gaia Ribeiro e ao meu pai João Soares Siqueira pela dedicação e por não medirem esforços para que eu chegasse nesse momento tão importante em minha vida. Pela minha família que me acolheu em Belém, em especial a minha tia Durva, agradeço pelo carinho e apoio. Ao meu primo Vítor, pela crucial ajuda para a conclusão deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos. Aos demais familiares, pelo carinho, apoio, conselhos, em especial ao meu irmão Luan Siqueira. Agradeço também ao Jackson Cunha, por me acompanhar nessa trajetória. A Risonete e Izabel que me ajudou na minha permanência em Belém, sou muito grata. Ao meu amigo Vinicius Farias, que teve uma grande participação no início desta jornada como mestranda. Aos professores pelos ensinamentos repassados, em especial ao meu orientador e professor Doutor Alcebíades Negrão Macêdo pelo aceite de orientar-me. E a todos os amigos responsáveis, direta ou indiretamente, pela minha vida, pela minha educação, pela minha formação, pelo meu conhecimento e por esta conquista.

*Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.*

*Mahatma Gandhi*

## RESUMO

Os Resíduos da Construção Civil (RCC), como são conhecidos, são os gerados nas construções, reformas, reparos, escavação de terrenos para obras civis e demolições. Neste contexto, o trabalho foi realizado no município de Tucuruí no Estado do Pará, com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica para implantação de uma Usina de Reciclagem de RCC. Foram realizadas pesquisas para diagnosticar a forma de gerenciamento dos RCC pelo poder público da cidade e constatou-se que a gestão não se dá de forma eficiente. Deste modo, também por intermédio do levantamento das informações foi possível estimar a geração de RCC em Tucuruí, a geração diária é em torno de  $1.566,33 m^3$ . Deste modo, para a realização da análise de viabilidade econômica determinou-se a receita bruta anual, onde foram levantados os custos de implantação do projeto e de operação e a partir dos valores líquidos calculados, gerou-se o fluxo de caixa da Usina de Reciclagem e calculou-se o método de análise de investimento utilizando o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) Payback (PB) e o Índice de Lucratividade (IL) para o horizonte de tempo de 20 anos, não considerando a inflação. Para definir a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), adotou-se uma taxa de 12%, pois é próxima do valor da taxa SELIC para o ano 2017, 12,25%. Os resultados encontrados mostram que há viabilidade econômico-financeira na implantação deste investimento, dessa forma, o VPL R\$ 1.148.946,06 positivo, a TIR 14%, o PB se concretizará em 4,2 anos e o IL 1,71, demonstrando a viabilidade econômica do projeto. Também foi realizada a estimativa de três cenários diferentes, sendo eles, aumento da receita bruta em 5% a.a, aumento das despesas em 5% a.a e aumento da TMA em 15%, concluindo assim resultados atrativos para o investimento.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil. Usina de Reciclagem. Viabilidade Econômica.

## **ABSTRACT**

Civil Construction Waste (RCC), as they are known, is generated in construction, remodeling, repairs, excavation of land for civil works and demolitions. In this context, the work was carried out in the municipality of Tucuruí in the State of Pará, with the objective of evaluating the economic feasibility of implementing a RCC Recycling Plant. Research was carried out to diagnose the management of RCCs by the public authority of the city and it was verified that management does not take place efficiently. Thus, through the collection of information, it was possible to estimate the generation of RCC in Tucuruí, the daily generation is around 1.566,33 m<sup>3</sup>. Thus, to carry out the economic feasibility analysis, the annual gross revenue was determined, where the costs of implementation of the project and operation were calculated, and from the calculated net values, the cash flow from the Recycling Plant and the investment analysis method was calculated using the Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) Payback (PB) and the Profitability Index (IL) for the time horizon of 20 years, not considering the inflation. In order to define the Minimum Attractiveness Rate (TMA), a rate of 12% was adopted, since it is close to the SELIC rate for the year 2017, 12.25%. The results show that there is economic and financial feasibility in the implementation of this investment, thus, NPV R \$ 1,148,946.06 positive, IRR 14%, PB will be completed in 4.2 years and IL 1.71, demonstrating the economic viability of the project. The estimation of three different scenarios was also done, with 5% increase in gross revenue, 5% increase in expenses and increase in TMA by 15%, thus concluding attractive results for the investment.

Keywords: Civil Construction Waste. Recycling Plant. Economic viability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxo reverso .....	35
Figura 2- Processo de descarte RCC.....	37
Figura 3 - Fluxo logístico reverso na construção civil.....	39
Figura 4 - Concentração de usinas por Estado Brasileiro .....	40
Figura 5- Percentual das usinas públicas e privadas .....	41
Figura 6 - Usina Móvel .....	42
Figura 7- Usina Fixa .....	43
Figura 8 - Alimentador.....	44
Figura 9- Britador .....	45
Figura 10 - Máquina de impacto.....	46
Figura 11- Peneira.....	47
Figura 12 - Transportador de correias.....	48
Figura 13 - Fluxograma do processo de reciclagem de RCC.....	50
Figura 14- Fluxo de Caixa .....	55
Figura 15- Fluxograma do processo de pesquisa .....	63
Figura 16 – Localização do terreno para instalação da usina de reciclagem .....	64
Figura 17- Descarte de resíduos de construção civil estrada do Aeroporto.....	71

## LISTA DE TABELA

Tabela 1- Investimento Inicial.....	72
Tabela 2- Principais custos de operação .....	74
Tabela 3- Preço do agregado natural em Tucuruí-PA.....	75
Tabela 4 - Receita Bruta Anual .....	76
Tabela 5- Receita Líquida anual.....	77
Tabela 6- Valor Presente Líquido.....	78
Tabela 7- <i>Payback</i> acumulado .....	80
Tabela 8- Comparativos dos indicadores .....	81
Tabela 9- Aumento da receita bruta anual .....	82
Tabela 10 - Indicadores financeiros com aumento da receita .....	83
Tabela 11- Aumento das despesas.....	84
Tabela 12- Indicadores financeiros aumento das despesas .....	84
Tabela 13 - Indicadores financeiros aumento da TMA.....	85

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Objetivos e ações - Resíduo de Construção Civil (RCC) .....	31
Quadro 2 - Material reciclado, composição e benefícios .....	51

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IL	Índice de Lucratividade
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PB	<i>Payback</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMMA	Secretária Municipal do Meio Ambiente
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia
VPL	Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	18
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	20
1.2 JUSTIFICATIVA	20
1.3 OBJETIVOS	21
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b>	21
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b>	21
1.4 DELIMITAÇÕES	22
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	22
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	24
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL	24
<b>2.1.1 Resíduos da Construção Civil - RCC</b>	25
<b>2.1.2 Resíduos da construção civil e seus impactos</b>	27
2.2 REQUISITOS LEGAIS – NORMAS E LEGISLAÇÕES	29
<b>2.2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS</b>	29
<b>2.2.2 Legislação Estadual</b>	30
2.2.2.1 Legislação Municipal	31
<b>2.2.3 Normas técnicas</b>	32
2.3 LOGÍSTICA REVERSA	33
<b>2.3.1 Logística reversa na construção civil</b>	36
2.4. USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	39
<b>2.4.1 Tipos de plantas</b>	42
2.4.1.1 Equipamentos da usina de reciclagem	44
2.4.1.2 Processo produtivo de reciclagem dos resíduos da construção civil	49
2.5 MÉTODOS PARA ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS	52

<b>2.5.1 Custos e benefícios do projeto</b>	52
2.5.1.1 Custos de investimentos e implantação	53
2.5.1.2 Custos de operacionalização	53
<b>2.5.2 Análise de viabilidade econômica</b>	53
<b>2.6. INDICADORES FINANCEIROS</b>	55
<b>2.6.1 Valor Presente Líquido - VPL</b>	56
<b>2.6.2 Taxa Interna de Retorno - TIR</b>	57
<b>2.6.3 Tempo do Retorno do Investimento - <i>Payback</i></b>	59
<b>2.6.4 Índice de Lucratividade - IL</b>	60
<b>3 METODOLOGIA</b>	62
3.1 ESTRATÉGIA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	62
3.2 ETAPAS DE PESQUISA	63
<b>3.2.1 Levantamentos dos resíduos gerados da construção civil</b>	63
<b>3.2.2 Escolha do espaço físico</b>	64
<b>3.2.3 Análise do investimento inicial</b>	65
<b>3.2.4 Custo operacional</b>	65
<b>3.2.5 Análise econômica</b>	66
3.2.5.1 Simulação de cenários	67
<b>3.2.6 Resultado final</b>	67
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	68
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	68
4.2 LEVANTAMENTO DA GESTÃO DOS RCC EM TUCURUÍ	70
4.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC	72
<b>4.2.1 Custo de investimento</b>	72
<b>4.2.2 Custo de operação</b>	74
<b>4.2.3 Receita bruta anual</b>	75

<b>4.2.4 Receita líquida anual</b>	77
4.3 INDICADORES FINANCEIROS DO EMPREENDIMENTO	78
4.4 SIMULAÇÕES DE CENÁRIOS	82
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	86
5.1 PROPOSTA DE TRABALHO FUTURO	86
<b>REFERÊNCIAS</b>	86
<b>APÊNDICE</b>	97

## CAPÍTULO I

---

### 1 INTRODUÇÃO

No cenário de uma economia altamente competitiva e globalizada, tem se observado um aumento populacional e a expansão das cidades refletindo no desenvolvimento do setor da construção civil. Neste contexto, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil – CBIC (2016), realça que a indústria da construção civil é um dos setores mais importantes para a economia do Brasil.

Dessa forma, o desenvolvimento e a capacidade de produção do país estão relacionados diretamente com o crescimento do setor da construção civil, segundo Sistema Firjan (2014) nos últimos 10 anos o segmento passou por um período de expansão no Brasil, com o crescimento do Produto Interno Bruto – PIB do setor ultrapassando o do país.

Mesmo nos dias atuais, considerando uma fase recessiva do setor, as perspectivas futuras são promissoras, conforme Sebrae (2016) as previsões para 2018 são bastante otimistas na indústria da construção civil, pois com a retomada do crescimento da economia do Brasil e o aumento da confiança no mercado, o setor também segue se recuperando, retomando assim o seu destaque econômico no país.

Contudo, a indústria da construção civil, como qualquer outra, é geradora de grande quantidade de resíduos sólidos. Esses resíduos, conforme a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais- ABRELPE (2016) é denominada para este setor de Resíduos da Construção Civil (RCC).

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) são os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010). Com efeito, os RCC no Brasil, de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2012), têm uma representatividade de 50% a 70% da massa dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Decorrente deste grande volume gerado nem todo este resíduo recebe uma disposição adequada para o tipo de material, causando assim, problemas de âmbito

ambiental, afetando a saúde pública e também a ordem estética do local (IPEA, 2012).

Neste sentido, com a necessidade de gerenciamento e uma disposição adequada para estes resíduos, o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2002), por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) definiu a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, para estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos adequados para os RCC's.

A finalidade do CONAMA 307/2002, segundo IPEA (2012) é propor que toda empresa de construção civil deve se responsabilizar pela não geração destes resíduos, todavia caso ocorra esta geração, a empresa precisa encontrar formas de incentivar a redução, reutilização, reciclagem e a disposição final dos resíduos.

O CONAMA 307/2002 também estipula que os municípios, para que ocorra a gestão de resíduos da construção civil, elaborem o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. A legislação em vigor determina a responsabilidade do gerador pelo gerenciamento desses resíduos. Ao poder público municipal, cabe disciplinar a gestão dos RCC através de instrumentos específicos, tanto para os pequenos quanto para os grandes geradores (BRASIL, 2010).

Com isso, Baptista Júnior e Romanel (2013) enfatizam que o poder público municipal deve exercer um papel decisivo para disciplinar o processamento dos resíduos, utilizando instrumentos para regular, fiscalizar e criar condições de um tratamento correto, estimulando uma logística reversa, especialmente destinada para resíduos da construção civil.

Portanto, na construção civil a logística reversa vem atender a necessidade do equilíbrio da eficiência operacional e à preservação do meio ambiente. Em 2010 foi sancionada no Brasil a Lei no 12.305, regulamentada pelo decreto 7.404/10, que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, a qual estabelece normas para a gestão de resíduos sólidos, incluindo as disposições gerais, instrumentos e formas de implantação da logística reversa nas empresas (BRASIL, 2010).

Sobre esse ponto de vista, no Brasil a logística reversa é considerada o eixo central da PNRS, Guarnieri (2011) realça que a principal finalidade é viabilizar a coleta e a devolução dos resíduos aos seus geradores, para que sejam reaproveitados em novos produtos, deste modo, permiti-se que o resíduo gerado possa ter a inserção novamente no ciclo produtivo.

Nesta percepção, mesmo com as legislações vigentes, muitas cidades brasileiras não apresentam qualquer tipo de gestão voltada para os resíduos sólidos urbanos, e muito menos para os de construção civil, o que vai de encontro com a sustentabilidade das construções. É o caso do município de Tucuruí localizado no Estado do Pará.

O município de Tucuruí, e conhecido por abrigar a maior usina hidroelétrica 100% brasileira (ELETRONORTE, 2010). E Tucuruí, é uma cidade em constante crescimento, o que torna-se uma preocupação para administração pública da cidade. Sabe-se que Tucuruí ainda não dispõe de um mecanismo de gestão eficiente dos Resíduos de Construção Civil (RCC).

Em virtude disso, o presente trabalho teve a finalidade de apresentar a análise da viabilidade econômica da implantação de uma Usina de Reciclagem de RCC no município de Tucuruí-PA, como uma possível alternativa para prevenir e minimizar os impactos causados com a disposição inadequada deste tipo de resíduos.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Para o andamento do estudo a princípio foi definido o seguinte problema de pesquisa: Há viabilidade para a implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Tucuruí-PA?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

As mudanças nos últimos anos devido o acelerado processo de urbanização das cidades por consequências do crescimento populacional tem colaborado para a degradação intensa do meio ambiente. Esse fato, tem como resultado, conforme o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-IPEA (2012) o intenso consumo de recursos naturais por empreendimentos da construção que causam impactos ambientais com a grande quantidade de resíduos gerados.

Essa elevada geração de resíduos é resultante de construções, demolições e reformas, assim esse cenário é confirmado pela Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), destaca que

aproximadamente 66% do volume dos resíduos sólidos urbanos são compostos pelos Resíduos da Construção Civil.

E sua disposição irregular dos RCC pode gerar vários problemas para as cidades brasileiras. Além disso, a sua gestão inadequada representa um grande desperdício econômico, visto que estes não só constituem a maior fração em massa dos resíduos gerados nas cidades, como em muitos casos são compostos em grande parte por material passível de reciclagem ou reaproveitamento (SÃO PAULO, 2012).

Destarte, a disposição dos RCC representa uma das principais dificuldades de gerenciamento inadequado de resíduos do município de Tucuruí. Haja vista, que Tucuruí é uma cidade em constante crescimento e, logo, faz-se necessário que o poder público tenha uma gestão apropriada desses resíduos gerados no município.

É de conhecimento então, que o município de Tucuruí não está em situação satisfatória quanto ao gerenciamento dos RCC, pois a cidade até o presente momento não conta com nenhum programa efetivo para a destinação dos resíduos sólidos da construção civil. Configura-se assim, um problema ambiental e social vivenciado atualmente pelo município.

Assim sendo, este trabalho justifica-se pela necessidade do município de Tucuruí adotar medidas efetivas que resultem no correto gerenciamento dos RCC com a mediação das legislações vigente e, por consequência na minimização dos impactos ambientais e sociais.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

A análise de viabilidade econômica para implantação de uma usina de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil (RCC) no município de Tucuruí-PA.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Mostrar à atual situação do município quanto ao gerenciamento dos resíduos da construção civil;

- Identificar quantitativamente a geração de resíduos de construção civil no município;
- Avaliar a viabilidade econômica do projeto proposto.

#### 1.4 DELIMITAÇÕES

As usinas de reciclagem de RCC estão entre os destinos ambientalmente adequados para receber os resíduos da construção civil (ABRECON, 2015). Todavia, mesmo com essa alternativa sustentável, identificou-se através do estudo que ainda no Brasil há poucas usinas instaladas e em funcionamento, destacando assim a região Norte.

Com isso, teve-se a inicial dificuldade no tema proposto, pois na literatura não referenciava a região Norte, e sendo assim não teve a possibilidade de ter um diagnóstico de outros estudos já realizados.

O estudo encontra outras delimitações também: Para realizar o estudo de caso, a análise da viabilidade econômica do projeto considerou-se as especificidades do município em questão, tais como, número de habitantes, população e taxa de crescimento e; Dificuldades da coleta de informações nos órgãos públicos do município de Tucuruí, isso deve a grande rotatividade do quadro de funcionários nos setores.

#### 1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em cinco capítulos, que tratam dos assuntos abaixo especificados:

Capítulo I - apresenta informações relevantes para o entendimento do trabalho. São apresentadas a introdução, problema de pesquisa, justificativa, os objetivos, delimitações do estudo e a estrutura do trabalho.

Capítulo II - apresenta o referencial teórico, onde aborda alguns dos estudos sobre o setor da construção civil, resíduos da construção civil, logística reversa. E, além disso, são apresentados nesse referencial o tema referente à análise de viabilidade econômica para a proposta do projeto de implantação de uma usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil.

Capítulo III – metodologia da pesquisa, apresenta como a pesquisa foi realizada, compreende nesse capítulo, a classificação da pesquisa e as etapas.

Capítulo IV- apresenta o estudo de caso propriamente dito, com os resultados e discussões da análise de viabilidade econômica da usina de reciclagem de RCC no município de Tucuruí.

Capítulo V- Considerações finais a partir das análises realizadas no capítulo anterior e proposta de trabalhos futuros.

## CAPÍTULO II

---

### 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os principais conceitos teóricos necessários ao desenvolvimento do presente trabalho, tais como, Construção Civil, Resíduos da Construção Civil, Logística Reversa na Construção Civil, Usina de Reciclagem e Análise de Viabilidade Econômica.

#### 2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil, segundo Mattos (2010) é uma atividade que envolve uma grande quantidade de variáveis, sendo desenvolvido em um espaço particularmente dinâmico e receptivo a mudanças, o que torna o gerenciamento de produção de uma obra um trabalho complexo.

Deste modo, a construção civil é caracterizada pelo setor que mais sofre transformações no decorrer do tempo, isso se deve as mudanças de tendências e de tecnologia, logo várias atividades pertencentes ao setor vem evoluído com as técnicas, conceitos, práticas, qualidade e entre outros.

Portanto, o ramo da construção civil ajusta-se conforme a necessidade atual do mercado, na perspectivas de Oliveira e Oliveira (2012) “a construção civil no país infere no desenvolvimento econômico e na geração de emprego, logo, é uma atividade que se encontra relacionada a diversos fatores do setor que contribui para o desenvolvimento de um país”.

Sebrae (2016) destaca que a indústria da construção civil é um dos setores mais representativos do país, pois a atividade do setor movimenta diferentes áreas e exerce influência direta e indireta no resultado econômico do Brasil. Deste modo, o desenvolvimento nacional e a capacidade produtiva estão diretamente relacionados ao desempenho do setor da construção civil.

Neste sentido, a cadeia de construção passou por uma fase de forte expansão principalmente até o ano de 2012. Esse resultado foi influenciado por financiamentos com taxas de juros atrativas que impulsionaram o mercado

imobiliário e aos programas Minha Casa, Minha Vida e de Aceleração do Crescimento (PAC), significativos para obras de infraestruturas (SEBRAE, 2016). Entretanto, atualmente no Brasil o mercado de construção civil vive um período complicado na economia, pois observou-se uma queda nas atividades do setor.

Segundo a Confederação Nacional da Indústria – CNI (2016) o nível de atividade da indústria da construção civil encontra-se abaixo do usual para o período desde maio de 2012, esse episódio se acentuou em 2015, atingindo a mínima do indicador em fevereiro de 2016.

Em meio às incertezas do atual cenário, o Sebrae (2016) realça que mudanças importantes e significativas estão ocorrendo no mercado da construção civil, algumas delas estão sendo formadas há algum tempo e continuarão em alta nos próximos anos, tais como, construção sustentável, construção enxuta, novas tecnologias e assim sucessivamente.

Por isso, mesmo com o período da crise do segmento da construção civil, o setor ainda é considerado um dos mais importantes da economia. Assim, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2016) afirma que no Brasil o setor representa 6,4% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e sua cadeia produtiva 8,5% da construção.

Ainda que o setor da construção seja reconhecido como uma das áreas principais para o desenvolvimento econômico de um país, suas atividades são conseqüentemente uma grande causadora de impactos ambientais, Cachim, Velosa e Ferraz (2014) ressaltam que a indústria da construção civil, além de ser uma importante consumidora de recursos naturais, a mesma é conhecida por gerar uma grande quantidade de volume de resíduos de construção civil.

### **2.1.1 Resíduos da Construção Civil - RCC**

Hoje, a Indústria da Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas por outro lado, comporta-se ainda como grande geradora de impactos ambientais (SANTOS *et al.*, 2012).

Neste sentido, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA criou a Resolução nº307, publicada em 2002, que estabelece diretrizes, critérios e

procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil no Brasil. O CONAMA, do Ministério do Meio Ambiente, é o órgão que regulamenta toda a gestão de resíduos no Brasil em parcerias com órgãos estaduais e municipais.

De acordo com esta Resolução os resíduos de construção civil são:

Resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (CONAMA, 2002).

Deste modo, os resíduos da construção civil são classificados da seguinte maneira:

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, meios-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 outros;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

A diminuição da geração de resíduos deve ser o principal objetivo dos geradores, em caráter secundário, igualmente a destinação dos resíduos da construção civil também é prevista nesta resolução (CONAMA, 2002) e é definida de acordo com a mesma divisão de classes dos resíduos:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Esta resolução atribui responsabilidades tanto para o poder público quanto para a iniciativa privada. As empresas privadas de construção, que são grandes geradoras do resíduo Classe A, necessitam desenvolver projetos de gerenciamento específicos, por exemplo, triagem em canteiros de obras, incluindo o uso de transportadores cadastrados e área licenciadas para manejo e reciclagem. O poder público deve oferecer uma rede de coleta e destinação ambientalmente correta para os pequenos geradores, responsáveis por reformas e autoconstruções e incapazes de implementar a autogestão (ÂNGULO *et al.*, 2011).

### **2.1.2 Resíduos da construção civil e seus impactos**

O impacto ambiental pode ser definido como sendo qualquer alteração no meio ambiente ou em qualquer dos componentes, causadas por uma atividade ou ação, normalmente produzida pelo homem (SOBRAL, 2012). Essas alterações podem apresentar diferentes aspectos, positivas ou negativas, grandes ou pequenas e entre outros. E tratando-se da indústria da construção civil, a mesma contribui para uma parcela elevada no processo de agressão ao meio ambiente.

Tessaro, Sá e Scremin (2012) descrevem a construção civil como uma atividade que causa grandes impactos ambientais, pois utiliza-se muitas quantidades de recursos naturais que modificam o meio ambiente e geram números expressivos de resíduos. Por meio deste fato, vem aumentando a preocupação quanto à disposição final dos resíduos.

De certo, a construção civil é um setor que tende a gerar uma quantidade maior de resíduos em seus canteiros de obras, Sabado e Farias Filho (2011) ressaltam que a extração de minerais e outras atividades ficaram conhecidas como sendo geradoras de danos ambientais e, em negativos no que diz respeito ao meio ambiente.

Brasileiro e Matos (2015) decorrem que os problemas ambientais resultantes da disposição dos resíduos da construção civil são motivos de preocupação por causa dos impactos que os locais de disposição ilegais têm sobre as cidades e seu ambiente, além de aumentar, rapidamente, as áreas de aterro sanitário público em municípios em que o mesmo não possui nenhuma aplicabilidade.

Assim os principais causadores pela geração de RCC são: (i) executores de reformas, ampliações e demolições – atividades raramente formalizadas com a solicitação de alvarás, mas que, no conjunto, consistem na fonte principal desses resíduos; (ii) construtores de edificações novas, com áreas de construção superiores a 300 metros cúbicos, cujas atividades quase sempre são formalizadas; (iii) construtores de novas residências individuais, tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto as pequenas residências de periferia, quase sempre auto construídas e informais (BRASIL, 2010).

Em síntese, para amenizar os impactos gerados pela indústria da construção civil, devem-se criar ações que buscam o desenvolvimento sustentável para a redução do consumo de matéria-prima, no caso da construção civil. Segundo Sobral (2012), “As usinas de beneficiamento de RCC constituem-se no elemento fundamental e indispensável para o fechamento do ciclo produtivo, gerando novos produtos, que tem uso economicamente interessante à própria indústria da construção, provocando, com sua utilização, não somente uma redução no custo total da obra, mas, sobretudo na redução a agressão ambiental”.

## 2.2 REQUISITOS LEGAIS – NORMAS E LEGISLAÇÕES

Trata-se de um conjunto de políticas públicas e normas técnicas que tem como foco principal a gestão dos resíduos sólidos da construção civil.

### 2.2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu art. 30, XVI, define resíduos sólidos como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade ( FILHO *et al.*, 2016).

O Ministério do Meio Ambiente – MMA (2010) ressalta que a PNRS prevê o cuidado e a redução na geração de resíduos, tendo como finalidade a prática de usos sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (que não pode ser reciclado ou reutilizado).

Para tanto, a minimização da problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos é definida na PNRS conforme Brasileiro e Matos (2015) a responsabilidade compartilhada. A obrigação pelos resíduos segundo a PNRS, Lei 12305/2010, cita no artigo 3º, inciso XVII:

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei." (PNRS, 2010).

Desta forma, Brasileiro e Matos (2015) realçam que o produto produzido tem um vínculo com o fabricante até o final da cadeia produtiva, com tudo, todos os integrantes da cadeia deste produto tem uma parcela de participação para a destinação final.

As principais diretrizes da PNRS (2010) são:

- i. Eliminação de áreas irregulares de disposição final de RCC em todo o território nacional;
- ii. Implantação de áreas de transbordo e triagem, de reciclagem e de reservação adequada de RCC em todo o território nacional;
- iii. Realização de inventário de resíduos de construção civil;
- iv. Incremento das atividades de reutilização e reciclagem do RCC nos empreendimentos públicos e privados em todo o território nacional;
- v. Fomento a medidas de redução da geração de rejeitos e resíduos de construção civil em empreendimentos em todo o território nacional.

### **2.2.2 Legislação Estadual**

A legislação sobre a questão ambiental da gestão dos resíduos sólidos do Estado do Pará é conforme a lei 7.731, de 20 de Setembro de 2013, onde dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico e outras providências (Abastecimento de Água Esgotamento Sanitário Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas).

Na lei, em seu Art. 2, considera-se saneamento básico: conjunto de serviços, infraestrutura e instalações de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de limpeza e manejo de resíduos sólidos e de drenagem, e manejo das águas pluviais urbana. Assim, no Art. 2, estão especificados pontos concernentes no âmbito de limpeza e manejo do resíduo sólido proposto na lei citado a baixo:

Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações integradas e necessárias ao sistema que atende à população de área específica com coleta, transporte, transbordo, triagem para fins de reuso ou reciclagem, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição, capina e poda de árvores e limpeza de logradouros e vias públicas (PARÁ, 2013).

Por certo, as atividades relacionadas aos resíduos sólidos têm por orientação a Legislação Estadual de Saneamento Básico. E por meio dessa legislação, para uma melhor atuação, tem-se um plano de gestão integrado de resíduos sólidos que tem por metodologia o levantamento de dados primários e secundários, com o auxílio de diversas instituições, a nível Federal, Estadual e Municipal.

### 2.2.2.1 Legislação Municipal

O Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos da cidade de Tucuruí-PA, foi desenvolvido em conformidade com a Lei Federal 12.305/10, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, bem como a Lei Municipal N° 7.137/06, que dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente. O Plano Municipal de Tucuruí-PA, contém ações para emergências e contingências, com proposições relacionadas à maneira de como dará a gestão dos resíduos sólidos (SEMMA, 2014).

Neste sentido, o plano apresenta o diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos no município de Tucuruí-PA, que a partir disso é formulado o prognóstico que define as diretrizes e estratégias e soluções para a problemática de curto, médio e longo prazo, conforme o Quadro 1 a seguir.

#### Quadro 1- Objetivos e ações- Resíduo de Construção Civil (RCC)

<b>Referência Atual:</b> destinação inadequada de RCC – Passivos Ambientais			
<b>OBJETIVOS:</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>● Possibilitar a gestão dos resíduos da construção civil (RCC) conforme as diretrizes estabelecidas pela legislação pertinente;</li><li>● Buscar a melhoria contínua, em razão das técnicas e tecnologias inovadoras na gestão dos resíduos de construção e demolição.</li></ul>			
<b>Metas</b>	<b>Curto Prazo (1 a 4 anos)</b>	<b>Médio Prazo (4 a 8 anos)</b>	<b>Longo Prazo (8 a 20 anos)</b>
	-Fiscalizar o descarte irregular de RCC; -Elaborar projeto para reaproveitamento de RCC (Usina de Reciclagem); - Realizar coleta e dar destinação adequada a 100% dos RCC de pequenos e grandes geradores; -Promover o reaproveitamento de 50% dos RCC; -Promover a educação ambiental para realizar a triagem do material, a fim de facilitar a coleta e reutilização.	-Aprimorar e intensificar a fiscalização sobre o descarte inadequado de RCC; -Desenvolver e subsidiar o projeto de reaproveitamento de RCC (operacionalização da Usina de Reciclagem); -Realizar coleta e dar destinação adequada, a 100% dos RCC de pequenos e grandes geradores; -Promover o reaproveitamento de 100% dos RCC. -Cobrar do gerador, a triagem do material, a fim de facilitar a coleta e reutilização.	- Manter o controle e fiscalização sobre os gerados de RCC; -Supervisionar e avaliar a eficiência das metodologias aplicadas no processo de reaproveitamento de RCC; -Realizar coleta e dar destinação adequada, a 100% dos RCC de pequenos e grandes geradores.

<b>Ações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientar as empresas que operam com RCC, no que tange aos “Manifestos de Transporte de Resíduos” ou documentos equivalente;</li> <li>• Disciplinar e fiscalizar as operações de transporte e destinação final de RCC, a fim de atender à legislação vigente;</li> <li>• Fazer uso do suporte técnico da SEMMA para atuar na orientação e fiscalização dos setores públicos e privados (segregação de materiais, atendimento ao cronograma de coleta, transporte descarte);</li> <li>• Realizar diagnóstico quantitativo e qualitativo de geração de RCC e promover atualizações sistemáticas no mesmo;</li> <li>• Criar instrumentos legais que estabeleçam critérios para uso de produtos oriundos da reciclagem de RCC em obras e serviços executados ou contratados pela prefeitura de Tucuruí, de modo a incentivar a implantação de plantas de reciclagem no município;</li> <li>• Desenvolver ações de educação ambiental e sanitária, no âmbito municipal;</li> <li>• Exigir no licenciamento das obras, planos de gerenciamento de resíduos sólidos;</li> <li>• Desenvolver programas de divulgação dos serviços de coleta e destinação adequadas de RCC.</li> </ul>
--------------	---

Fonte: Adaptado de SEMMA Tucuruí-PA (2014)

No plano ainda, é destacado que a discussão e definição das metas que deverão ser aplicadas necessitam inteiramente da participação da Secretária de Municipal do Meio Ambiente, Câmara Municipal, Sociedade Civil e outros agentes interessados (SEMMA, 2014).

Portanto, a execução das metas definidas, tem por desígnio de auxiliar o município na gestão apropriada dos resíduos sólidos, resultando assim a ascensão da sustentabilidade financeira e segurança ambiental dos serviços no município.

### **2.2.3 Normas técnicas**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desenvolveu normas técnicas para a gestão adequada dos resíduos sólidos da construção civil, são eles:

a) NBR 10004:2004 – Classifica os resíduos sólidos em:

- Classe I (Perigosos): apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Classe II (Não Perigosos): Estão divididos em Classe II A (Não Inertes) - Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade,

combustibilidade ou solubilidade em água. E Classe II B (Inertes) - São quaisquer resíduos que submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada, à temperatura ambiente não tem nenhum de seus constituintes solubilizados.

- b) NBR 15112:2004 - Relacionada a resíduos da construção civil e resíduos volumosos, estabelecendo diretrizes para o projeto de implantação e operação para áreas de transbordo e triagem.
- c) NBR 15113:2004 - Estabelece requisitos mínimos para projeto, implantação e operação de aterros para RCC, solução esta, adequada a resíduos classe A e de resíduos inertes.
- d) NBR 15114:2004 - Norma que constitui diretrizes para projeto, implantação e operação de centrais de reciclagem de RCC, onde possibilita a transformação dos resíduos da classe A em agregados reciclados destinado á um novo uso na atividade da construção.
- e) NBR 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camada de pavimentação.
- f) NBR 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural.

### 2.3 LOGÍSTICA REVERSA

A palavra Logística, segundo Ghiani, Laporte e Musmanno (2013) vem do grego "logos", que quer dizer "ordem", ou do francês "loger", que quer dizer "alojar". Os primeiros surgimentos da aplicação da Logística ocorreram no meio militar, onde tinha por objetivo de suprir as necessidades de deslocamento das tropas. Por conseguinte, seu uso foi estendido para empresas do setor de manufatura com o propósito de planejar as atividades de aquisição, estoque, movimentação e controle do fluxo.

Sendo assim, a logística tradicional é definida como o planejamento, controle do fluxo e armazenagem dos produtos, assim como a implementação dos processos, informações e serviços associados a esse caminho. Logo, a logística

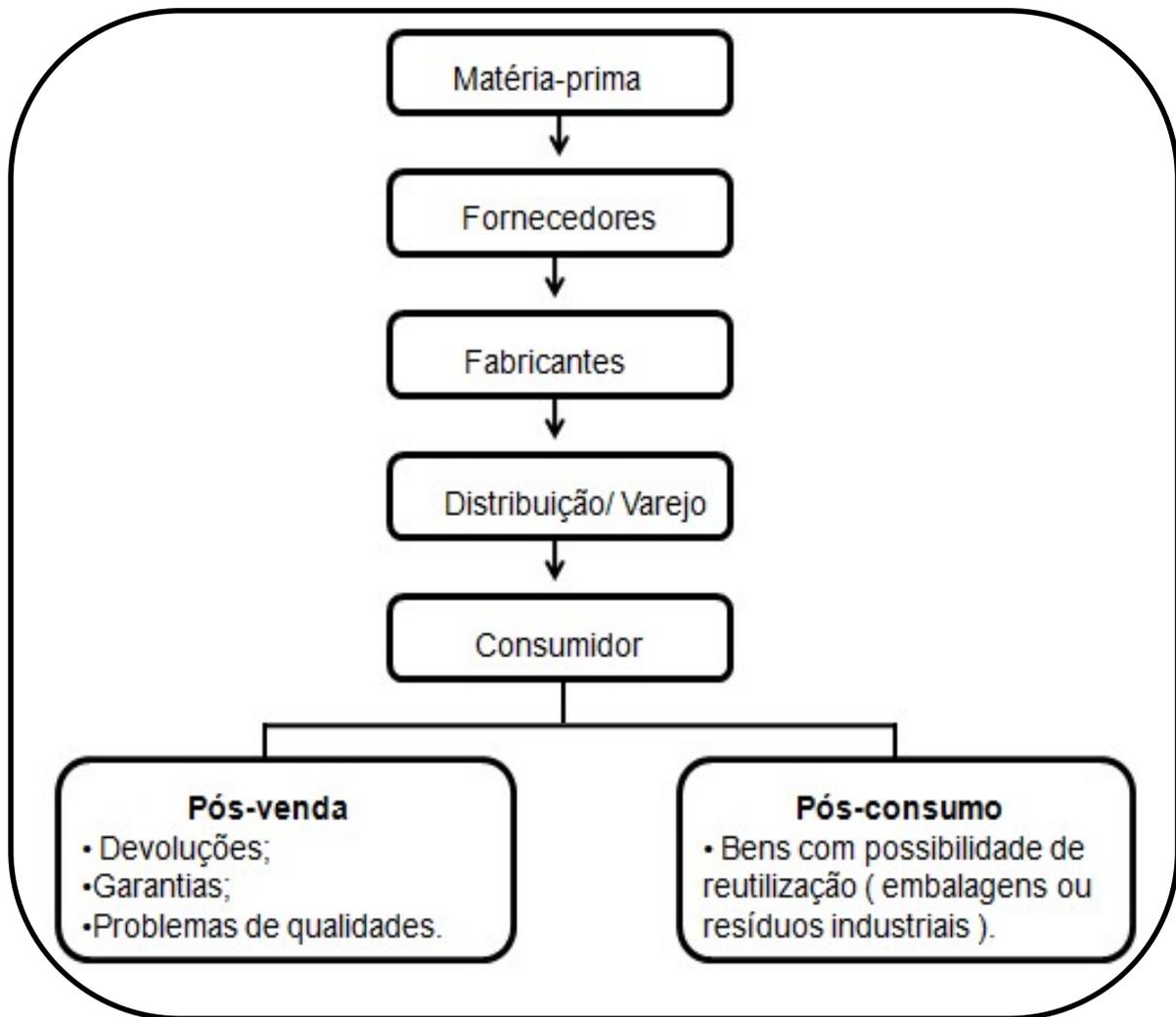
reversa, conforme Leite (2009) é um processo reverso que também envolve todo um controle de fluxo de matérias-primas, produtos e materiais em estoque, produtos acabados, em movimentação e destinação. Esse processo se dá através do planejamento e implantação de métodos de controle e rastreamento de material durante todo seu ciclo de vida e tem por objetivo recapturar o valor ou encaminhar para destino apropriado.

Em resumo, a logística reversa pode ser definida como processo contrário a logística comum, por abordar os mesmos processos que um planejamento convencional, mas no sentido oposto. Deste modo, Costa, Mendonça e Souza (2014) ressaltam que a logística reversa opera no sentido inverso da logística empresarial, garantindo o retorno de produtos em um novo processo ao mercado consumidor.

Para a PNRS (2010) a logística reversa é definida como sendo o instrumento de desenvolvimento econômico social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Guarnieri (2011) destaca que a logística reversa opera em dois segmentos: logística reversa de pós-venda e logística reversa de pós-consumo. A logística reversa de pós-venda trata do planejamento, do controle e da destinação dos bens sem uso ou com pouco uso, que retornam à cadeia de distribuição por diversos motivos, tais como, devoluções por problemas de garantia, excesso de estoques, prazo de validade expirado e entre outros. Já a logística reversa de pós-consumo pode ser definido com a área da logística reversa que trata dos bens no final da vida útil, ou seja, os bens que tem características e condições de reutilização para a sua inserção novamente no mercado consumidor. O processo logístico pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1-** Fluxo reverso



Fonte: Elaborado pela autora (2018)

A logística reversa está se tornando um fator essencial para o progresso através da sua metodologia de sustentabilidade, para tanto a Lei nº 12.305/2010, de acordo com, Guarnieri (2011), Yoshida, (2012) Demajorovic e Migliano (2013) realçam que tem uma característica inovadora, pois a mesma orienta a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida. A lei conduz os processos de produção, através de técnicas de gera menos resíduos, sendo passíveis de reciclagem, reutilização e recuperação.

Neste sentido, Leite (2009) destaca como motivos estratégicos, para a adoção da logística reversa os seguintes aspectos: Razões competitivas; Serviço

diferenciado; Limpeza do canal de distribuição; Proteção de margem de lucro; Recaptura de valor e recuperação de ativos.

Entretanto, a logística reversa ainda encontra-se entaves para sua implementação, devido o custo desse processo ser consideravelmente elevado, portanto, por esse motivo dificulta as estruturas de logística reversa de serem adotadas na cadeia produtiva (IPEA, 2012).

Ainda que o processo seja considerado um investimento alto, tem-se seus benefícios, Kong et al. (2012) realçam que a logística reversa possui papel essencial na preservação do meio ambiente, pois ao implementar programas de Logística Reversa a fim de reduzir a poluição por meio do reuso e da reciclagem resulta em economias significativas de energia e redução na poluição.

Isto posto, para questões sustentáveis a logística reversa possui um importante papel prático e estratégico, Leite (2009) explica que a logística reversa, representa a possibilidade de agregar valores de várias naturezas: econômico, de serviços, ecológico, legal, de imagem corporativa, logístico, dentre outros, todos de grande importância na esfera empresarial.

### **2.3.1 Logística reversa na construção civil**

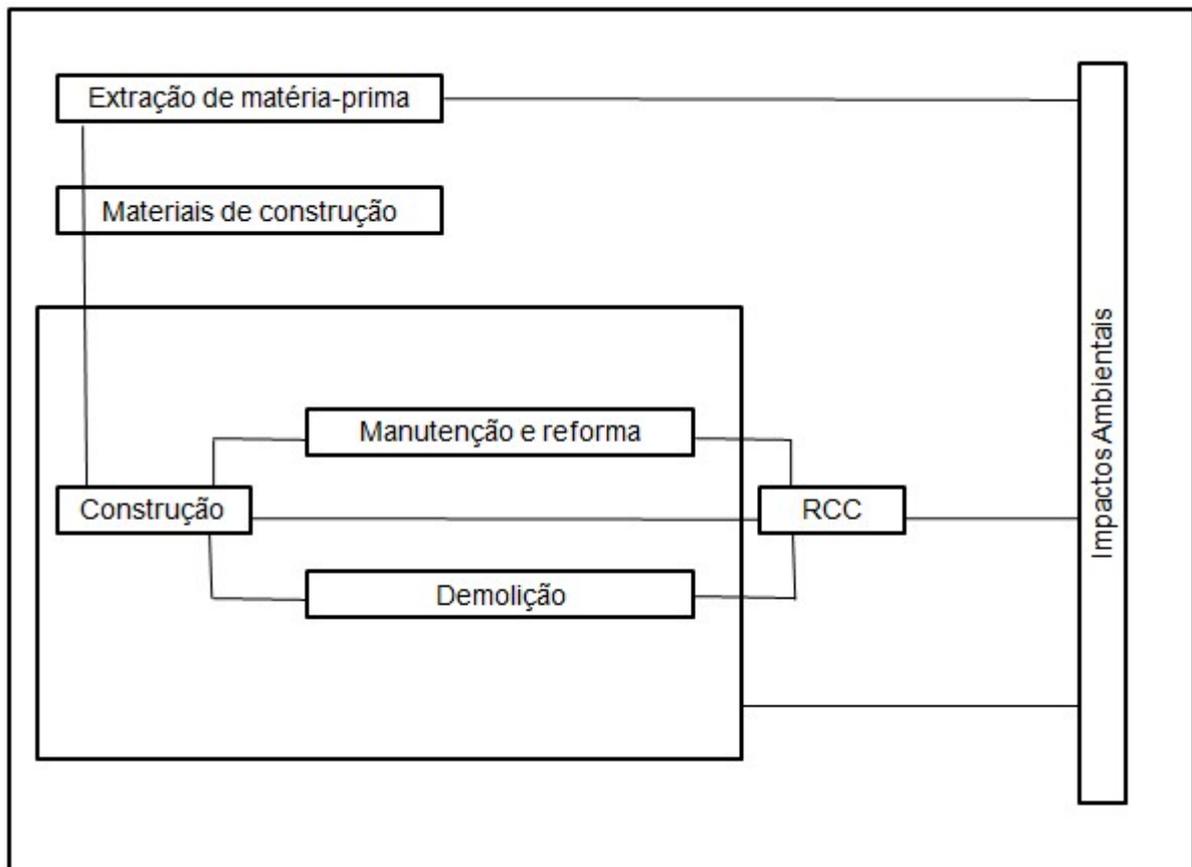
A percepção dos limites de espaço físico e os recursos naturais disponíveis no planeta chamam a atenção para a necessidade de manutenção de tais recursos para garantir a sua existência para as gerações futuras.

Nessas circunstâncias, Soares, Mallman e Retzke (2017) destacam que a indústria da construção civil é uma das atividades que mais contribui para o desenvolvimento econômico do país, contudo, é também considerada uma das principais fontes geradora de danos ambientais, devido ao seu alto consumo de recursos naturais e pelo grande volume de resíduos sólidos produzidos e descartados no meio ambiente de maneira imprópria. Como alternativa de minimização, os processos de logística reversa possibilitam a reinserção de materiais no processo produtivo, por meio da reciclagem e reutilização.

A logística reversa na construção civil é uma alternativa de diminuir os danos ocasionados pela prática da indústria de construção, deste modo, Baptista Júnior e Romanel (2013) dizem que a quantidade de resíduos gerados da construção civil

origina desperdícios e impactos ambientais, por conseguinte esses resíduos gerados, segregados por classes, podem ser novamente incorporados à cadeia produtiva por meio da logística reversa ou se descartados adequadamente, produzindo benefícios sociais, econômicos e ambientais. A Figura 2 representa o processo de descarte dos resíduos da construção civil.

**Figura 2-** Processo de descarte RCC



Fonte: Adaptado Baptista Júnior e Romanel (2013)

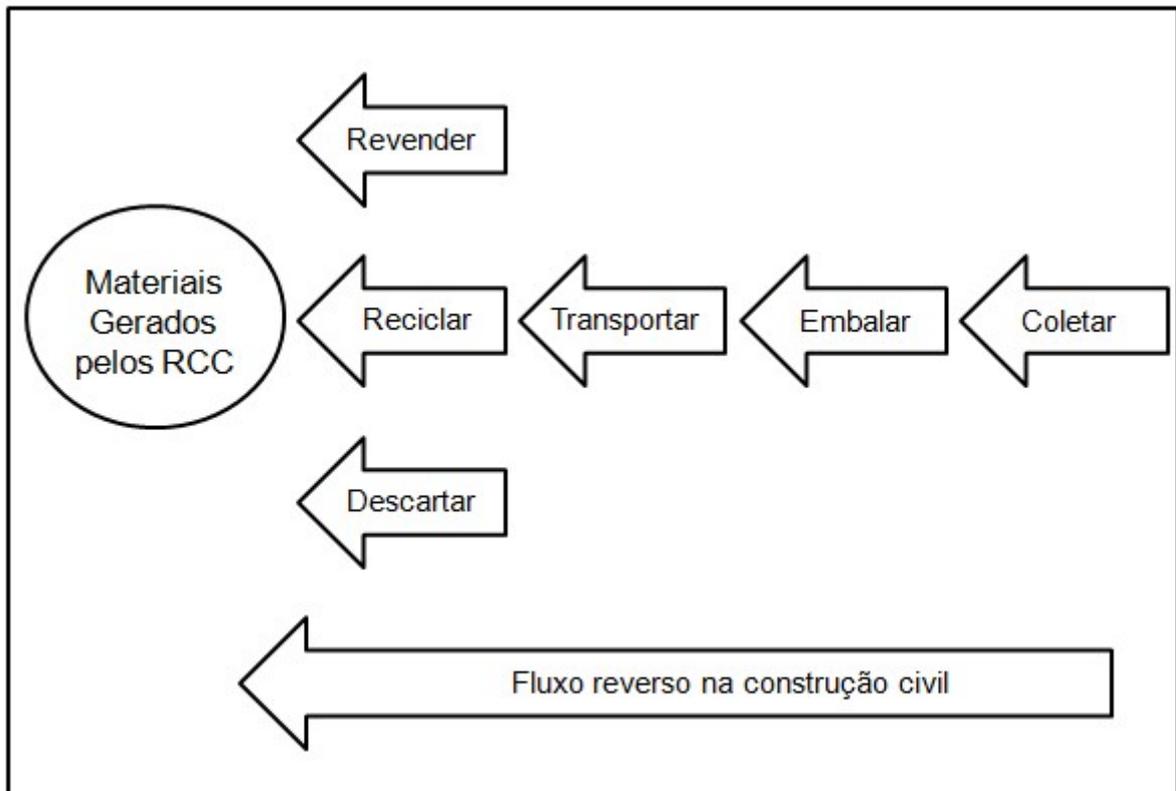
O RCC, na fase de construção é gerado numa edificação por meio de sobras de materiais ou danificado ao longo do processo produtivo e essas perdas podem ocorrer em diferentes fases da obras. Cabral e Moreira (2011) ressaltam que as principais causas dessas perdas são:

- i. Perda por superprodução – produz-se em quantidade superior a necessária para o dia de trabalho;

- ii. Perda por manutenção de estoques – pode induzir a redução dos cuidados com os materiais por saber que existe grande quantidade armazenada;
- iii. Perda durante o transporte – maneira incorreta no deslocamento do material, por exemplo, os blocos cerâmicos quebram por serem carregados em carrinhos de mão não propícios ou o saco de cimento rasga por ser carregado no ombro do trabalhador;
- iv. Perda pela fabricação de produtos defeituosos – quando, por exemplo, a execução do projeto não está em suas conformidades e é necessário o retrabalho;
- v. Perda no processamento – quando, por exemplo, são feitos recortes em placas cerâmicas ou quebras em blocos cerâmicos para adequação com a área construída.

Por certo, os resíduos podem ser oriundos de diversas maneiras, mas por meio da logística reversa, principalmente no setor da construção civil é avaliado como uma oportunidade de desenvolver uma sistematização de fluxos de resíduos e o seu reaproveitamento, dentro ou fora da cadeia de produtiva, podendo assim, contribuir para a amenização do uso de recursos naturais e dos demais impactos ambientais. A seguir a logística reversa na construção civil pode ser vista conforme a Figura 3.

**Figura 3** - Fluxo logístico reverso na construção civil



Fonte: Adaptado de Luchezzi e Terence (2013)

Portanto, a logística reversa na construção civil possibilita que as obras causem menos impacto ambiental, visto que o processo reverso por meio da reciclagem, conforme Sobral (2012) cita que a logística reversa é considerada uma alternativa pra amenizar a quantidade de resíduos descartados nos aterros, e o beneficiamento destes resíduos através de usinas de reciclagem, tornando-se assim, uma ótima oportunidade de redução da exploração dos recursos naturais.

#### 2.4. USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

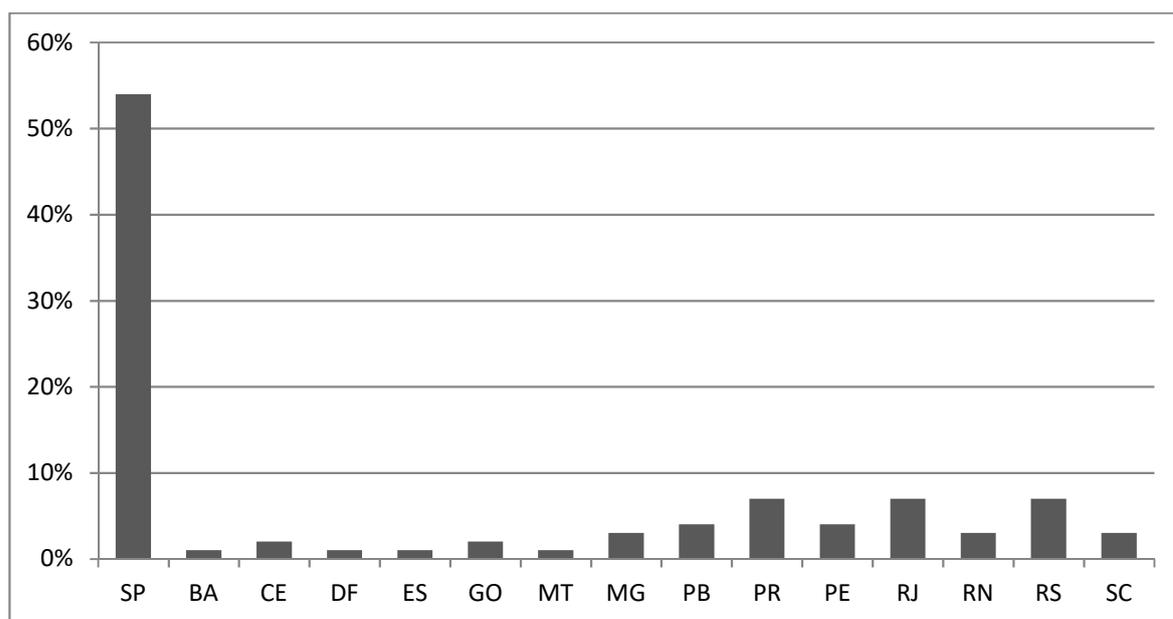
Usina de reciclagem de resíduos da construção civil é normatizada pela ABNT – Associação Brasileira de normas técnicas, juntamente com a Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON que é responsável pelo cumprimento das normas técnicas.

Nesta linha de ação, a principal função de uma usina de reciclagem de RCC conforme, Processadora de Resíduos Sólidos (2014) é o processo de obtenção de agregados (areia, brita, ração e bica corrida) que envolve a seleção destes materiais recicláveis do entulho, posteriormente a trituração em equipamentos apropriados gerando um novo material que será classificado segundo sua composição/granulometria.

Seguindo a linha do tempo, Miranda, Ângulo e Careli (2009) ressaltam que a primeira usina de reciclagem de resíduos da construção civil foi no município de São Paulo no ano de 1991, contudo levou-se aos encerramentos das atividades em pouco tempo, posteriormente, no ano de 1993 em Londrina-PR e 1994 em Belo Horizonte – MG foram implantadas usinas de reciclagem de entulhos da construção civil.

Atualmente o Brasil conta segundo os dados da ABRECON (2015), existem pelo menos 310 usinas sendo 74% fixas, 21% móveis e 5% fixas e móveis. O Estado de São Paulo concentra mais da metade das usinas instaladas, 54% do total, isso se deve a maior concentração da atividade da construção civil o que conseqüentemente tem-se uma maior geração de resíduos. A seguir a Figura 4 demonstra o panorama das usinas instaladas por estados do Brasil.

**Figura 4 - Concentração de usinas por Estado Brasileiro**

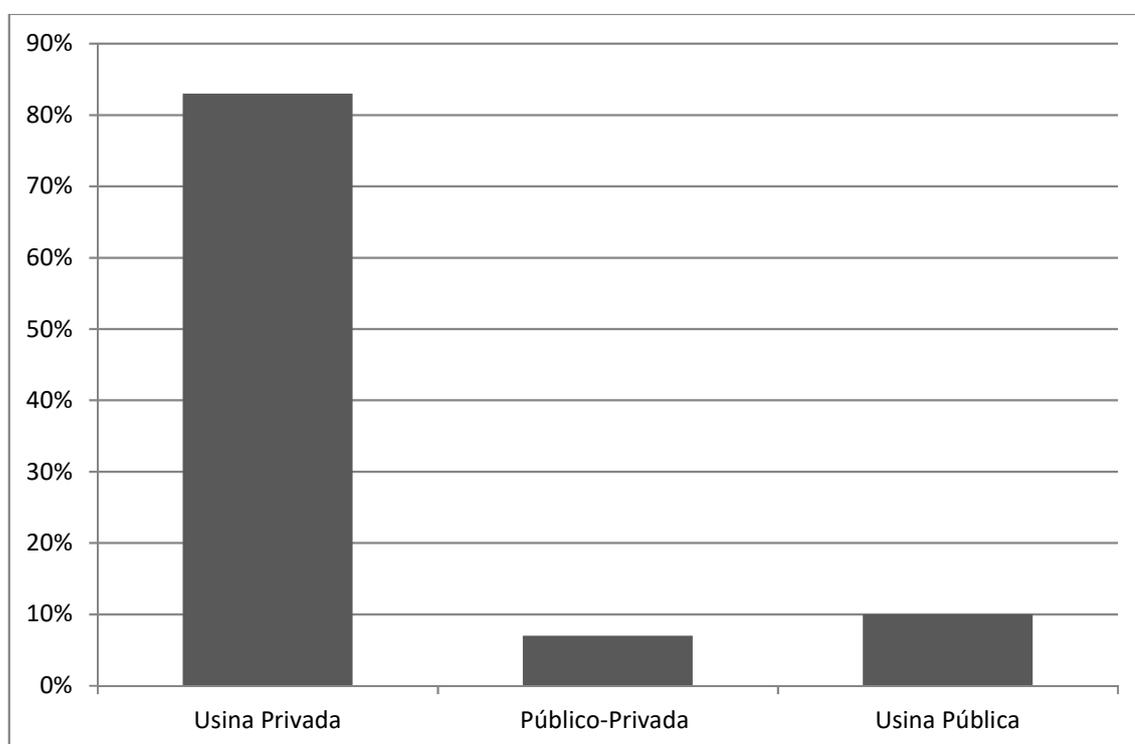


Fonte: Adaptado de Abrecon (2015)

Portanto, com base na Figura 4 percebe-se que apenas na região Norte, não é constado na pesquisa setorial da ABRECON das usinas instaladas, assim sendo indica que nesta região não há usina associada à ABRECON.

Ainda tratando-se de números indicativos, Miranda, Ângulo e Careli (2009) destacam que inicialmente a maior parte das usinas era pública, todavia, com a Resolução 307 do CONAMA em 2002, este quadro mudou e, em 2008, cerca de metade das usinas tornou-se privada. Os resultados da Figura 5 ressaltam a preponderância das usinas privadas sobre as públicas.

**Figura 5-** Percentual das usinas públicas e privadas



Fonte: Adaptado de Abrecon (2015)

Essa realidade é explicada conforme Miranda, Ângulo e Careli (2009) é a dificuldade encontradas no gerenciamento e burocracia envolvidas nas verbas públicas, por esse fator que após a criação da Resolução 307 do CONAMA, as usinas que eram a maior parte pública, tornaram-se privadas.

### 2.4.1 Tipos de plantas

Sobral (2012) destaca que basicamente existem três tipos de plantas para usinas de resíduos da construção civil que podem ser Plantas Móveis, Plantas Semi-Móveis e Plantas Fixas.

A usina com Planta Móvel tem como característica a mobilização constante, ou seja, poder ser utilizada em qualquer espaço físico. Entre as vantagens das usinas móveis, cita-se, segundo Portal Resíduos Sólidos (2014): Sua mobilidade torna o empreendimento extremamente competitivo; Pode atuar em um ponto fixo ou atender obras diretamente no local; Diminui custos de logística e construção de fundamento de base; Alta capacidade de adaptação geográfica do mercado; Versões a diesel ou energia elétrica; Pode ser locada completamente por empresas do setor; Alta capacidade de processamento.

**Figura 6 - Usina Móvel**



Fonte: Portal Resíduos Sólidos (2014)

Já a Planta de Usina Semi-Móveis, de acordo com Sobral (2012), possuem facilidade de instalação, manuseio, rapidez e economia da montagem, sendo

recomendadas em caso de empreendimentos de curto ou médio prazo, onde já previamente tem-se a previsão de permanência, normalmente as Usinas Semi-Móveis são construídas sobre bases metálicas, objetivando facilitar a remoção.

E por fim, as Plantas de Usina Fixas que são comumente utilizadas em empreendimentos de espaço físico definitiva. Logo, as Usinas Fixas, conforme Portal Resíduos Sólidos (2014) são construídas em um terreno com uma área que varia em função da capacidade de processamento da usina, ou seja, quanto maior a capacidade, maior será a área necessária para se construir.

**Figura 7-** Usina Fixa



Fonte: Portal Resíduos Sólidos (2014)

As Usinas Fixas são as versões mais econômica pra um empreendimento, Sobral (2012) destaca que a vantagem nesse tipo de usina é possibilidade de obter-se produtos reciclados bem mais variados e de melhor qualidade. No entanto, a desvantagem é que necessita de um elevado investimento inicial para sua implantação.

#### 2.4.1.1 Equipamentos da usina de reciclagem

Para o funcionamento da usina de beneficiamento de RCC são necessários alguns equipamentos, conforme, Silva, D. (2014) são eles:

- i. Alimentadores: são equipamentos utilizados para alimentação de britadores primários retomada de materiais sob silos e pilhas, alimentação com dosagem de rebritadores e moinhos, dentre outras funções;

**Figura 8 - Alimentador**



Fonte: Lippel

- ii. Britadores: e os equipamentos mais importantes em uma usina de reciclagem de RCD determinando a maior parte das propriedades dos agregados produzidos. Os principais tipos de britadores são os de mandíbulas e giratórios e os rebritadores hidráulicos, de cones e de rolos;

**Figura 9-** Britador



Fonte: Raube britadores

- iii. Máquinas de impacto: as máquinas de impacto realizam a britagem através do choque do material contra as paredes fixas e peças móveis do equipamento. Os principais tipos são o britador de impacto e moinhos de martelos;

**Figura 10 - Máquina de impacto**



Fonte: Simplex Equipamentos

- iv. Peneiras e grelhas: Na etapa de peneiramento a camada de material tende a desenvolver um estado fluído, sendo que a classificação se dá através dos processos de estratificação e de separação (nos quais são usadas as peneiras e grelhas);

**Figura 11- Peneira**



Fonte: Varela (2010)

- v. Transportadores de correias: são compostos por roletes, tambores, acionadores, esticadores, estrutura metálica e acessórios. O rolete é composto por um conjunto de rolos em seu suporte. Os rolos efetuam livre rotação em torno do seu eixo, e são usados para suportar e/ou guiar a correia transportadora. Os tambores são elementos para transmissão, que podem ser de acionamento, de retorno, de dobra, de encosto e esticador. A principal função dos esticadores é garantir a tensão conveniente na correia para o seu acionamento e absorver as variações no comprimento da correia causadas por mudanças de temperatura, oscilações de carga, etc;

**Figura 12 - Transportador de correias**



Fonte: Simplex Equipamentos

- vi. Lavadores: tem por objetivo a remoção de materiais indesejáveis, como argila e partículas superfina. É aplicada também na classificação de materiais finos e úmidos, cujo peneiramento é extremamente difícil sem o emprego da lavagem;
- vii. Outros equipamentos:
  - Rompedores hidráulicos;
  - Tesouras trituradoras: usadas na demolição de concreto, cortes de vigas de aço e demolição de pontes;
  - Pulverizadores: usados para reduzir o tamanho dos blocos de concreto e separar as barras de aço;
  - Pá-carregadeira ou retro-escavadeira e caçamba.

Esses equipamentos citados anteriormente são os essenciais no processo produtivo e constituem a parte de Planta de Usina Fixa o que comporta o presente trabalho. Também, não se pode deixar de destacar a participação de alguns equipamentos de que certa maneira está integrada ao processo, sem, contudo,

pertencerem à própria usina. Trata-se do container ou coletor de RCC, transportado logisticamente até a usina em um caminhão.

#### 2.4.1.2 Processo produtivo de reciclagem dos resíduos da construção civil

Sobral (2012) destaca que o início do fluxo produtivo de uma usina de beneficiamento de RCC é à disposição dos resíduos na área de coleta e recebimento, realizada pelos caminhões transportadores. O descarregamento somente ocorrer após a inspeção visual do conteúdo e as respectivas pesagens. Esta etapa do processo é denominada Recepção do RCC.

Em seguida, tem início à próxima etapa denominada de Separação e Classificação do RCC, Silva e Santos (2014) dizem que o material disponível no pátio de descarregamento é feita a separação dos diversos tipos de resíduos a fim de obter um material com boas características no final do processo. Nesta etapa são utilizados equipamentos adequados como trator e pá carregadeira para fazer o espalhamento do entulho, com o intuito de, manualmente, ocorre à retirada daqueles resíduos que não pertencem à classe A.

A próxima etapa, Fragmentação do RCC, com a utilização dos equipamentos como martelo hidráulico, marreta, pá de bico e tesoura manuais, é realizada a fragmentação do material graúdo, reduzindo em pequenos pedaços. Depois conforme, Sobral (2012) acontece à primeira fase de um processo denominado de Trituração do RCC que consiste inicialmente na alimentação do moinho, que, possuindo internamente uma mesa vibratória realiza uma primeira seleção.

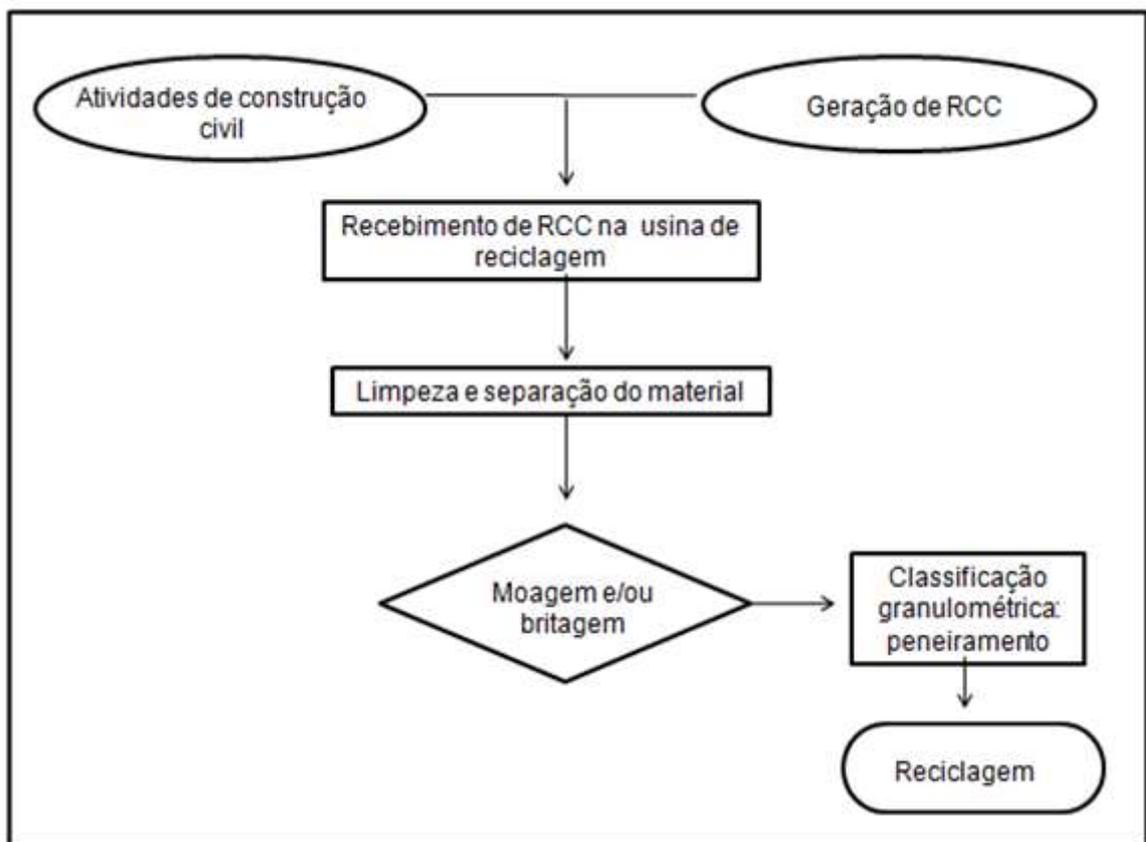
Concluindo a etapa anterior, o material é encaminhado para a fase de britagem. Segundo, Processadora de Resíduos Sólidos (2014) após esse processo de britagem parte do material, ainda, possui uma granularidade muito grande e não passam do primeiro andar da peneira vibratória. Portanto, uma outra esteira transportadora tem a função de levar este resíduo para o rebitador que é responsável pelo peneiramento, obtendo assim vários tipos de agregados com granulometria diferentes.

Após o peneiramento, observa-se claramente que em cada correia sai um material de granulometria diferente e semelhante às dos agregados mais usados, então é dada a disposição final destes agregados. A validação destes agregados

ocorre através de um controle de qualidade, que é realizado de acordo com as normas técnicas da ABNT - NBR 15115 e NBR 15116, além da Resolução CONAMA N°307 (SILVA; SANTOS, 2014).

De maneira simplificada, a Figura 13 apresenta um processo de reciclagem de RCC.

**Figura 13** - Fluxograma do processo de reciclagem de RCC



Fonte: Adaptado de Barro (2012)

Concluído todo o processo de beneficiamento dos resíduos, em geral são obtidos quatro produtos finais denominados de areia média reciclada, pedrisco reciclado, brita reciclada e ração reciclado. O Quadro 2 destaca o material, a composição e os benefícios.

**Quadro 2 - Material reciclado, composição e benefícios**

<b>Material</b>	<b>Composição</b>	<b>Benefícios</b>
<b>Areia média</b>	Sobra de areia natural	Ideal para uso na composição de asfalto para leito de ruas, reboco de paredes, sempre como uso não estrutural.
<b>Pedrisco</b>	Tijolo branco, bloco cerâmico, telha cerâmica, placa cerâmica, azulejo cerâmico, piso cerâmico, revestimento cerâmico, tubulação cerâmica, louça cerâmica e outros derivados.	Aplicado como concreto de menor resistência, por exemplo: bloco, contrapisos, passeios e outros. Pode ser aplicado com argamassa de assentamento ou na forma de subbase de calçamento, pavimentação, lastros em lagos, córregos e represas.
<b>Fração concreto e rocha natural</b>	Brita (sobra de rocha natural), bloco de concreto, peça pré-moldada de concreto, sobra de concreto, viga, pilar e outros.	Indicado para produção de concreto estrutural, como agregado em artefatos de concreto (brita nº 1, 2, 3, etc.) e como cascalho granulado para regularização de vias não pavimentadas. Dependendo da granulometria, pode até substituir a pedra britada na construção de lastros e vias.
<b>Fração argamassa</b>	Areia, cimento e clã.	Usado na preparação de massa para assentamentos de tijolos e blocos e revestimentos de paredes. Com este há redução do traço de areia e cal.

Fonte: Adaptado de Sobral (2012); Silva e Santos (2014)

De fato, os agregados reciclados podem ser utilizados em diversos serviços de engenharia e a aplicação da técnica de reciclagem vem ganhando cada vez mais importância no mercado, Brasileiro e Matos (2015), apresenta diversos benefícios de ordem econômica, ambiental e social, como: Redução no consumo de recursos naturais; Redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização do volume

resíduo pela reciclagem; Redução do consumo de energia e poluição durante o processo de produção dos materiais de construção; Redução de custos com a destinação final dos resíduos e; Oportunidade de novos negócios.

Pelo exposto é importante lembrar que mesmo com os benefícios advindos da reciclagem, este processo de beneficiamento de resíduos também pode causar impactos ao meio ambiente. De acordo com John (2001), os fatores como o tipo de resíduos, a tecnologia empregada, e a utilização proposta para o material reciclado, podem tornar o processo de beneficiamento mais impactante do que o próprio resíduo. Por isso, é fundamental a atividade ser adequadamente gerenciadas.

Assim sendo, para a implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil deve-se levar em consideração tanto as ações de gestão como de gerenciamento desses resíduos, pois a fase da gestão de resíduos é essencial para garantir a qualidade dos materiais beneficiados.

## 2.5 MÉTODOS PARA ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS

Este item aborda de maneira sucinta, os métodos mais utilizados no estudo de viabilidade econômica de projetos, com foco particular em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil, objeto central deste trabalho.

### 2.5.1 Custos e benefícios do projeto

A análise econômica de um projeto na área de engenharia passa, necessariamente pela identificação dos custos e benefícios, definidos, de início, a vida útil e o alcance do projeto. O alcance corresponde ao período de utilização de toda a estrutura física, considerando, neste caso, a vida útil dos equipamentos e das instalações físicas (GOMES, 2005).

Os custos envolvidos nos projetos de engenharia podem ser classificados em duas categorias distintas: custos de investimento e implantação e custos de operacionalização.

### 2.5.1.1 Custos de investimentos e implantação

Estes custos iniciais estão relacionados com os gastos necessários à implantação do projeto, compreendendo, entre outras despesas, a aquisição dos equipamentos e da própria área física para instalação, além de outras despesas adicionais (SOBRAL, 2012).

Os custos iniciais podem ser classificados em custos diretos e custos indiretos. Os custos diretos para Cruz (2012) são aquele que é mensurado diretamente no bem ou serviço produzido sem a necessidade de rateio. Já os custos indiretos são ao contrário, Martins (2010) enfatiza que os custos indiretos correspondem ao custo histórico dos insumos utilizados na produção, devem ser apropriados aos produtos seguindo critério de rateio mais adequado à situação.

### 2.5.1.2 Custos de operacionalização

Sobral (2012) destaca que os custos de operacionalização são correspondentes às despesas com a operação acrescidas às despesas de manutenção do empreendimento. Os custos de operação podem ser classificados em variáveis ou fixos.

Os custos variáveis, Martins (2010) são os custos que sofrem variações de acordo com a produção ou serviço que são dependentes diretamente da quantidade produzida ou volume de vendas dentro de determinado período, conforme o nível da produção. Já os custos fixos, Sobral (2012) afirma que são os custos que não sofrem nenhuma alteração diante do aumento ou da queda da produção, tais como, mão de obra técnica e administrativa, custos administrativo e dentre outros.

## 2.5.2 Análise de viabilidade econômica

A análise de viabilidade econômica proporciona basicamente na identificação dos custos e benefícios esperado do empreendimento de um determinado investimento a fim de verificar a sua viabilidade de implementação. Souza e Clemente (2009) ressaltam que a viabilidade econômica é um campo de aplicação das diversas técnicas de análise de projetos e investimentos que envolvem múltiplas

alternativas as quais são relacionadas às viáveis tecnicamente transformando-as em indicadores que auxiliarão no processo decisório.

Por certo, Veras (2001) diz que estudo de viabilidade econômica, sobretudo é a ação conjunta de todas as atividades do ramo da engenharia econômica, em busca de gerar parâmetros através de indicativos que expressam os relativos benefícios de um investimento, em face dos seus custos, objetivando por fim determinar se a condição conhecida é favorável ou não ao implemento do empreendimento.

Para, Neves (2014), a análise de viabilidade econômica é um estudo inicial para determinar se o empreendimento é viável e se pode atingir o resultado desejado. Conforme, Assaf Neto (2009), a análise da viabilidade econômica está direcionada para o diagnóstico do empreendimento como os recursos financeiros, humanos, bens permanentes e materiais, e a partir disso é possível identifica o potencial do projeto.

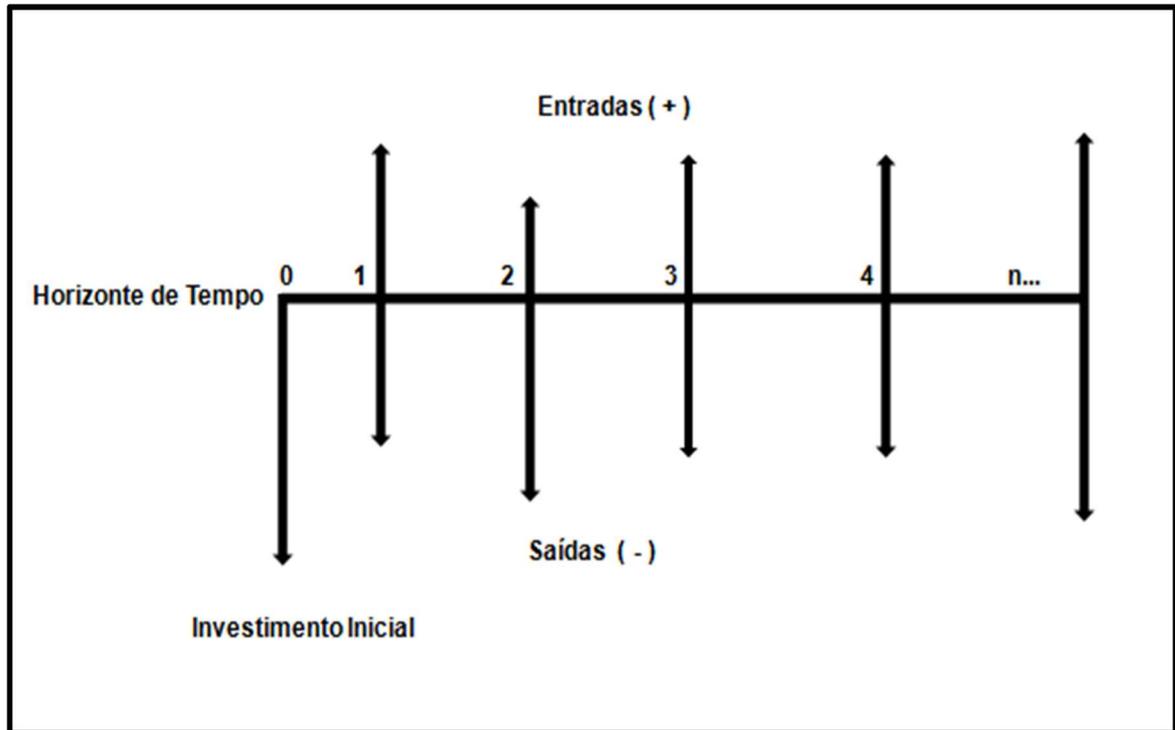
O estudo da análise da viabilidade econômica tem início primeiramente na análise dos fluxos de caixa, Assaf Neto (2009) realça que as metodologias consistem em avaliar fluxos de caixa esperados em uma linha do tempo e compará-los com valores presentes conforme o regime de juros compostos a partir de determinada taxa de juros, das saídas e entradas de caixa.

Sendo assim, Abensur (2012) considera que os métodos tradicionais de análise de investimentos partem do fluxo de caixa descontado (FCD) para suas aplicações. O objetivo do fluxo de caixa é projeção daquilo que o empreendimento poderá produzir no futuro com os descontos do tempo que isto levará. Assim, refletem os resultados líquidos das entradas menos as saídas previstas para o projeto durante a sua vida útil. Fluxos passados não são ponderados para análise. O fluxo de caixa líquido (FCL) resultante já desconta os impactos fiscais (impostos) e de depreciação.

De forma geral, um fluxo de caixa é composto dos seguintes componentes: (i) investimento ou desembolso inicial (DI), que envolve as aquisições de ativos para início do projeto; (ii) fluxo de caixa líquido, resultado do incremento das entradas menos saídas previstas do projeto; (iii) taxa mínima de atratividade (TMA); (iv) vida útil e (v) valor residual, que envolve um impacto monetário no caixa do projeto ao final de sua vida útil estimada (ABENSUR, 2012).

Em resumo, o fluxo de caixa é uma parte importante para a realização da análise econômica financeira, conforme Casarotto e Kopittke (2010) o fluxo de caixa é a ilustração simples de despesas e receitas que acontecem em datas previstas, expressos de forma horizontal, ilustrado na Figura 14 a seguir.

**Figura 2-** Fluxo de Caixa



Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Ainda conceituando o fluxo de caixa, Assaf Neto (2009) explica que o fluxo de caixa é uma ferramenta prática de simples elaboração e interpretação que comprova as operações financeiras que serão conseguidas pelo empreendimento, resultando assim com a tomada de decisão.

## 2.6. INDICADORES FINANCEIROS

Os indicadores financeiros servem para demonstrar informações relevantes para análise de um investimento em um horizonte de tempo. Segundo, Silva, A. (2014) resume os indicadores financeiros como à análise das demonstrações contábeis que permitem avaliar a capacidade da situação financeira e o potencial do

empreendimento.

Como forma de analisar o desempenho financeiro, Matarazzo (2010) afirma que a característica fundamental dos índices é fornecer uma visão ampla da situação econômica ou financeira do empreendimento.

Deste modo, a avaliação do resultado por meio dos indicadores financeiros admite os resultados de forma objetiva sendo uma ótima ferramenta para a tomada de decisão. Padoveze (2010) salienta que a metodologia de avaliação financeira, aplicados de forma inter-relacionada, obtém-se uma série de indicadores que permite fazer um diagnóstico sobre a situação econômica, financeira e o retorno do empreendimento.

### **2.6.1 Valor Presente Líquido - VPL**

O Valor Presente Líquido (VPL) indica em termos monetários o valor real gerado das receitas líquidas da empresa. Casarotto e Kopittke (2010) dizem que o Valor Presente Líquido é o método que calcula o valor presente dos termos do fluxo de caixa para somá-los ao investimento inicial de cada alternativa.

Pelo método do Valor Presente Líquido, Abensur (2015) destaca que os fluxos de caixa do projeto são convertidos ao valor presente (momento inicial  $t_0$ ) por meio da aplicação de uma taxa de desconto determinada que pode ocorrer ao custo de capital da empresa ou à taxa Mínima de Atratividade (TMA).

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco. No Brasil para pessoas físicas, é comum a Taxa de Mínima Atratividade ser igual à rentabilidade da caderneta de poupança. Para as empresas, a determinação da TMA depende do prazo ou da importância estratégica das alternativas (CASAROTTO; KOPITTKKE, 2010).

Para obtenção do VPL, Gitman (2010), é a diminuição do investimento inicial de um projeto do valor presente de suas entradas de caixa, descontadas a uma taxa igual aos custos de capital da empresa. Tendo as seguintes condições: Se o VPL for maior que 0, o projeto deverá ser aceito; Se o VPL for menor que 0 o projeto deverá ser rejeitado e; Se o VPL for igual a 0, neste caso, a situação é indiferente, podendo aceitar ou não.

A fórmula utilizada para calcular o VPL é a seguinte, adaptado de Gitman

(2010).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{ECt}{(1+i)^t} - SCt \quad (1)$$

Sendo que:

VPL= Valor Presente Líquido

ECt = Representa a entrada de caixa;

SCt = Representa a saídas de caixa;

n = quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa

i = Taxa de juros a ser utilizada para descontar o fluxo de caixa; TMA

t = Quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa.

Em resumo, o VPL representa a diferença entre o fluxo de entrada menos o fluxo de saída de dinheiro, todavia esse método apresenta algumas desvantagens são elas, conforme Casarotto e Kopittke (2010):

- (i) Definição e confiabilidade da TMA e dos fluxos de caixa futuros do projeto, que nem sempre é uma tarefa simples;
- (ii) Simplificação da realidade pela suposição que todas as entradas e saídas do fluxo de caixa são aplicadas à mesma TMA;
- (iii) O resultado do método é um valor absoluto expresso em termos monetários, acarretando numa perda de referência do desembolso inicial investido no projeto e;
- (iv) É considerado inadequado para comparações de projetos mutuamente excludentes com vidas úteis desiguais, sendo mais apropriado para projetos.

## 2.6.2 Taxa Interna de Retorno - TIR

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto (i) que iguala o valor presente das entradas líquidas de caixa ao valor presente dos desembolsos relativos

ao investimento. A denominação de taxa interna é oriunda do fato de que o valor é calculado, exclusivamente, em função dos fluxos de caixa do projeto e independe dos juros de mercado (Abensur, 2015).

Já, Gitman (2010) conceitua a Taxa Interna de Retorno como uma taxa de desconto que se iguala ao VPL de uma oportunidade de investimento a zero, pois o valor presente das entradas coincide com o investimento inicial. É a taxa de retorno anual que a empresa teria, se realizasse o projeto e recebesse as entradas de caixa previstas.

Quando a TIR é utilizada na tomada de decisões são considerados os seguintes critérios conforme Abensur (2015): Se a TIR for maior ou igual à taxa mínima, o projeto deve ser aceito; Se a TIR for inferior à taxa mínima, o projeto deve ser rejeitado. Esses fatores asseguram o empreendimento alcançar pelo menos o retorno estipulado. A expressão geral a TIR é apresentada a seguir, adaptado de Gitman (2010) Equação 2.

$$TIR = \sum_t^n SCt = \frac{ECt}{(1+i)^t} \quad (2)$$

Sendo que:

TIR = Taxa Interna de Retorno

ECt = Representa a entrada de caixa;

SCt = Representa a saídas de caixa;

n = quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa

i = Taxa de juros

t = Quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa.

Abensur (2015) ressalta que a TIR, ao longo do tempo, os gestores empresariais demonstraram simpatia e preferência por este método, pois ele resume a avaliação do projeto a um percentual que pode ser comparado aos outros analisados.

### 2.6.3 Tempo do Retorno do Investimento - *Payback*

O *Payback* (PB) significa o tempo de retorno do capital, logo quanto mais o valor se aproximar de 0 melhor será o valor obtido será a recuperação total do valor investido inicialmente. Marshall Junior et al. (2014) cita que o *Payback* indica o tempo que é preciso para recuperar o investimento inicial, porém não considera o custo de capital investido.

O período de *Payback* é o tempo necessário para que a empresa recupere o investimento inicial em um projeto, calculado a partir das entradas de caixa (GITMAN, 2010). O cálculo do prazo de retorno é feito da seguinte forma, conforme Abensur (2015): Se as entradas líquidas de caixa forem constantes, bastará dividir o investimento inicial pelas entradas anuais de caixa ou; Se as entradas líquidas forem diferentes, elas deverão ser acumuladas até recuperar o valor investido, apurando-se o prazo de retorno.

Os critérios de decisão considerados quando o *Payback* é usado na tomada de decisões são: Se o período de *Payback* for menor que o período máximo aceitável de recuperação, o projeto será aceito. Mas se o período de *Payback* for maior que o período máximo aceitável de recuperação, o projeto será rejeitado. (GITMAN, 2010).

O *PayBack* e calculado de acordo com a Equação 3, adaptado de Gitman (2010).

$$PB = \sum \frac{Sct}{\frac{ECt}{(1+i)^t}} \quad (3)$$

Sendo que:

PB= *Payback*

ECt = Representa a entrada de caixa;

Sct = Representa a saídas de caixa;

*i* = Taxa de juros

*t* = Quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa.

Gitman (2010) enfatiza como ponto positivo no uso do Payback que este se utiliza dos fluxos de caixa e não dos lucros contábeis. É utilizado como critério de decisão. Quanto mais curto for o tempo de retorno, menor é a exposição da empresa a possibilidade de risco

Entretanto, Abensur (2015) destaca algumas desvantagens apresentadas pelo método são: Não reconhece as entradas de caixa previstas para ocorrerem após a recuperação do investimento, ou seja, depois do prazo máximo estabelecido; Não avalia adequadamente o valor do dinheiro no tempo e; É influenciado pela distribuição dos fluxos de caixa dentro do período de *Payback*, ou seja, o método privilegia os projetos cujas entradas maiores aconteçam mais cedo, mas que não são, necessariamente, os de melhor rentabilidade.

Referindo-se ao *Payback* descontado (PBD), Abensur (2015) o PBD surgiu com o intuito de corrigir as falhas do método de *Payback* tradicional. Este método determina o tempo necessário para recuperar os recursos investidos em um período, considerando os fluxos de caixa descontados. O PBD corrige o fato de o *Payback* clássico desconsiderar o valor do dinheiro no tempo.

#### **2.6.4 Índice de Lucratividade - IL**

Conforme, Ross et al. (2008) o índice de lucratividade (IL) é uma ferramenta para avaliar o custo/benefício do projeto, por meio desse índice mede-se o valor criado por real investido. Portanto, quanto maior o índice mais atrativo será o investimento.

Segundo Assaf Neto e Lima (2011) o IL é uma variante do VPL, é determinado por meio da divisão entre valor presente líquido de caixa por desembolso de capital, indicando quanto será o retorno para cada unidade monetária investida.

Os critérios de decisão do IL são conforme Gitman (2010): Se o IL de maior que um, significa que a proposta deverá ser aceita; Se o IL for menor que um, a proposta deve ser rejeitada e; Se der igual a um, neste caso a proposta pode ser aceita ou não.

O Índice de Lucratividade (IL) pode ser calculado (Equação 4) adaptado de Gitman( 2010).

$$IL = \sum \frac{ECt}{\frac{(1+i)^t}{Sct}} \quad (4)$$

Sendo que:

IL = Índice de Lucratividade

ECt = Representa a entrada de caixa;

Sct = Representa a saídas de caixa;

$i$  = Taxa de juros

$t$  = Quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa.

Após os cálculos efetuados para este índice, Reis e Armond (2012) afirmam que essas medidas demonstram o quanto um empreendimento é atraente segundo a análise do investidor.

## CAPÍTULO III

---

### 3 METODOLOGIA

No capítulo a seguir serão apresentados os aspectos metodológicos deste estudo. Primeiramente expõe-se a estratégia de pesquisa adotada, a classificação e as etapas da pesquisa.

#### 3.1 ESTRATÉGIA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo, Silva e Menezes (2005) a pesquisa científica é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos.

Em termos de classificação em relação a sua natureza, a pesquisa pode ser considerada como aplicada, pois objetiva gerar conhecimento para aplicação prática e é dirigida a problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2005).

Assim, do ponto de vista da abordagem do problema é qualitativa e quantitativa. Qualitativa, o pesquisador visa buscar fundamentos na compreensão dos fenômenos estudados, nas ações dos indivíduos e organizações em que aplica o estudo. Segundo Richardson (2007), a pesquisa qualitativa considera o ambiente como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento chave.

Pesquisa quantitativa, conforme, Gonçalves e Meirelles (2004) “os dados são representados por métricas quantitativas, tendo como elemento de apoio principal a linguagem matemática”.

De acordo com Gil (2008) é classificada quanto aos seus objetivos como uma pesquisa exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema visando torná-lo explícito ou construir hipóteses.

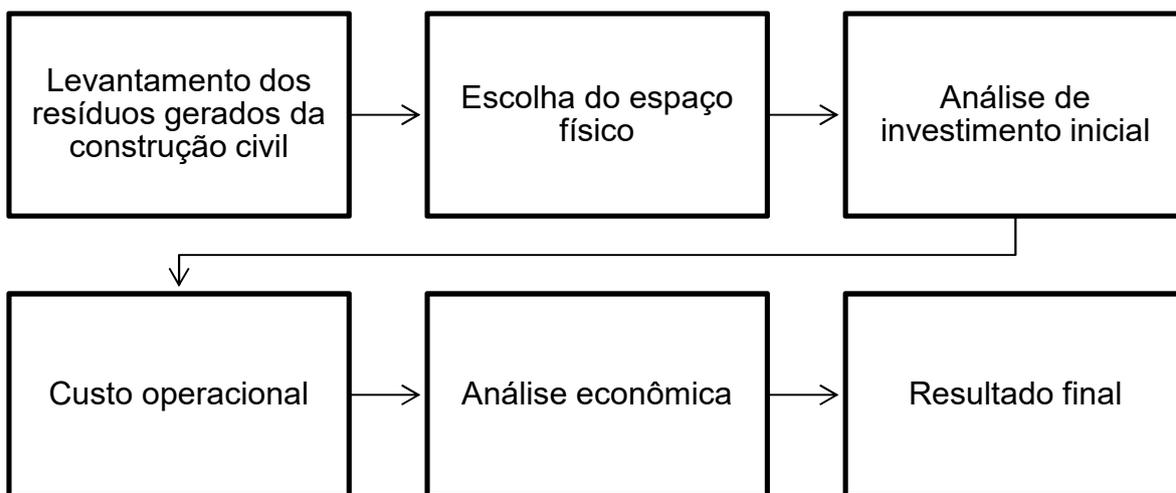
O estudo também pode ser classificado como estudo de caso, Gil (2008) afirma que o estudo de caso vem sendo utilizado com frequência cada vez maior pelos pesquisadores, visto que a pesquisa com diferentes propósitos, tais como: (i) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; (ii) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação

e; (iii) explicar as variáveis casuais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos. Portanto, o estudo de caso de acordo com Yin (2015) considera documentação, registro em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos.

### 3.2 ETAPAS DE PESQUISA

A partir da definição metodológica foi possível delinear as etapas da pesquisa. Estão descritas no fluxograma a seguir.

**Figura 15-** Fluxograma do processo do estudo de caso



Fonte: Elaborado pela autora (2018)

#### 3.2.1 Levantamentos dos resíduos gerados da construção civil

Para a análise econômica do projeto, é necessário o conhecimento do volume estimado da geração do município, para posteriormente verificar-se a viabilidade de implantação e o dimensionamento dos recursos a serem investido na aquisição da Usina de Reciclagem de Entulho da construção civil.

Para tanto, foi realizado entrevistas (APÊNDICE A) com os responsáveis pela as secretárias de obra, secretária do meio ambiente e secretária de saneamento. E,

por intermédio da entrevista foi informado o volume dos resíduos gerados no município de Tucuruí-PA. Nesta etapa, contou-se também com visitas in loco de terrenos que estão sendo utilizados irregularmente como descarte de resíduos da construção civil.

### 3.2.2 Escolha do espaço físico

Uma usina de reciclagem de resíduos da construção inicia sua implantação pela escolha da área onde será edificada a planta. O ponto inicial para implantação de uma usina e estabelecer o local da instalação, a escolhida para o estudo é uma planta fixa, pois o projeto prevê localização definitiva.

A escolha deu-se pelo fato que o estudo para implementação da usina de reciclagem, tem como sugestão que sua administração seja de poder público. Portanto, o espaço físico para a instalação e proposto nas proximidades do terreno da usina de asfalto pertencente à Prefeitura Municipal de Tucuruí que se localiza na estrada do aeroporto, Km 5.

**Figura 16-** Localização do terreno para instalação da usina de reciclagem



Fonte: Adaptado Google Maps

O terreno escolhido para a proposta da instalação da usina de reciclagem possui 20.000 m<sup>2</sup>. E, conforme, Nunes (2004) o tamanho do terreno é ideal para suportar a capacidade do processamento da unidade.

Sendo assim, o terreno em questão, segundo as informações coletadas pelos responsáveis da secretária do município de Tucuruí, pertencia a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, e foi doada para a prefeitura de Tucuruí. O terreno está situado próximo a fontes de geração de resíduos e tem facilidade de acesso pelos caminhões de caçambas de RCC coletados pela Prefeitura de Tucuruí-PA.

### **3.2.3 Análise do investimento inicial**

O Projeto de instalação da usina como foi relatado anteriormente utilizará uma área pertencente à Prefeitura Municipal, onde concentra outra unidade produtiva, a usina de asfalto. Portanto, a aquisição do terreno não foi acrescentada nos cálculos para análise.

Então, para estimar o custo de implantação, foram levantadas as despesas relacionadas diretamente com o processo de instalação da usina, estes custos estão relacionados às obras civis: guarita, escritórios, administração, área para triagem, transbordo, refeitório e banheiros que foram orçados em uma construtora em Tucuruí.

Também estão incluso todos os equipamentos necessários para a instalação de uma planta fixa que foram orçados em duas empresas revendedoras situadas em Florianópolis e São Paulo. Os orçamentos foram realizados por meio do site disponível das empresas.

Além disso, foram levantados os preços de mobiliário, acessórios de informáticas e EPIs, todos os itens estimados em empresas instaladas no município de Tucuruí. E por fim, o valor do licenciamento ambiental teve por base no site da Secretária do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Governo do Estado do Pará.

### **3.2.4 Custo operacional**

Os custos de operacionais estão relacionados com as despesas de operação da usina de reciclagem. Foram englobados nos custo de operação: energia elétrica,

telefone, combustível, funcionários, equipamento de proteção individual, ferramentas, contabilidade e marketing. A determinação dos valores foi próxima da realidade considerando os itens mais significativos das despesas fixas e variáveis.

### **3.2.5 Análise econômica**

Para analisar a viabilidade econômica da Usina de Reciclagem de RCC utilizou-se dos indicadores de engenharia econômica, como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* e Índice de Lucratividade (IL). Para apurar tais índices, determinou-se o investimento inicial, as entradas e saídas de caixa para posteriormente diagnosticar a viabilidade da proposta de instalação da usina.

Para a execução dos cálculos abordados no presente estudo, utilizou-se *software Microsoft® Office Excel®*, tendo em vista que é uma ferramenta usual e eficiente na realização de cálculos financeiros. Levando em consideração os conceitos e as recomendações para um bom resultado final do estudo, foram abordados os seguintes indicativos:

- a) Método Valor Presente Líquido: Através do fluxo de caixa foi-se possível calcular o VPL para cada ano, em um período de 20 anos, através do uso da Equação 1, definida anteriormente. A Taxa Mínima de Atratividade utilizada no projeto é de 12% ao ano. A TMA é a taxa a partir da qual o investidor considera ideal para obter ganhos financeiros. A taxa de 12% foi adotada por estar próxima da taxa básica da economia brasileira SELIC de 12,25% para o ano 2017;
- b) Taxa Interna de Retorno: Para o cálculo da TIR foi utilizado a Equação 2 e os valores dos fluxos de caixa no período considerado juntamente com o investimento inicial. Assim a TIR foi comparada com a TMA de 12% que analisou-se o retorno mínimo esperado no empreendimento;

- c) Tempo de Retorno de Capital: Para o cálculo do *Payback* foi utilizado a Equação 3, anteriormente exemplificada, permitindo, dessa forma encontrar o prazo de recuperação do investimento;
- d) Índice de Lucratividade: Para a obtenção do IL, foi calculado conforme a Equação 4, deste modo, o indicador apresentou em forma percentual a eficiência operacional do empreendimento.

#### 3.2.5.1 Simulação de cenários

Nesta etapa do estudo foram simulados cenários, através de alteração das hipóteses para as variáveis, de tal forma que foi-se possível estimar possíveis situação futura do empreendimento:

- a) Cenário 1: Aumento da receita bruta anual em 5% ao ano;
- b) Cenário 2: Aumento das despesas em 5% ao ano;
- c) Cenário 3: Aumento da Taxa Mínima de Atratividade em 15%.

#### 3.2.6 Resultado final

Apresentação dos resultados obtidos, por meio da análise de viabilidade econômica da proposta da instalação da usina de RCC no município de Tucuruí-PA.

## CAPÍTULO IV

---

### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados as análises e resultados do presente trabalho. Primeiramente tem-se a caracterização do município de Tucuruí-PA, e em seguida a análise da viabilidade econômica do estudo de caso da Usina de Reciclagem.

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Tucuruí localiza-se na Mesorregião do Sudeste Paraense. A origem do município de Tucuruí tem raízes de povos indígenas das tribos Assurinís, Parakanãs e Gaviões. E os primeiros fatos históricos datam apenas de 1781, quando o governador e capitão-general José de Nápoles Telles de Menezes que fundou a Vila de Pederneiras. A fundação realmente se efetivou com a construção em 1782 do forte de Fachina, criando o registro de Alcobaça com duplo caráter, o militar e o fiscal sobre a navegação (TUCURUÍ, 2017).

Em 19 de Abril de 1875, o governador do Pará - Francisco Maria Correia de Sá e Benevides, através da Lei nº 839/1875, muda a freguesia de São Pedro de Pederneiras de localidade passando para onde hoje é a cidade de Tucuruí na margem esquerda do Rio Tocantins. Em 1894, instalou-se em São Pedro de Alcobaça a Companhia de Navegação Férrea Fluvial/Araguaia - Tocantins, com objetivo de construir a Estrada Ferro Tocantins ligando São Pedro de Alcobaça até a Praia da Rainha no município de Itupiranga a 175 km de distância, vencendo o trecho de corredeiras do Rio Tocantins melhorando assim o intercâmbio com o estado de Goiás (TUCURUÍ, 2017).

O primeiro marco histórico do município de Tucuruí foi à construção da estrada de ferro, onde se iniciou o povoamento devido a inúmeras pessoas que deslocaram-se para a região em busca de trabalho, principalmente nordestinos, mocajubenses e cametaenses, este fato contribuiu para o crescimento do município.

O segundo fato histórico foi à construção da Usina Hidrelétrica. Durante o governo militar existiu um grande anseio em tornar o oeste do Estado do Pará e a

região amazônica em um pólo industrial e de distribuição de minério. Para isso seria necessária a construção de uma Usina Hidrelétrica para dar suporte energético necessário para atender o pólo minero metalúrgico. Para a consolidação desse projeto, Tucuruí tornava-se ponto decisivo (ELETRONORTE, 2010).

A partir de 1972, iniciou os estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Tocantins. Assim, os estudos apontaram o aproveitamento de Tucuruí. Todavia, mesmo ainda com a realização do Inventário, deram início ao Estudo de Viabilidade da Usina.

As obras da primeira etapa iniciaram em novembro de 1975 e, em 22 de novembro de 1984 entrou em operação comercial a primeira unidade geradora. Em dezembro de 1992 foi concluída a motorização dessa etapa com 12 unidades geradoras de 330 MW e 2 unidades auxiliares de 20 MW, totalizando 4.245 MW instalados (ELETRONORTE, 2010).

A segunda etapa da UHE Tucuruí foi concluída em 2008, com acréscimo de 11 unidades geradoras, juntamente com as 12 turbinas existentes, ampliaram a capacidade de geração de 4.000 para 8.370MW, constituindo-se a quarta Usina Hidrelétrica do Mundo e a maior totalmente brasileira, possibilitando o atendimento a cerca de 40 milhões de pessoas (ELETRONORTE, 2010).

Pinto (2012) destaca que a construção da barragem em Tucuruí incentivou a migração desordenada de trabalhadores de outras regiões para a Amazônia. Outro saldo que a barragem provocou foi à união de vários segmentos populares para a busca de direitos não respeitados na construção de barragens. Na mesma luta estavam pescadores, trabalhadores rurais, extrativistas e ambientalistas.

Depois da construção da barragem de Tucuruí, surgiram 1.100 ilhas na bacia do Tocantins, habitadas por 6.500 pessoas, que vivem basicamente do extrativismo animal e vegetal. São os desapropriados quando da formação do lago de Tucuruí, com três mil quilômetros quadrados. É o segundo maior reservatório do país, abaixo apenas de Sobradinho (PINTO, 2012).

Assim sendo, observa-se que o desenvolvimento e prosperidade do município de Tucuruí e região sempre vieram atrelados e/ou ligados aos grandes projetos e aos incentivos do Governo Federal, e agora com a conclusão as esclusas da barragem da Usina Hidrelétrica Tucuruí que tornará o Rio Tocantins navegável até o planalto central, tornando a cidade de Tucuruí, como outrora, novamente uma

espécie de entreposto de transporte comercial, consolidando Tucuruí como a maior e mais importante cidade da microrregião (TUCURUÍ, 2017).

Em 70 anos de existência, Tucuruí tem sua história transformada pelo episódio da construção da Usina Hidrelétrica. Nos dois momentos distintos, antes e depois do funcionamento da usina. A base econômica, a formação da população e as perspectivas acompanharam essa transformação, fazendo de Tucuruí, hoje, um pólo de geração de energia (TUCURUÍ, 2017).

Para tanto, segundo os dados do IBGE (2017) atualmente o município de Tucuruí possui 110.516 habitantes e a principal geradora de recursos é a Usina Hidrelétrica de Tucuruí. O município também conta com outras fontes econômicas, como extrativismo vegetal, agricultura, pecuária extensiva e a pesca.

#### 4.2 LEVANTAMENTO DA GESTÃO DOS RCC EM TUCURUÍ

O contato com os representantes da secretária proporcionou o aprofundamento da real situação da cidade de Tucuruí. Uma das informações obtidas que em relação a todos os resíduos urbanos coletados, o município nunca dispôs de um local específico para a sua disposição. Os locais utilizados ao longo dos anos são denominados como “Lixões Itinerantes”.

Além dos Lixões Itinerantes, também tem-se a disposição de resíduos de forma irregular realizada pela própria população. São alguns terrenos no perímetro da cidade que são utilizados como depósito a céu aberto, onde é descartado todo tipo de resíduos, acarretando assim dificuldades para a cidade.

Ainda, na entrevista, o responsável pela a secretária, informou que a população que reside na área urbana é atendida pelo o sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos do município e que a coleta do lixo domiciliar é realizada diariamente.

Os resíduos oriundos da construção civil gerados por construções particulares, também tem a remoção a cargo da Prefeitura Municipal de Tucuruí-PA, todavia a coleta é realizada a cada 15 dias nos bairros existente no município.

De acordo com os órgãos responsáveis do município de Tucuruí, a cidade não possui um destino correto aos resíduos gerados pelas práticas da construção civil, trazendo assim transtornos ambientais, sociais e econômicos.

**Figura 17** - Descarte de resíduos de construção civil estrada do Aeroporto



Fonte: Autora (2018)

Neste sentido, atualmente, no que tange a gestão dos RCC no município ocorre da seguinte maneira: Pequenos geradores de RCC costumam acondicionar estes materiais em frente de suas residências no chão; Médios geradores em algumas vezes também optam em deixar na frente do local da obra sem nenhuma restrição ou às vezes solicitam caçamba para a Prefeitura Municipal de Tucuçuí e; Grandes geradores descartam seus resíduos em terrenos que são utilizados pela Prefeitura.

A limpeza é realizada pelo departamento de Limpeza pública, da Secretária Municipal de Obras, com a frequência apenas de uma vez por mês nos bairros que são regularizados no município. Assim sendo, a disposição final dos RCC ocorre de maneira irregular, tanto pelo poder público como pela sociedade.

De acordo com a Prefeitura de Tucuçuí, não existem usinas de triagem, reutilização e reciclagem dos resíduos da construção civil de responsabilidade do setor público no município, porém existe no município uma cooperativa de reciclagem de papel, papelão garrafa pets, vidro e alumínio.

Então, com as dificuldades apresentada pelo município, tais como, disposição

irregular de RCC em área dispersa, inexistência de área de transbordo para grandes geradores, falta de iniciativas de educação ambiental que orientem as formas adequadas de deposição de RCC. Sendo assim, a proposta da implantação da usina de RCC no município apresentaria uma alternativa de reutilização dos resíduos, amenizando assim a sua geração.

#### 4.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC

A proposta de uma usina de reciclagem de RCC para a cidade de Tucuruí-PA foi estimado com base na alimentação de entrevistas com os responsáveis das secretárias de obra, meio ambiente e saneamento do presente no município.

Os dados obtidos para o devido equacionamento foram adquiridos junto a Prefeitura municipal de Tucuruí, tais como, o espaço físico, a quantidade de resíduos urbanos gerados e aproximadamente o valor dos resíduos sólidos de construção civil.

##### 4.2.1 Custo de investimento

No investimento inicial foram estimados os valores dos principais itens que estão relacionadas diretamente com o processo de instalação da usina de reciclagem de RCC de segmento público, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1-** Investimento Inicial

<b>Investimento</b>		
Equipamentos	R\$	746.000,00
Obras Civas	R\$	150.000,00
Licença Ambiental	R\$	3.796,29
Ferramentas Manuais	R\$	2.000,00
Pá Carregadeira	R\$	100.000,00
Informática	R\$	4.011,00
Mobiliário	R\$	7.010,00
EPIs	R\$	2.500,00
Total	R\$	1.015.317,29

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Nos custos com a implantação, os equipamentos para a planta fixa da usina pública, foram orçados em duas em empresas que fabrica os equipamentos, tendo como valor total de R\$ 746.000,00. E competem aos seguintes equipamentos, alimentadores, britadores, máquina de impactos, peneiras, lavadores e transportadores de correias. Outros utensílios não foram levantados os preços, tais como, caminhão e caçamba de entulho, pois já possui como patrimônio da Prefeitura Municipal de Tucuruí.

As obras civis, R\$ 150.000,00, valor informado por uma construtora pertencente ao Município de Tucuruí, a mesma já realizou algumas obras para a Prefeitura. Assim sendo, para estruturar o espaço físico para a instalação da usina, deve apresentar: guarita para segurança, entrada e saída de caminhões caçambas, recepção, escritório, local de armazenagem, triagem, pós-triagem, beneficiamento de materiais, local dos materiais reciclados, banheiros e refeitório.

O licenciamento ambiental foi considerado um valor de R\$ 3.796,29, conforme os valores das taxas de Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação ano base 2017 da Secretária do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Governo do Estado do Pará.

As ferramentas manuais e a pá carregadeira tiveram o valor de R\$ 2.000,00 e R\$ 100.000,00. As ferramentas estão listadas em: martelos, catraca, adaptador, alicate, bico, chaves, carrinho de mão e soquetes. A pá carregadeira semi-nova e da marca Caterpillar ano 2009, valor esse orçado em uma empresa instalada em Tucuruí.

Para área administrativa, também optou-se em realizar a pesquisa dos valores em uma empresa do segmento de informática localizada em Tucuruí. Foram levantados os preços de dois computadores e uma impressora, com um total de R\$ 4.011,00.

Já a mobília, a cotação dos valores foi realizada em duas empresas no município, obtendo assim, dois valores de orçamento, sendo que o escolhido foi o de menor valor, totalizando, portanto, R\$ 7.010,00 de mesas, cadeiras, sofá, e arquivos.

E os EPIs, tiveram como valor estipulado, segundo dados informados por uma empresa instalada no Município. Logo, o valor final e de R\$ 2.500,00 que se estende a capacetes, bota, luva, protetor de ouvido, óculos, máscara, roupas e coletes. Esse valor compete apenas 40% dos equipamentos, pois conforme a Prefeitura de

Tucuruí possui em seu patrimônio EPIs, não sendo assim necessário orçar todos, apenas para complementar, a quantidade que a Prefeitura não poderia disponibilizar aos funcionários.

#### 4.2.2 Custo de operação

Os custos de operação englobam os custos necessários à execução do processo produtivo, ou seja, está relacionado com a planta fabril. Para o projeto da usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil de médio porte estimou-se os seguintes custos, de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2-** Principais custos de operação

<b>Custo de Operação</b>	<b>Mensal</b>		<b>Anual</b>	
Funcionários	R\$	15.273,00	R\$	183.276,00
Manutenção	R\$	1.865,00	R\$	22.380,00
Energia Elétrica	R\$	2.464,00	R\$	29.568,00
Despesas Administrativas	R\$	5.000,00	R\$	60.000,00
Total	R\$	24.602,00	R\$	295.224,00

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

O custo de operação é composto pelos gastos com insumos, tais como, quadro de pessoal, manutenção dos equipamentos, energia e despesas administrativa. Para a proposta da usina serão necessários, segundo o responsável pela Secretária de Obras de 10 funcionários, o mesmo enfatizou que esse quadro de funcionários seria o suficiente para a proposta. Deste modo, os salários e cargos variam entre coordenador e auxiliar de serviços gerais com a remuneração de R\$ 2.500,00 a R\$ 954,00 respectivamente totalizando a partir do primeiro ano o custo de mão de obra de R\$ 183.276,00.

As despesas com a manutenção e desgaste com os equipamentos, foi adotado uma taxa anual de 3% do valor de investimento inicial (MAQBRIT). O gasto com a energia elétrica anual R\$ 29.568,00 foi realizada por meio das especificações técnicas dos fabricantes, onde os equipamentos apresentam o consumo de 40 kWh sendo adotado um custo conforme as tarifas das Centrais Elétricas do Pará –

CELPA de R\$ 0,35/kWh (em vigor de 07/08/2017 a 06/08/2018). Estima-se que a usina funcionará 8 horas/dia, com 22 dias/mês.

E as despesas administrativas referem-se aos gastos com contabilidade, material para escritório, limpeza, internet, telefone e sistema de vigilância totalizando um valor anual de R\$ 60.000,00.

#### 4.2.3 Receita bruta anual

Segundo o responsável pela Secretária Municipal de Meio Ambiente de Tucuruí-PA, a cidade produz cerca de 1.566,33  $m^3$ / diário de RCC, valor esse ano 2017. Logo, a geração de entulho para o ano de 2017 do Município é de 18.796  $m^3$ . Portanto foi utilizada esta importância para projetar a receita bruta da proposta.

Posteriormente, foi realizada uma análise com os preços de vendas dos agregados naturais no município com o intuito de forma um preço de venda do agregado reciclado, assim sendo, os preços de venda dos agregados naturais no município está chegando à média de R\$ 50,42 conforme a Tabela 3.

**Tabela 3-** Preço do agregado natural em Tucuruí-PA

<b>Produto Natural</b>	<b>R\$ <math>m^3</math></b>
Areia Fina	R\$ 60
Areia Média	R\$ 55
Areia Grossa	R\$ 53
Brita n.1	R\$ 50
Brita n.2	R\$ 45
Brita n.3	R\$ 45
Rachão	R\$ 45
Média	R\$ 50,42

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Para o cálculo, foi estipulado o valor da venda unitária do agregado reciclado de R\$ 30,00, este valor e 40% a menos do preço do agregado natural. Com o valor proposto de venda do agregado reciclado da usina, tornou-se possível, assim determinar a receita bruta anual, que é o resultado do produto do volume de agregado produzido anualmente pelo valor unitário do agregado reciclado.

Para a realização desse trabalho, adotou-se um horizonte de planejamento de 20 anos, de 2017 a 2037. Sendo que ano de 2017 é o valor inicial do investimento, conforme demonstrado na Tabela 1.

Na evolução da estimativa da receita bruta anual, foi considerada apenas a influência do aumento populacional sobre o volume gerado pelo município. Conforme, o responsável pela Secretária Municipal de Meio Ambiente de Tucuruí que é de 1,23% ao ano. A Tabela 4 mostra a receita bruta dos 20 anos do projeto.

**Tabela 4 - Receita Bruta Anual**

<b>Receita Bruta Anual</b>		
2018	R\$	563.880,00
2019	R\$	570.815,72
2020	R\$	577.836,76
2021	R\$	584.944,15
2022	R\$	592.138,96
2023	R\$	599.422,27
2024	R\$	606.795,17
2025	R\$	614.258,75
2026	R\$	621.814,13
2027	R\$	629.462,44
2028	R\$	637.204,83
2029	R\$	645.042,45
2030	R\$	652.976,47
2031	R\$	661.008,08
2032	R\$	669.138,48
2033	R\$	677.368,89
2034	R\$	685.700,52
2035	R\$	694.134,64
2036	R\$	702.672,50
2037	R\$	711.315,37
2038	R\$	720.064,55

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

O preço unitário do agregado reciclado, que cresce anualmente, acompanhando os índices de mercado e as taxas de inflação anual, que em geral, são bem superiores ao índice de crescimento populacional, portanto não foram acrescentados. Por certo, os valores da receita bruta anual foram estimados dentro

de uma menor expectativa de incremento anual possível de ser considerada.

Para o ano de 2018, a receita total ficou com um valor de R\$ 563.880,00, e para os anos seguintes utilizou-se a estimativa de crescimento populacional de 1,23%. A partir disso foi-se possível elaborar o fluxo de caixa da proposta.

#### 4.2.4 Receita líquida anual

O cálculo da receita líquida anual foi realizado retirando-se a os valores da receita bruta anual e o valor correspondente aos custos de operação com o acréscimo do índice de crescimento anual de 1,23%. Portanto a diferença entre a receita líquida e os custos de operação gerou os fluxos de caixa no horizonte de tempo proposto no projeto. A seguir a Tabela 5.

**Tabela 5-** Receita líquida anual

Ano	Receita Bruta Anual	Custo de Operação	Receita Líquida
2018	R\$ 563.880,00	R\$ 295.224,00	R\$ 268.656,00
2019	R\$ 570.815,72	R\$ 298.855,26	R\$ 271.960,47
2020	R\$ 577.836,76	R\$ 302.531,17	R\$ 275.305,58
2021	R\$ 584.944,15	R\$ 306.252,31	R\$ 278.691,84
2022	R\$ 592.138,96	R\$ 310.019,21	R\$ 282.119,75
2023	R\$ 599.422,27	R\$ 313.832,45	R\$ 285.589,82
2024	R\$ 606.795,17	R\$ 317.692,59	R\$ 289.102,58
2025	R\$ 614.258,75	R\$ 321.600,21	R\$ 292.658,54
2026	R\$ 621.814,13	R\$ 325.555,89	R\$ 296.258,24
2027	R\$ 629.462,44	R\$ 329.560,23	R\$ 299.902,22
2028	R\$ 637.204,83	R\$ 333.613,82	R\$ 303.591,01
2029	R\$ 645.042,45	R\$ 337.717,27	R\$ 307.325,18
2030	R\$ 652.976,47	R\$ 341.871,19	R\$ 311.105,28
2031	R\$ 661.008,08	R\$ 346.076,20	R\$ 314.931,88
2032	R\$ 669.138,48	R\$ 350.332,94	R\$ 318.805,54
2033	R\$ 677.368,89	R\$ 354.642,04	R\$ 322.726,85
2034	R\$ 685.700,52	R\$ 359.004,13	R\$ 326.696,39
2035	R\$ 694.134,64	R\$ 363.419,89	R\$ 330.714,75
2036	R\$ 702.672,50	R\$ 367.889,95	R\$ 334.782,55
2037	R\$ 711.315,37	R\$ 372.415,00	R\$ 338.900,37

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Os valores encontrados na Tabela 5 são importantes, pois foram usados na

análise de viabilidade econômico financeira do projeto e por meio da análise permitiu-se diagnosticar se a proposta trará retorno ou não.

#### 4.3 INDICADORES FINANCEIROS DO EMPREENDIMENTO

##### I. Valor Presente Líquido

Com a receita líquida anual e no fluxo de caixa, tornou-se possível calcular o Valor Presente Líquido – VPL para cada ano, no período de 20 anos do projeto, aplicando a Equação 1 descrita anteriormente utilizando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 12%. A Tabela 6 a seguir, mostra os valores obtidos para o fluxo de caixa e para o fluxo de caixa acumulando, através do método do VPL.

**Tabela 6-** Valor Presente Líquido

Ano	Fluxo de Caixa		VPL		VPL Acumulado	
2017	-R\$	1.015.317,29	-R\$	1.015.317,29	-R\$	1.015.317,29
2018	R\$	268.656,00	R\$	239.871,43	-R\$	775.445,86
2019	R\$	271.960,47	R\$	216.805,22	-R\$	558.640,64
2020	R\$	275.305,58	R\$	195.957,08	-R\$	362.683,56
2021	R\$	278.691,84	R\$	177.113,70	-R\$	185.569,86
2022	R\$	282.119,75	R\$	160.082,32	-R\$	25.487,54
2023	R\$	285.589,82	R\$	144.688,69	R\$	119.201,15
2024	R\$	289.102,58	R\$	130.775,32	R\$	249.976,48
2025	R\$	292.658,54	R\$	118.199,88	R\$	368.176,35
2026	R\$	296.258,24	R\$	106.833,69	R\$	475.010,05
2027	R\$	299.902,22	R\$	96.560,49	R\$	571.570,53
2028	R\$	303.591,01	R\$	87.275,16	R\$	658.845,70
2029	R\$	307.325,18	R\$	78.882,72	R\$	737.728,42
2030	R\$	311.105,28	R\$	71.297,30	R\$	809.025,72
2031	R\$	314.931,88	R\$	64.441,30	R\$	873.467,02
2032	R\$	318.805,54	R\$	58.244,58	R\$	931.711,60
2033	R\$	322.726,85	R\$	52.643,74	R\$	984.355,34
2034	R\$	326.696,39	R\$	47.581,48	R\$	1.031.936,82
2035	R\$	330.714,75	R\$	43.006,01	R\$	1.074.942,83
2036	R\$	334.782,55	R\$	38.870,52	R\$	1.113.813,35
2037	R\$	338.900,37	R\$	35.132,71	R\$	1.148.946,06

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

A Tabela 6 demonstrar os valores obtidos pelo método do VPL, assim leva a constatação que o projeto a partir do quinto ano já começa a apresentar valores positivos, ou seja, o empreendimento da usina de reciclagem de RCC oferecerá retorno financeiro no quinto ano de funcionamento.

O Valor Presente Líquido, no período de 2017 a 2037 foi de R\$ 1.148.946,06 sendo positivo o resultado encontrado, portanto é sendo é considerado um investimento economicamente viável.

## **II. Taxa Interna de Retorno**

Para o cálculo da TIR, conforme a Equação 2 foram utilizados os valores do Fluxo de Caixa descontado (VPL) Tabela 6, o horizonte de tempo, e o custo de implantação. Logo, encontrou-se um valor para a TIR igual a 14% a.a, no período de 2017 a 2037

Assim, pode-se afirmar que o projeto irá gerar uma taxa de retorno anual de 14% e que o mesmo deve ser aceito, pois este retorno é bem maior que a Taxa Mínima de Atratividade de 12% escolhida para está proposta de implantação da usina de RCC.

A TIR é um método vastamente recomendável para uma análise de viabilidade econômica de um projeto isoladamente como é o caso em questão, deste modo, este indicador (TIR) também atesta a viabilidade econômica da proposta do presente estudo.

## **III. Tempo de Retorno do Capital**

O cálculo do Tempo de Retorno do Capital (*Payback*) foi encontrado por meio da Equação 3 demonstrada anteriormente. Dessa forma, os valores utilizados foram o investimento líquido e as entradas médias anuais do fluxo de caixa.

Assim, o *Payback* ocorreu em 4,2 anos, ou seja, em 4 ano e 2 meses, o que comprova o rápido retorno do capital investido inicialmente. Portanto, reafirma por esse método a viabilidade econômica da implantação da usina de RCC.

**Tabela 7- Payback acumulado**

<b>Ano</b>	<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>PB Acumulado</b>
2017	-R\$ 1.015.317,29	-R\$ 1.015.317,29
2018	R\$ 268.656,00	-R\$ 746.661,29
2019	R\$ 271.960,47	-R\$ 474.700,82
2020	R\$ 275.305,58	-R\$ 199.395,24
2021	R\$ 278.691,84	R\$ 79.296,60
2022	R\$ 282.119,75	R\$ 361.416,35
2023	R\$ 285.589,82	R\$ 647.006,18
2024	R\$ 289.102,58	R\$ 936.108,76
2025	R\$ 292.658,54	R\$ 1.228.767,30
2026	R\$ 296.258,24	R\$ 1.525.025,54
2027	R\$ 299.902,22	R\$ 1.824.927,75
2028	R\$ 303.591,01	R\$ 2.128.518,77
2029	R\$ 307.325,18	R\$ 2.435.843,95
2030	R\$ 311.105,28	R\$ 2.746.949,23
2031	R\$ 314.931,88	R\$ 3.061.881,11
2032	R\$ 318.805,54	R\$ 3.380.686,65
2033	R\$ 322.726,85	R\$ 3.703.413,50
2034	R\$ 326.696,39	R\$ 4.030.109,89
2035	R\$ 330.714,75	R\$ 4.360.824,64
2036	R\$ 334.782,55	R\$ 4.695.607,19
2037	R\$ 338.900,37	R\$ 5.034.507,56

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

A Tabela 7 demonstra o PB acumulado, tornado-se possível confirmar onde ocorreu à anulação das despesas iniciais, passando para valores positivos. Todavia, percebe-se que o PB descontado é maior que o PayBack simples (fluxo de caixa), isso ocorre pois o valor presente dos fluxos de caixa gerados é sempre menor que seus valores absolutos.

#### **IV. Índice de Lucratividade**

Para o método do Índice de Lucratividade, foi feita uma comparação entre os valores presente dos fluxos futuros projetados com o capital inicial realizado, procurando assim evidenciar o resultado gerado no investimento.

O cálculo do IL deste projeto foi utilizado conforme a Equação 4, onde os valores presentes dos fluxos futuros do mesmo e a divisão pelo investimento realizado, encontrando um resultado de 1,71IL.

Segundo os critérios para a análise do indicativo, o IL apresentou valores superiores que 1, então, o investimento da proposta da usina de RCC será rentável, pois o IL é uma medida relativa em forma de índice, logo quanto maior for o valor do IL, mais atrativo torna-se o projeto.

## V. Comparativos dos indicadores

Para a proposta em questão, o critério de rentabilidade foi baseado em fluxos de caixa descontado, onde teve duas importantes características: Consideração de todos os fluxos de caixa incluindo os valores positivos e negativos ao longo de toda a sua vida útil projetada e; O uso do princípio do desconto.

Assim sendo, a análise da proposta da usina de RCC no município de Tucuruí-PA, foi examinada por meio dos indicadores financeiros, portanto, tem-se de acordo com a Tabela 8 a seguir:

**Tabela 8-** Comparativos dos indicadores

<b>TMA</b>	<b>12%</b>
TIR	14%
VPL	R\$ 1.148.946,06
PB	4,2
IL	1,71

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Assumindo uma TMA de 12% ao ano, calculou-se o VPL, TIR, PB e o IL, prontamente, a proposta da usina de RCC teve bons resultados na análise econômica:

- O investimento foi aprovado, pois a entrada de dinheiro excederá a saída de dinheiro em R\$ 1.148.946,06 (VPL);

- O capital empregado será remunerado a 14% ao ano, sendo o seu custo de 12% ao ano (TIR);
- O capital investido inicialmente será recuperado com 4,2 anos (PB), prazo esse muito atrativo;
- O Investimento deverá ser aprovado, pois para cada R\$1 de capital empregado será gerado um benefício de 1,71 (IL), destacando que o IL na proposta representa a alocação mais eficiente do capital empregado.

#### 4.4 SIMULAÇÕES DE CENÁRIOS

a) Aumento da receita bruta anual em 5% ao ano:

Para a simulação foi utilizado à receita bruta anual citada anteriormente, onde o acréscimo anual da receita era de 1,23%. Portanto, para essa hipótese a receita aumentou 5% ao ano, que teve como o seguinte resultado conforme a Tabela 9.

**Tabela 9-** Aumento da receita bruta anual

Ano	Receita Bruta Anual		Custo de Operação		Receita Líquida	
2017	-R\$	1.015.317,29	-R\$	1.015.317,29	-R\$	1.015.317,29
2018	R\$	563.880,00	R\$	295.224,00	R\$	268.656,00
2019	R\$	592.074,00	R\$	298.855,26	R\$	293.218,74
2020	R\$	621.677,70	R\$	302.531,17	R\$	319.146,53
2021	R\$	652.761,59	R\$	306.252,31	R\$	346.509,28
2022	R\$	685.399,66	R\$	310.019,21	R\$	375.380,45
2023	R\$	719.669,65	R\$	313.832,45	R\$	405.837,20
2024	R\$	755.653,13	R\$	317.692,59	R\$	437.960,54
2025	R\$	793.435,79	R\$	321.600,21	R\$	471.835,58
2026	R\$	833.107,58	R\$	325.555,89	R\$	507.551,69
2027	R\$	874.762,95	R\$	329.560,23	R\$	545.202,73
2028	R\$	918.501,10	R\$	333.613,82	R\$	584.887,29
2029	R\$	964.426,16	R\$	337.717,27	R\$	626.708,89
2030	R\$	1.012.647,47	R\$	341.871,19	R\$	670.776,28
2031	R\$	1.063.279,84	R\$	346.076,20	R\$	717.203,63
2032	R\$	1.116.443,83	R\$	350.332,94	R\$	766.110,89
2033	R\$	1.172.266,02	R\$	354.642,04	R\$	817.623,98
2034	R\$	1.230.879,32	R\$	359.004,13	R\$	871.875,19
2035	R\$	1.292.423,29	R\$	363.419,89	R\$	929.003,40
2036	R\$	1.357.044,45	R\$	367.889,95	R\$	989.154,50
2037	R\$	1.424.896,68	R\$	372.415,00	R\$	1.052.481,68

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Com o aumento da receita bruta em 5% ao ano teve-se os seguintes resultados dos indicadores financeiros:

**Tabela 10** - Indicadores financeiros com aumento da receita

<b>TMA</b>	<b>12%</b>
TIR	20%
VPL	R\$ 2.446.102,60
PB	2,1
IL	2,74

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Com a TMA (i) de 12% ao ano, a TIR teve um valor de 20%, excedendo assim a TMA o que significa que o mesmo é viável. Já o VPL R\$ 2.446.102,60 é positivo, ou seja, as receitas maiores que as despesas, o projeto é aceito. O *Payback* simples dois anos e um mês de retorno, essa medida de risco do investimento quanto menor o período mais líquido é o investimento e, portanto menos arriscado. E por fim, IL 2,74, também é considerado um ótimo resultado, pois quanto maior o índice mais atrativo torna-se o investimento no projeto.

b) Aumento das despesas em 5% ao ano:

Para a simulação deste cenário foi utilizado a receita bruta do projeto real e a despesas operacionais com o acréscimo de 5% ao ano no horizonte de tempo, anteriormente o crescimento dos valores do custo operacional era de 1,23% (taxa de crescimento populacional do município de Tucuruí).

**Tabela 11- Aumento das despesas**

<b>Ano</b>	<b>Receita Bruta Anual</b>		<b>Custo de Operação</b>		<b>Receita Líquida</b>	
2018	R\$	563.880,00	R\$	295.224,00	R\$	268.656,00
2019	R\$	570.815,72	R\$	309.985,20	R\$	260.830,52
2020	R\$	577.836,76	R\$	325.484,46	R\$	252.352,30
2021	R\$	584.944,15	R\$	341.758,68	R\$	243.185,47
2022	R\$	592.138,96	R\$	358.846,62	R\$	233.292,35
2023	R\$	599.422,27	R\$	376.788,95	R\$	222.633,32
2024	R\$	606.795,17	R\$	395.628,40	R\$	211.166,77
2025	R\$	614.258,75	R\$	415.409,82	R\$	198.848,93
2026	R\$	621.814,13	R\$	436.180,31	R\$	185.633,82
2027	R\$	629.462,44	R\$	457.989,32	R\$	171.473,12
2028	R\$	637.204,83	R\$	480.888,79	R\$	156.316,04
2029	R\$	645.042,45	R\$	504.933,23	R\$	140.109,22
2030	R\$	652.976,47	R\$	530.179,89	R\$	122.796,58
2031	R\$	661.008,08	R\$	556.688,88	R\$	104.319,20
2032	R\$	669.138,48	R\$	584.523,33	R\$	84.615,16
2033	R\$	677.368,89	R\$	613.749,49	R\$	63.619,39
2034	R\$	685.700,52	R\$	644.436,97	R\$	41.263,56
2035	R\$	694.134,64	R\$	676.658,82	R\$	17.475,82
2036	R\$	702.672,50	R\$	710.491,76	-R\$	7.819,26
2037	R\$	711.315,37	R\$	746.016,34	-R\$	34.700,98

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Com o aumento do custo de operação em 5% ao ano teve-se os seguintes resultados dos indicadores financeiros:

**Tabela 12- Indicadores financeiros aumento das despesas**

	<b>TMA</b>	<b>12%</b>
TIR		9%
VPL	R\$ 469.809,11	
PB		8,6
IL		1,17

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

A TMA de 12% ao ano, a TIR teve um valor de 9%, abaixo da taxa escolhida do projeto, portanto a Taxa Interna de Retorno menor do que a Taxa Mínima de

Atratividade, o investimento não é economicamente atrativo, pois o terá um retorno mínimo. O VPL R\$ 469.809,11 é positivo, então o projeto é viável. O PB é de oitos anos e seis meses (8,6), o tempo de retorno do capital neste caso o período é maior que o projeto atual sendo, quatros anos e dois meses. Já o IL 1,17, é considerado um bom resultado.

c) Aumento da Taxa Mínima de Atratividade em 15%

No projeto em questão a Taxa Mínima de Atratividade- TMA foi de 12%, para tanto para este teste de hipótese foi considerado uma TMA de 15% que teve os seguintes resultados dos indicadores de desempenho da análise de viabilidade do projeto:

**Tabela 13** - Indicadores financeiros aumento da TMA

<b>TMA</b>	<b>15%</b>
TIR	14%
VPL	R\$ 783.480,08
PB	4,2
IL	1,71

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Com a TMA de 15% ao ano, a TIR 14% teve um resultado um pouco abaixo que o valor do projeto real. O VPL R\$ 783.480,08 o projeto nessa hipótese também e viável, pois as receitas são maiores que as despesas. O PB 4,2 teve o mesmo tempo de retorno do capital do projeto original, sendo assim, o retorno em quatros anos e dois meses. É o IL 1,71, demonstrando o mesmo resultado do projeto real.

## CAPÍTULO V

---

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o propósito de conclusão deste trabalho, tomando por base os dados coletados junto aos órgãos responsável no município de Tucuruí, remete-se que o Tucuruí dispõe de um modelo precário de gestão de resíduos, ineficiente para atender a sua atual demanda populacional.

No município de Tucuruí, por receber por um período uma das maiores obras do Brasil, atraiu um número elevado de pessoas atrás de oportunidade de trabalho, somando-se a isso, esse fenômeno provocou um crescimento populacional fora do planejado o que culminou com a criação de inúmeros bairros e invasões, desse modo, é possível verificar como a cidade responde a esta necessidade.

Por esse motivo, a gestão dos RCC em Tucuruí apresentou diferentes carências como disposição final dos resíduos em uma área não licenciada; despejos em terrenos baldios em vários pontos da área urbana do município; deficiência de áreas de transbordo para grandes geradores; inexistência de iniciativas públicas para implantação de usinas e reciclagem de RCC; falta de iniciativas de educação ambiental e; ausência de controle de transporte de resíduos.

Na análise identificou-se que Tucuruí gera cerca de  $1.566,33 m^3$ /diário de RCC. Desse volume, segundo os órgãos responsáveis do município estimou-se que 80% são RCC de Classe A, materiais passível de reciclagem.

Para a proposta da usina de reciclagem de RCC no município de Tucuruí foi utilizado o valor anual de geração que é cerca de  $18.796 m^3$ . Os prováveis produtos da usina são brita corrida, rachão, areia reciclada e brita reciclada. A formação do preço de venda dos produtos reciclados foi de R\$ 30,00, 40% a menos do valor vendido dos agregados naturais. Assim tornou-se possível determinar a receita bruta anual do horizonte de tempo, conforme foi evidenciado na Tabela 4.

O Investimento Inicial estipulado foi de R\$ 1.015.317,29 e a viabilidade econômica do projeto foi realizada a partir da utilização do método de análise de investimento dos indicadores financeiros, VPL, TIR, PB e IL, desconsiderando a

inflação. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) adotada foi uma taxa de 12%, muito próximo da Taxa SELIC de 12,25% para o ano de 2017.

Em resumo, os resultados obtidos para a usina de reciclagem de RCC foram o VPL de R\$ 1.148.946,06 com horizonte de 20 anos, portanto positivo considerando o investimento totalmente viável. A TIR de 14% valor muito além da TMA (12%) escolhida, assim sendo este indicador também atesta a viabilidade econômica do empreendimento em estudo. O PB 4,2 anos, comprovando assim um rápido retorno do investimento do capital investido inicialmente. O IL 1,71, o valor maior que um, confirmando assim a viabilidade em questão.

E posteriormente, foram adotados outros cenários para da credibilidade a análise econômica do projeto real. Na primeira situação adotou um aumento da receita bruta anual em 5% ao ano, onde obteve o VPL de R\$ 2.446.102,60, resultado positivo, deste modo, atesta a viabilidade do empreendimento. A TIR 20%, logo, valor maior que a TMA escolhida. O PB de 2 anos e 1 meses, nesse caso o retorno torna-se mais rápido. O IL 2,74, pelas condições apresentou valor maior que um, indicado a lucratividade da proposta em relação dos investimentos totais.

Na segunda situação, aumento das despesas anual em 10%, sendo assim, o VPL R\$ 469.809,11, também apresentou valor positivo, porém o resultado foi abaixo do valor do VPL do projeto real. A TIR 9%, valor abaixo da TMA escolhida do projeto. O PB ficou em torno de 8 anos e 6 meses, apresentando um prazo maior do retorno do capital. É o IL 1,17, é avaliado como atrativo para a proposta.

Enfim, a terceira situação foi o aumento da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) em 15%. O VPL R\$ 783.480,08, positivo, a TIR 14% menor que a TMA, o PB 4 anos e 2 meses, apresentou o mesmo tempo de retorno do projeto real e o IL 1,71, apresentado também o mesmo valor do projeto original.

Diante do exposto, conclui-se que o projeto da usina de RCC no município de Tucuruí-PA é viável é do ponto de vista econômico para o horizonte de planejamento de 20 anos com rápido recuperamento do investimento inicial. Por meio das análises dos indicadores financeiros, permitiu diagnosticar se a proposta teria fundamentos econômicos, o que relativamente foi apresentado no Capítulo IV. Portanto, é constatado que o projeto é economicamente viável para a implantação da usina de RCC.

Em virtude disso, propõe-se juntamente com a proposta da usina que o município atue com medidas mitigadoras para minimizar os impactos ambientais e sociais decorrentes da geração excessiva de resíduos e disposição inadequada dos RCC, essas ações podem ser: instalação de ecopontos na cidade; aumento de período de recolhimento de entulho nos bairros e; conscientização da população.

## 5.1 PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se como trabalhos futuros:

- Elaboração de uma Política de Gestão de Resíduos de Construção Civil no Município de Tucuruí;
- Criar um sistema de informação ambiental e fiscalização eficiente para monitorar a geração dos RCC;
- Propor o estudo do custo/benefícios da implantação da usina no município.

## REFERÊNCIAS

ABENSUR, E. O. **Um modelo multiobjetivo de otimização aplicado ao processo de orçamento de capital**. *Gestão & Produção*, v. 19, n. 4, p. 747-758, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2012000400007>>. Acesso em: 2 Jan. 2018.

Alimentadores de Fornos Lippel. 1 Fotografia. Color. Disponível em: <<http://www.lippel.com.br/br/categorias/energia/queimadores-e-secadores-de-biomassa/alimentadores-de-fornos>>. Acesso em: 28 Jan. 2018.

ÂNGULO, S. C; TEIXEIRA, C. E; CASTRO, A. L; NOGUEIRA, T. P. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 229-306, jul./set. 2011.

ASSAF NETO, A. LIMA, F. G. **Curso de Administração Financeira - 2ª Ed.** – São Paulo: Atlas, 2011.

ASSAF NETO, Alexandre. **Matemática Financeira e suas Aplicações**. Atlas, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2003 – 2014**. São Paulo: ABRELPE, 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 8 Jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004** - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15113**- Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro. ABNT. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15114**- Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro. ABNT. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR 15116**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 15112:2004** – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos volumosos. Área de transbordo e triagem – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro. ABNT. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. – ABRECON. **Relatório da Pesquisa Setorial 2014/2015**. Organização: Universidade Federal do Paraná. São Paulo, 2015. Disponível em: < <http://www.abrecon.org.br/relatorio-pesquisa-setorial-20142015/>>. Acesso em: 04 Dez. 2017.

BAPTISTA JR., J. V.; ROMANEL, C. **Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras**. Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), vol.5 n°2 Curitiba Jul./Dez. 2013.

BARROS, R.T.V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.

BRASIL, **Lei Nº 12.305**. Política Nacional de Resíduos Sólidos, de 2 de Agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 30 Mar. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos**. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 2010. Disponível em<<http://www.sinduscondf.org.br/portal/arquivos/Parte1ManejoGestaodeResiduosdaConstrucaoCivil.pdf>>. Acesso em: 11 Nov. 18.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Literature review: reuse of construction and demolition waste in the construction industry**. Cerâmica, São Paulo, v. 61, n. 358, p. 178- 189, Jun. 2015.

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil. Programa Qualidade de Vida na Construção**. SINDUSCON – CE. Fortaleza, 2011. Disponível em: < <http://www.ibere.org.br/anexos/325/2664/manual-de-gestao-de-residuos-solidos---ce-pdf>>. Acesso em: 2 Jan. 2018.

CACHIM, P.; VELOSA, A. L.; FERRAZ, E. **Substitution materials sustainable concrete production Portugal**. Journal of Civil Engineering, v.18, n. 1, p. 60 -66, 2014.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção- CBIC. Banco de dados, 2016. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 26 Jun. 2017.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas, 2010.

Centrais Elétricas do Norte do Brasil-Eletronorte. 2010. **Histórico da Construção da Usina**. Disponível em: <<http://www.eln.gov.br>. Acesso em: 10 Jan. 2018.

Centrais Elétricas do Pará- CELPA. **Cobrança de tarifas**. Disponível em: <http://www.celpe.com.br/residencial/informacoes/cobranca-de-tarifas>. Acesso em: 20 Fev. 2018.

COELHO, A.; BRITO, J. **Economic viability analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – part I: location, materials, technology and economic analysis**. Journal of Cleaner Production, v. 39, p. 338-52, 2013.

Confederação Nacional da Indústria- CNI. Agência Brasil-2016. **Indicadores de competitividade da indústria**. 2016. Disponível em: <[http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/?title=&month=0&year=2016&data\\_geral](http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/?title=&month=0&year=2016&data_geral)>. Acesso em: 20 Mar. 2018.

COSTA, L.G.T.A.; PEREIRA, A.S.; COSTA, L.R.T.A. **Análise de investimentos**. Curitiba: IESDE Brasil S.A. 2012.

COSTA, L.; MENDONÇA, F. M DE; SOUZA, R. G. **O que é logística reversa**. In. VALE, R.; SOUZA, G. R. Logística reversa: processo a processo. São Paulo: Atlas, 2014.

CRUZ, June Alisson Westrab. **Gestão de custos: perspectivas e funcionalidades**. Editora Ibpex. 2012.

DEMAJOROVIC, J.; MIGLIANO, J. E. B. **Política nacional de resíduos sólidos e suas implicações na cadeia da logística reversa de microcomputadores no Brasil**. Gestão & Regionalidade, v. 29, n. 87, p. 64-80, 2013.

FILHO, P. A. J.; FARIA, C. A. PIRES, O. M. W. G.; DUARTE, L. B. E. **Investimentos em Ativos Imobilizados Para Instalação de Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil de Médio Porte da Zona Leste de São Paulo**. DESENVOLVIMENTO EM QUESTÃO Editora Unijuí • ano 14 • n. 36 • out./dez. • 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2016.36.320-351>>. Acesso em: 12 Dez. 2017.

GHIANI, Gianpaolo; LAPORTE, Gilbert; MUSMANNO, Robert (2013). **Introduction to logistics systems management**. 2. Ed. New York: WILEY. ISBN: 978-1-119-94338-9.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios De Administração Financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GOMES, H. P. **Eficiência hidráulica energética em saneamento: análise econômica de projetos**. Rio de Janeiro. ABES, 2005.

GONÇALVES, Carlos Alberto; MEIRELLES, Anthero de Moraes. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

GOOGLE MAPS [Estrada do Aeroporto de Tucuruí-PA]. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Aeroporto+de+Tucuru%C3%AD++SBTU/@3.7844343,49.7195873,788m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x92bff36d13887425:0xc9ff03cc71ae1c89!8m2!3d-3.78601!4d-49.7202988>>. Acesso em: 10 Fev. 2018.

GUARNIERI, P. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Recife: Editora Clube de Autores, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=150810&search=para|tucuru|infograficos:-historico>>. Acesso em: 20 Jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Pesquisa anual da indústria da construção**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 06 Abr. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA APLICADA-IPEA. (2012). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais, Relatório de Pesquisa**. Brasília. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf)>. Acesso em: 12 Dez. 2017.

JOHN, V.M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção**. In: CARNEIRO, A.P et al. Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção. Salvador: EDUFBA; 312 p.; 2001; p.27-45.

KONG, S; LIU, H; ZENG, H; LIU, Y. **The status and progress of resource utilization technology of e-waste pollution in China**. Procedia Environmental Sciences, v.16, n.1, p.515-52, 2012.

LEITE, Paulo Roberto, **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**/ Paulo Roberto Leite. – São Paulo: *Pearson Prentice Hall*, 2009.

LUCHEZZI, C.; TERENCE, M. C. **Logística Reversa Aplicada na Construção Civil**. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação. v. 13, n. 1, p. 144-160,.2013.

Manual (Gestão Ambiental Urbana no Brasil) – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2010.

MAQBRI. Comércio e Indústria de Máquinas Ltda. Disponível em: <<http://www.maqbrit.com.br>>. Acesso em: 10 Dez. 2017.

MARSHALL JUNIOR, I.; YOSHIKUMI, A.C.; SALAMANCHA, L.M; MACHADO, L.E. **Plano de negócios integrado: guia prático de elaboração**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 10. ed. São Paulo: Atlas , 2010.

MATARAZZO, D. C. **Análise financeira de balanços: abordagem básica e gerencial**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATTOS, A.D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: PINI, 2010.

Ministério do Meio Ambiente-MMA/Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília/DF, 17 jul. de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 03 Abr. 2017.

MIRANDA, L.F.R.; ÂNGULO, S.C.; CARELI, E.D. **A Reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. Ambiente Construtivo – v.9 p. 57-71 Edição de Jan/Mar 2009. Porto Alegre. ANTAC. 2009. ISSN 1678-862.

NEVES, M.M. CBAP Master: **Aprenda Análise de Negócios e conquiste a certificação CCBA/CBAP**. Rio de Janeiro: Brasport, 2014. Disponível em : <[https://books.google.com.br/books?id=g4jlAwAAQBAJ&printsec=copyright&hl=pt-BR&source=gbs\\_pub\\_info\\_r#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=g4jlAwAAQBAJ&printsec=copyright&hl=pt-BR&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false)> . Acesso em: 24 Jan 2018.

NUNES, K.R.A.. **Avaliação dos Investimentos nas Usinas de Reciclagem de RCC nos Municípios Brasileiros**. Tese Doutorado na Engenharia de Produção- COPPE-RJ 2004.

OLIVEIRA, V. F., OLIVEIRA, E. A. D. A. Q. **O papel da indústria da construção civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional**. The 4th International Congress on University-Industry Cooperation – Taubate, SP – Brazil – December 5th through 7th, 2012 ISBN 978-85-62326-96-7.

PADOVEZE, Clovis Luis. **Controladoria Básica**. 2° ed. Revista e atualizada. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PARÁ (Estado). **LEI Nº 7.731**, DE 20 DE SETEMBRO DE 2013. Política Estadual de Saneamento Básico. Disponível em: <<http://www.sedurb.pa.gov.br/downloads/plansanear/Lei7731>>. Acesso em: 20 Dez. 2017.

PINTO, F. L. **De Tucuruí a Belo Monte: a história avança mesmo?** Bol. Mus. Pará. Emílio Goeldi. Ciênc. hum. vol.7 no.3 Belém Sept./Dec. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S198181222012000300010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198181222012000300010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 23 Fev. 2018.

Portal de Resíduos Sólidos - PRS. **Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 2014. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-daconstrucao-civil/>>. Acesso em: 18 Dez. 2017.

Prefeitura Municipal de Tucuruí- -PMT. Histórico de Tucuruí. Tucuruí-PA, 2017. Disponível em: < <http://tucuruui.pa.gov.br/>>. Acesso em: 15 Jan. 2018.

Processadora de Resíduos Sólidos – PRS. **Reciclagem de Resíduos Sólidos**. 2014. Disponível em: < <http://prsrecicladora.com.br/>>. Acesso em: 15 Fev. 2018.

RAUBE BRITADORES. 1 Fotografia. Color. Disponível em: <([http://rauberbritadores.blogspot.com.br/2010/11/britador-movel-sobre-chasis-rebocavel\\_05.html](http://rauberbritadores.blogspot.com.br/2010/11/britador-movel-sobre-chasis-rebocavel_05.html))>. Acesso em 15 Jan. 2018.

REIS, Evandro Paes; ARMOND, Álvaro Cardoso. **Empreendedorismo**. 1. Ed., ver.- Curitiba, Pr: IESDE Brasil, 2012.

RICHARDSON, R. J.; **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

ROSS, Sthephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D. **Administração Financeira**. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

SABADO, J. O. S.; FARIAS FILHO, M. C. **Ações de sustentabilidade influenciando o isomorfismo no campo das organizações da indústria de construção civil**. REUNA, Belo Horizonte, v. 16, n. 4, p. 27-42, 2011.

SANTOS, F. F; TAMBARA JUNIOR, L.U.D; Cechin, N.F; ALMEIDA, V.L. SOUSA, M.A.B. **Adequação dos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul à Legislação de Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 4, p. 1-18, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo** [recurso eletrônico]. 1ª ed. São Paulo: SMA, 2014. 350 p. Disponível em:<<http://www.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 01 Abr. 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente; SINDUSCONSP. **Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo**. São Paulo, SMA/SINDUSCON, SÃO PAULO, 2012. 85 p. Relatório técnico.

SEBRAE. **Cenários e projeções estratégicas**. 2016. Disponível em: < [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/\\$File/7531.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/$File/7531.pdf)>. Acesso em: 25 Mar. 2018.

Secretária de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade- SEMAS. **Valores de taxa de licenciamento**. Disponível em: [https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/tabela\\_taxas\\_2018.pdf](https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/tabela_taxas_2018.pdf)>. Acesso em: 10 Fev. 2018.

Secretária Municipal de Meio Ambiente de Tucuruí-PA – SEMMA. **PLANO DE GESTAO INTEGRADA DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS - PGRSU – Tucuruí-PA**. 2014.

SILVA, A. A. **Estrutura, análise e interpretação das demonstrações contábeis**. 4 ed. São Paulo : Atlas, 2014.

SILVA, A. M.; SANTOS, A. A. V. **Reciclagem e Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil em São Luís – MA: um processo sustentável.** REVISTA DO CEDS Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB N. 1 agosto/dezembro 2014 – Semestral Disponível em:<<http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds>>. Acesso em 20 de Junho 2017.

SILVA, D. V. R. **Usina de reciclagem de entulho: uma alternativa para os resíduos de construção e demolição.** MBA Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção, Instituto de Pós-Graduação - IPOG . Florianópolis, SC, 25 de abril de 2014. ISSN 2179-5568 – Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 8ª Edição nº 009 Vol.01/2014 dezembro/2014.

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

SIMPLEX EQUIPAMENTOS. 2 Fotografia. Color. Disponível em: <<http://www.simplex.ind.br/>>. Acesso em: 20 Jan. 2018.

Sistema Firjan. **Construção Civil: desafios 2020.** Julho 2014. Disponível em: <<http://Firjan.com.br/lumis/portal/file/file/Download.jsp?fileId=4028808B4E3FB673014E3FF18D3D20D8>>. Acesso em: 30 Mar. 2018.

SOARES, M. C; MALLMANN,L. RETZKE, D . **Logística reversa aplicada à construção civil: análise dos processos de descarte em uma construtora no município de capão da canoa/rs.** Seminário de Iniciação Científica-Inovação na aprendizagem. Universidade de Santa Cruz do Sul. 2017. ISSN 2318-8685.

SOBRAL, Ricardo Franklin Cavalcanti. **Viabilidade econômica de Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil: Estudo de caso da USIBEN – João Pessoa/PB. 2012.** Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Saneamento Ambiental-PPGEUA) – Universidade Federal da Paraíba-UFPB, João Pessoa, 2012. 114p.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações.** 6 ed. 186 p. São Paulo: Atlas, 2009.

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

VARELA, J. J. **Desenvolvimento de um novo conceito de plantas de lavagem e classificação para reciclagem de material contaminado.** Rem: Rev. Esc. Minas vol.63 no.3 Ouro Preto July/Sept. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672010000300024>>. Acesso em: 15 Jan. 2018.

VERAS, L. L. **Matemática financeira: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

YIN, R.K. **Estudos de caso planejados e métodos**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

YOSHIDA, C. **Competência e as diretrizes da PNRS: conflitos e critérios de harmonização entre as demais legislações e normas**. In: PHILIPPI Jr., A. (Coord). Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo: Manole, 2012. cap. 1, p. 3-38.

## **Apêndice A-** Entrevista com os representantes da Secretária da Prefeitura de Tucuruí

- 1- Como está a situação do Município de Tucuruí-PA em relação a geração de resíduos sólidos urbanos?
- 2- Quanto de resíduos o município gera?
- 3- Como é feita a coleta desses resíduos?
- 4- Como é feita a disposição dos resíduos coletados?
- 5- E os entulhos da construção civil, quais são os procedimentos realizado pela prefeitura municipal de Tucuruí?
- 6- Os resíduos sólidos da construção civil são dispersos no mesmo espaço físico que os resíduos urbanos?
- 7- Existe algum tipo de tratamento desses resíduos por classificação conforme a resolução 307 CONAMA?
- 8- Existe algum processo de logística reversa dos resíduos?
- 9- E os impactos ambientes?
- 10- Existe alguma cooperativa de reciclagem de resíduos no município?
- 11- Diante das dificuldades relacionadas aos resíduos da construção civil, uma usina de beneficiamento destes resíduos seria de grande valia para o município?
- 12- Os agregados reciclados produzidos na usina trariam benefícios ambientais, econômico e social pra o município?
- 13- Teria mercado consumidor para os agregados reciclados?