



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA**  
**COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS AMBIENTAIS**

**Maristela Maria Moura Silva**

**ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CONTÁBEIS PARA  
IMPLEMENTAÇÃO DE EMPRESA DE  
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO  
PERNAMBUCO**

**Orientador: Prof. Dr. Valdemir Alexandre dos Santos**

**Recife  
2018**



UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS AMBIENTAIS

**Maristela Maria Moura Silva**

# **ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CONTÁBEIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE EMPRESA DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento em Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em **Desenvolvimento de Processos Ambientais**.

**Área de Concentração:** Desenvolvimento em Processos Ambientais

**Linha de Pesquisa:** Modelagem e Otimização de Processos.

**Orientador: Prof. Dr. Valdemir Alexandre dos Santos**

**Recife  
2018**

MOURA, M. M.

Análise de Variáveis Contábeis para Implementação de empresa de Reaproveitamento de Resíduos de Gesso Pernambuco / Maristela Maria Moura; Orientador: Valdemir Alexandre dos Santos, 2016.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Pró-reitoria Acadêmica. Curso de Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, 2018.

1. EVTEA, 2. Análise de custos, 3. Meio ambiente, 4. Reaproveitamento, 5. Gesso agrícola.

I. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais. Centro de Ciências e Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais.

# **ANÁLISE DE CUSTOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA EMPRESA DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO PERNAMBUCO**

**Maristela Maria Moura**

**Comissão Examinadora:**

---

**Prof. Dr. Valdemir Alexandre dos Santos (Orientador)**  
Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP

---

**Profa. Dra. Clarissa Daisy Albuquerque**  
Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP

---

**Prof. Dra. Yana Batista Brandão**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

**Defendida em** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Coordenadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Galba Maria de Campos Takaki**

“Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia; à minha família, ao meu pai, à minha mãe e aos meus irmãos.”

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, ao nosso Pai Criador que me guia, desde o início da existência, no caminho da evolução.

A seguir, ao Prof. Dr. Valdemir Alexandre dos Santos (Orientador), amigo e companheiro, que não mediu esforços para que eu alcançasse o meu mestrado.

Aos funcionários da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) que me apoiaram desde o início do trabalho até a realização dos ensaios.

Aos meus alunos que sempre me apoiaram.

Aos meus professores e amigos de profissão e de luta, que me incentivaram a trilhar o misterioso universo da pesquisa: Profa. Rita Patrícia, Prof. Cristóvão, Profa. Lucineia, Suzana entre outros.

Agradeço, também, aos meus amigos, que nunca deixaram de me apoiar, e à minha família que sempre acreditou na minha capacidade de conseguir tal feito.

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\text{Al}_2\text{O}_3$	Óxido de alumínio
$\text{CaO}$	Óxido de cálcio – Cal livre
$\text{CaSO}_4$	Sulfato de Cálcio
$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	Sulfato de cálcio hemi-hidratado - gesso
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sulfato de cálcio di-hidratado - Gipsita
$\text{CO}_2$	Dióxido de carbono
$D$	Dureza Superficial (MPa)
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Óxido de Ferro
$\text{H}_2\text{O}$	Água
$\text{H}_2\text{S}$	Gás sulfídrico
$K$	Permeabilidade ao ar ( $\text{mm}^2$ )
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
$\text{MgO}$	Óxido de Magnésio
P.F.	Perda de massa ao fogo
$\Phi_{max}$	Diâmetro máximo
$R_c$	Resistência à compressão axial (MPa)

## LISTA DE SIGLAS

CONAMA	–	Conselho Nacional de Meio Ambiente
RCC	–	Resíduos da Construção Civil
RCD	–	Resíduos da Construção e Demolição
NBR	–	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
VPL	–	Valor Presente Líquido
VAL	–	Valor Anual Líquido
VUL	–	Valor Uniforme Líquido
Mt	–	Milhões de toneladas
USGS	–	United States Geological Survey
MCS	–	Mineral Commodity Summaries
PGA	–	Polo Gesseiro do Araripe
DNPM	–	Departamento Nacional de Produção Mineral
B/C	–	Benefício/Custo
TIR	–	Taxa Interna de Retorno
TRC	–	Tempo de Retorno do Capital
IBC	–	Índice de Benefícios e Custo



# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	14
<b>1.1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
1.2.1 Minério Gipsita .....	17
1.2.2 Produção de Gesso .....	20
<b>1.3 RESERVA GIPSITA BRASILEIRA</b> .....	24
<b>1.4 PRINCIPAIS USOS DA GIPSITA E DO GESSO</b> .....	27
<b>1.5 GESSO E MEIO AMBIENTE</b> .....	30
<b>1.6 RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	32
1.6.1 Classificação dos Resíduos da Construção Civil.....	33
<b>1.7 GESSO AGRÍCOLA</b> .....	35
1.7.1 Reação do Gesso no Solo .....	36
1.7.2 Utilização do Gesso em Mistura com Calcário .....	37
1.7.3 Utilização do Gesso Agrícola no Solo .....	38
<b>1.8 RECICLAGEM DO GESSO</b> .....	39
1.8.1 Custos e benefícios do reaproveitamento do Gesso .....	39
<b>1.9 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA</b> .....	40
1.9.1 Custos fixos e variáveis operacionais.....	40
1.9.2 Métodos de avaliação de análise de investimento de reaproveitamento do gesso ....	41
1.9.3 Valor presente líquido .....	41
1.9.3.1 <i>Valor presente líquido anualizado</i> .....	42
1.9.4 Índice benefício/custo .....	43
1.9.5 Taxa interna de retorno .....	43
1.9.6 Retorno do capital.....	44
<b>1.10 REFERÊNCIAS</b> .....	45

<b>CAPÍTULO II</b> .....	49
<b>ARTIGO SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA</b>	
<b>BUILDING AND ENVIRONMENT</b> .....	49
<b>ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UMA EMPRESA DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO</b> .....	50
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	51
<b>2 METODOLOGIA DO TRABALHO</b> .....	52
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	55
3.1 Localização.....	55
3.2 Análise de Mercado .....	56
3.3 Processo de Produção.....	56
3.4 Análise de Investimentos .....	57
3.4.1 Investimento existente e projetado.....	59
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	61
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62
<b>CAPÍTULO III</b> .....	64
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	65
<b>ANEXOS</b> .....	66

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1</b> – Variedades do minério gipsita encontradas no Araripe de Pernambuco: a) Pedra ruim; b) rapadura; c) alabastro branco; d) alabastro rosa; e) pedra branca; f) cocadinha .....	18
<b>Figura 2</b> – Fórmula do di-hidratado e hemidrato.....	21
<b>Figura 3</b> – Polo Gesseiro do Araripe. ....	25
<b>Figura 4</b> – Cadeia Produtiva do Gesso .....	29
<b>Figura 5</b> – Classificação de Resíduos. ....	33
<b>Figura 6</b> – O Gesso é um Condicionador de Solo .....	36

### CAPÍTULO II

<b>Figura 1</b> – Gestão dos resíduos de gesso para levá-los à área agrícola .....	56
--	----

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1</b> – Reserva e Produção Mundial Gipsita.....	19
<b>Tabela 2</b> – Distribuição Das Minas No Brasil .....	24
<b>Tabela 3</b> – Evolução da Produção Brasileira de Gipsita (T).....	25
<b>Tabela 4</b> – Materiais simples: perdas detectadas .....	32

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1</b> – O custo total anual de uma empresa virtual de reaproveitamento de resíduos de gesso e suas variáveis contábeis. ....	53
<b>Tabela 2</b> – Descrição dos resultados esperados até a empresa virtual alcançar uma estabilidade econômica utilizando-se um prazo de 3 anos .....	54
<b>Tabela 3</b> – Resumo dos valores obtidos em uma avaliação econômica .....	54
<b>Tabela 4</b> – Itens e expressões de cálculo utilizadas nas estimativas dos custos fixos.....	58
<b>Tabela 5</b> – Itens e expressões de cálculo utilizadas nas estimativas dos custos variáveis .....	59
<b>Tabela 6</b> – Itens, Variáveis contábeis relevantes e expressões de cálculo utilizados nas estimativas adicionais .....	60

## RESUMO

O alto crescimento que decorreu no campo da construção civil e mineração, atualmente, nos estados brasileiros, veio causar uma nova problemática que é o descarte ilegal e a falta de um gerenciamento dos resíduos sólidos de construção e demolição. O gesso, sendo um dos insumos utilizados pela construção civil, durante seu processo de aplicação resulta em resíduos poluentes, nocivos ao meio ambiente, e tem trazido inúmeros problemas para a sociedade. Dentre tais problemas, destacam-se a obstrução de encostas, causando deslizamento de barreiras nos períodos de chuvas, a ocupação irregular de terrenos públicos pela população carente, com riscos de desabamento, a proliferação de vetores de doenças como a dengue, devido à retenção de água de chuva em terrenos baldios, entre outros. Os resíduos de gesso podem ser utilizados nas funções de baixar a toxidez de um elemento muito presente em solos tropicais, o alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) e reter a umidade do solo para liberar água nas épocas de falta de chuvas. Na aplicação do gesso, quando este reage com a água, o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) separa-se do sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Este último reage com o alumínio, neutralizando-o juntamente com sua toxidez, impedindo, assim, a baixa produtividade do solo. O objetivo deste trabalho foi analisar economicamente a implementação para uma empresa de reaproveitamento de resíduos de gesso no estado de Pernambuco. Os métodos utilizados são a viabilidade econômica que possui estimativas de custos para verificar o lucro e o custo unitário do processo de reaproveitamento. O VPL de R\$ 112.562,03 com retorno de 4,75 anos de investimento com 18% para amortização do investimento. A taxa interna de retorno para os analistas que foi de 65% na taxa do projeto sendo um bom resultado, por estar acima da média de 9%, no investimento de R\$ 732.751,14. Como resultado, verificou-se um sistema dinâmico e a viabilidade econômica que se enquadra nas realidades de cooperativas e municípios de pequeno e médio portes que passaram um material renovável que poderá requalificar os seus solos de maneira econômica e sustentável.

**Palavras-Chave:** EVTEA, Análise de custos, Meio ambiente, Reaproveitamento, Gesso agrícola.

## ABSTRACT

The high growth that occurred in the field of construction and mining currently in the Brazilian states, has caused a new problem that is illegal disposal and the lack of a solid waste management of demolition, with gypsum being one of the most used inputs by civil construction, And of the minerals most used in Brazil, both by industry and agriculture, in recent years, which during its application process results in polluting waste, harmful to the environment, have brought numerous problems for society, among which the following stand out: Proliferation of vectors of diseases such as dengue, obstruction of slopes causing rainfall, irregular occupation of public lands by the needy population, with risks of collapse, among others. The recycling of materials obtained by the disposal of solid wastes in specific gypsum can be reused in several ways, one of these in agriculture, gypsum has the primary function of lowering the toxicity of a very present element in tropical soils, aluminum ( $Al^{3+}$ ). In the application of gypsum, when it reacts with water, calcium ( $Ca^{2+}$ ) separates from sulphate ( $SO_4^{2-}$ ). The latter reacts with the aluminum, neutralizing it. With the toxicity of aluminum, thus prevented the low productivity of the soil. The objective of this work was to analyze economically the implementation for a company of reuse of gypsum waste in the state of Pernambuco. The methods used are the economic viability that has cost estimates to verify the profit and the unit cost of the reuse process. The NPV of R \$ 112,562.03 with a return of 4.75 years of investment with 18% for amortization of the investment. The internal rate of return for analysts was 65% in the project rate being a good result, being above the average of 9%, in the investment of R \$ 732,751.14. As a result, there was a dynamic system and the economic feasibility that fits the realities of cooperatives and municipalities of small and medium size that have passed a renewable material that can requalify their soils in an economical and sustainable way.

**Keywords:** Plaster, Variáveis Contábeis, Economic Viability, Recycling.

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUÇÃO

A cada dia, aumenta a necessidade de uma nova ideia e o surgimento de novas normas que tragam regras de reutilização de matéria-prima de forma sustentável. Tais exigências são definidas para diversos tipos de resíduos como os produzidos nas atividades da construção civil. A Resolução Nº 307, editada em 05/07/2002 pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, de acordo com Sobral (2012) estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos a serem adotados com vistas à implementação de uma política de gestão de Resíduos da Construção Civil (RCC). A referida resolução tem como intuito reduzir, nos centros urbanos, os impactos causados pelos mesmos. Um desses resíduos merece destaque por sua capacidade de reciclagem ou reaproveitamento – o gesso (RIBEIRO, 2006).

A matéria-prima para a fabricação do gesso é o minério gipsita. O E.U.A., a Tailândia e o Brasil possui a maior reserva mundial desse minério, observando-se um diferencial em relação aos outros produtores de gipsita, da América do Sul, e pela pureza desse mineral brasileiro, de cerca de 98% (OLIVEIRA, 2016). As reservas brasileiras de gipsita concentram-se na região Nordeste, mais precisamente no estado de Pernambuco, que fornece mais de 90% do gesso produzido no país. Além disso, as reservas de gipsita nas proximidades de Pernambuco permitem a exploração deste minério a céu aberto, ou seja, de fácil manuseio na superfície (BALTAR, 2013).

Devido às suas características e propriedades, o gesso possui diversas aplicabilidades, em um número próximo de 30, sendo ainda inferior o seu uso quando comparado a países como a França, Alemanha e Estados Unidos, onde o número dessas aplicações chegam a 400. No Brasil, o gesso é principalmente, aplicado na fundição, dando origem a pré-moldados para aplicação na construção civil. Neste caso, são comuns entre os pré-moldados de gesso: placas para tetos, decoração de interiores, blocos de divisórias, gesso a cartonado, placas para rebaixamento de teto, painéis para divisórias, entre outros (HEMPE; HEMPE, 2015). Outra forma de uso do gesso na construção civil é o gesso de revestimento que pode ser aplicado manualmente ou com auxílio de máquinas de projeção.

Até 2011, os resíduos de gesso eram classificados como de classe “C” pela Resolução 307 do CONAMA de 2002. Para essa classe de resíduos não estariam disponíveis tecnologias economicamente viáveis para sua reciclagem e/ou reaproveitamento. Em 2011, foi divulgada uma nova Resolução, a CONAMA 431, com um novo texto em que os resíduos de gesso passaram a ser considerados recicláveis e, portanto, reclassificados como de classe “B”.



Estudos realizados na última década mostraram que os resíduos de gesso podem ser reciclados inúmeras vezes, sem perder as suas características (RIBEIRO, 2006). Essa reciclagem é feita em duas etapas: a moagem e a calcinação, sob condições especiais de temperatura e pressão e, após essas etapas, este gesso pode voltar ao processo produtivo novamente. Quando o material é submetido somente à moagem, este pode ser utilizado como fertilizante e destinado à agricultura (BAIRAGI *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2015)., onde é utilizado como corretivo da acidez do solo, ou até mesmo como um constituinte do cimento no qual tem a função de tornar mais lenta a pega, ou endurecimento do mesmo.

A presente dissertação faz uma análise da viabilidade econômica de se implantar uma empresa de reaproveitamento de resíduos de gesso na agricultura familiar de pequenos agricultores. Para isso, foram levantados os custos de coleta e preparação dos resíduos no processo de reutilização por pequenos agricultores.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 Minério Gipsita

A Gipsita *in natural* é um minério basicamente constituído pelo sulfato de cálcio di-hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Em tipos de afloração deste minério, pode ocorrer só mundo, que este possua contaminantes provenientes do solo, mas que não causam nenhuma modificação nas características do produto final, o gesso. As principais jazidas de extrações desse minério encontra-se no Polo Gesseiro de Araripe/PE (BALTAR *et al.*, 2003; CANUT, 2006).

Segundo Pereira (1973) apud Ribeiro (2006), a gipsita é uma rocha sedimentar composta basicamente por sulfato de cálcio. Os depósitos de gipsita, matéria-prima utilizada para a fabricação do gesso, têm sua origem na precipitação do sulfato de cálcio contido em águas marinhas submetidas à evaporação. Baltar *et al.* (2005) relatam que a gipsita é extraída quando está subterrânea ou a céu aberto, utilizando-se métodos e equipamentos convencionais. O minério da gipsita pode ser encontrado em diversas formas e cores. No Brasil, os principais depósitos de gipsita, encontram-se na Região do Araripe em Pernambuco. As principais variedades do minério gipsita encontradas nestas minas, são estas:

- Anidrita ou Pedra Ruim (Figura 1 – a) – Variedade com coloração incolor, branco, azul, violeta, cinza-escuro;
- Rapadura (Figura 1 – b) - Variedade estratificada que apresenta filmes milimétricos de argila verde;
- Alabastro (Figura 1 – c-d) – Variedade maciça e transparente, muito utilizada em esculturas. O que se caracteriza por apresentar problemas na calcinação devido ao seu caráter fibroso que promove anisotropia;
- Pedra branca, ou estrelinha (Figura 1 – e) – Variedade mais pura, com a coloração branca, gipsita que apresenta cristais radiados em forma de estrela;
- Cocadinha (Figura 1 – f) – Variedade com um tipo de gipsita estratificada com raros filmes de argila verde.

**Figura 1** – Variedades do minério gipsita encontradas no Araripe de Pernambuco: a) Pedra ruim; b) rapadura; c) alabastro branco; d) alabastro rosa; e) pedra branca; f) cocadinha



**Fonte:** ITEP (2005)

O minério de gesso ou gipsista, ou sulfato de cálcio di-hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), apresenta várias características que são bem descritas por Ageleri, Cardo e Santos (1982):

- i) Possui uma composição química teórica correspondente a 32,5% de CaO, 46,6% de  $\text{SO}_3$  e 20,9% de água;
- ii) cristaliza-se no sistema monoclinico, com morfologia lamelar ou tabular;
- iii) Apresenta densidade que varia de  $2.300 \text{ kg/m}^3$  a  $2.370 \text{ kg.m}^{-3}$
- iv) Sua dureza oscila entre 1,5 e 2,5 na escala Möhs;

- v) Não se funde, decompõe-se em CaO e SO<sub>3</sub> quando aquecidos entre 900°C e 1200°C;
- vi) É solúvel em ácido clorídrico e levemente solúvel em água e;
- vii) quando puro tem a cor branca ou incolor, podendo apresentar tonalidades de cinza, marrom, amarelo, rosa e azul, dependendo das impurezas presentes.

A utilização principal do numérico está na construção civil sendo a gipsita também utilizada no setor agrícola e em outros setores, dos quais na Tabela 1 a seguir demonstra-se o consumo do minério e as principais reservas mundiais.

**Tabela 1 – Reserva e produção mundial da gipsita**

<i>Discriminação</i>	<i>Reservas(10<sup>3</sup> t)</i>		<i>Produção (10<sup>3</sup> t)</i>		
	<i>Países</i>	<i>2014<sup>(p)</sup></i>	<i>2013<sup>(r)</sup></i>	<i>2014<sup>(p)</sup></i>	<i>(%)</i>
<b>Brasil</b>		400.000	<b>3.330</b>	<b>3.450</b>	<b>1,4</b>
China		Nd	129.000	132.000	53,7
EUA		700.000	16.300	17.100	7,0
Irã		Nd	15.000	13.000	5,3
Turquia		Nd	8.300	8.300	3,4
Espanha		Nd	6.400	6.400	2,6
Tailândia		700.000	6.300	6.300	2,6
Japão		Nd	5.500	5.500	2,2
Rússia		Nd	5.100	5.300	2,2
México		Nd	5.090	5.000	2,0
Itália		Nd	4.100	4.100	1,7
Índia		69.000	4.690	3.500	1,4
Austrália		Nd	3.540	3.500	1,4
Omã		Nd	2.790	3.000	1,2
França		Nd	2.300	2.300	0,9
Outros países		Nd	27.260	27.250	11,1
<b>TOTAL</b>		<b>Nd</b>	<b>245.000</b>	<b>246.000</b>	<b>100,0</b>

**Fonte:** DNPM/DIPLAM/AMB; USGS: Mineral Commodity Summaries – 2015. (p) dado preliminar; (r) revisado; (nd) dado não disponível.

As reservas de gipsita são abundantes na maior parte dos países produtores, no entanto boa parte dos dados sobre reservas internacionais não estão disponíveis. A produção mundial de gipsita em 2014 foi de 246 milhões de toneladas (Mt), um aumento de apenas 0,4% em relação ao ano de 2013, segundo o United States Geological Survey – USGS. A China continua sendo o país que mais produz gipsita (132 Mt), representando 53,7% de toda a produção de 2014. Segundo o Mineral Commodity Summaries – MCS (2015), o Brasil é o maior produtor de gipsita da América do Sul e o 13º do mundo, com uma produção em 2014 de aproximadamente 3,4 Mt. Esse valor representou 1,4% do total mundial, do qual a sua maior reserva de gipsita natural está em Pernambuco, no Polo Gesseiro do Araripe (PGA) que corresponde a 84,3% da produção nacional.

## 1.2.2 Produção de Gesso

As impurezas em um minério gipsita são completamente indesejadas, pelo fato de reduzir o teor de semi-hidratatos e anidritas do mineral, os quais são essenciais em suas características.

O teor de minérios silicosos, calcário, dolomito, anidrita, argilo-minerais, halita, silvita, sais e montmorillonita, deverá, sempre que necessário, passar por processo de verificação para evitar impurezas. Segundo Angeleri, Cardoso e Santos (1983), desenvolveram pesquisas sobre gesso de gipsita e recomendaram que o teor de impurezas no minério de gipsita seja, no máximo, de 15%, sendo, que nesta composição são aceitáveis os teores máximos de 0,03% de cloretos alcalinos, de 0,03% de sulfatos hidratados (epsomita e mirabilita) e de 2% de montmorillonita.

A produção industrializada do gesso, de acordo com Ribeiro (2006), é constituída por cinco etapas:

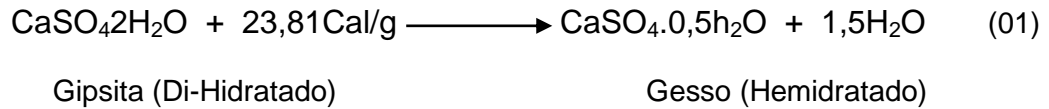
- i) A extração da gipsita;
- ii) Acominuição, que consiste no processo de britagem e rebritagem da gipsita para adequar a granulometria do minério às necessidades do forno de calcinação;
- iii) A calcinação, na qual o material é levado ao forno e, do qual a temperatura necessária, obtêm-se variados tipos de gesso;
- iv) A pulverização, gesso em forma de pó fino é produzido a partir do material calcinado, passado por moinhos especiais combinados com crivos que asseguram uma granulometria adequada para a sua aplicação;
- v) Seleção em frações granulométricas e embalagem em conformidade com Associação Brasileira de Normas e Técnicas (NBR) 13207/94.

O minério gipsita, quando aquecido até uma temperatura de 1250°C apresenta as cinco etapas de transformação:

- 1 - À temperatura ambiente, o minério é essencialmente sulfato de cálcio di-hidrato;
- 2 - À temperatura de 60°C, inicia-se a perda de água e da cristalização que está presente na formação da gipsita com a formação de um semi-hidrato (SINGH, N. B.; MIDDENDOR, 2007). Dependendo da temperatura e pressão do processo, com teor de água que varia entre 0,15 e 0,66 moles, sendo o semi-hidrato, caracterizado pela presença de meio mol de molécula de água uma forma particular intermediária de grande interesse comercial pela sua

estabilidade química. Os graus de hidratação e cristalinidade do produto estão associados ao processo de obtenção e condições de tratamento térmico de desidratação.

A fórmula do di-hidratado como está representado na Figura 1 abaixo (RIBEIRO, 2011):

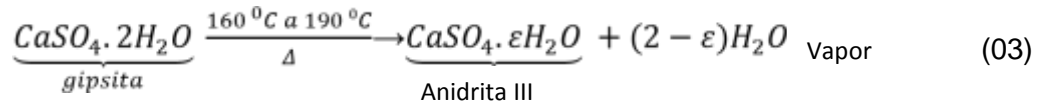
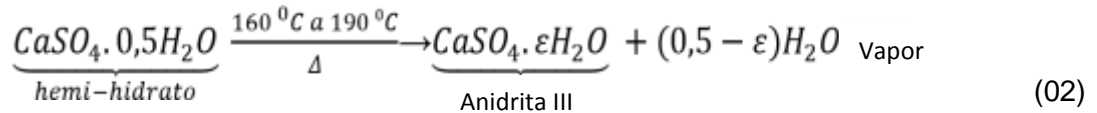


Nos Processos industriais devido à busca por uma velocidade operacional, se utiliza uma temperatura de (120 e 140°C). Assim a desidratação será realizada em autoclave, gerando um produto com uma caracterização por cristais com formatos semi-hidrato, que são definidos como gesso alfa ( $\alpha$ ). Os cristais são compactos e facilmente solúveis em água, resultam em formatos predefinidos, originando pastas de alta fluidez e peças com alto desempenho mecânico (PERES; BENACHOUR; SANTOS, 2008).

Com a remoção da água dos cristais de gipsita e à pressão atmosférica se dá a formação do gesso beta ( $\beta$ ) por uma saída brusca de água, a cristalização, e que ocorre da reação do gesso beta possui uma formação trigonal (RIBEIRO, 2011) e apresenta morfologia caracterizada por cristais pontiagudos, desordenados com interfaces relativamente fracas (REYNAUD *et al.*, 2006).

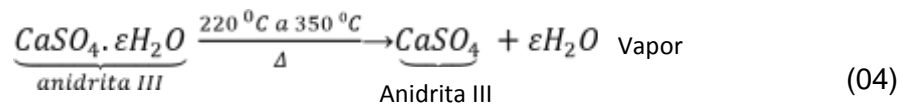
A pedra branca, mais pura e com menos contaminantes externos, é usada na produção do gesso alfa e os tipos alabastro e anidrita são empregados na fabricação de gesso beta, cimento e na agricultura, onde o minério é moído e não calcinado. A gipsita tipo “cocadinha” é utilizada na produção dos gessos tipo beta e alfa (BALTAR *et al.*, 2003).

3 – Segundo Soraya (2011), a anidrita III, ou anidrita solúvel, é a etapa intermediária entre os hemi-hidratos e a anidrita II. É formada quando a temperatura atinge o intervalo de 160°C a 190°C, segundo as reações de transformação das Eq. 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. A sua fórmula  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  indica que o constituinte possui um teor pequeno de água de cristalização variável entre  $0,06 < 0,11$  (SNIP, 1982 apud JOHN; CINCOTTO, 2007; SORAYA, 2011).

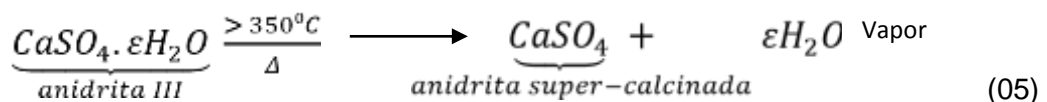


A anidrita III, Eq. 03, é instável, altamente reativa e ávida por água. Sua reversão em hemihidrato é bastante rápida, reage com a própria umidade do ar. Após a fase de estabilização, um pequeno percentual de anidrita III pode estar presente no gesso.

A anidrita II, Eq. 04, ou anidrita insolúvel, é obtida pelo aquecimento da gipsita em temperatura de 220°C para o hemi-hidrato e 350°C para o hemi-hidrato-β (gesso de construção). A reação de transformação é representada pela Eq. 04, e sua fórmula é CaSO<sub>4</sub> (SNIP, 1982; JOHN; CINCOTTO, 2007).



Segundo Soraya (2011), quando produzida em temperaturas superiores a 350°C, a anidrita II é denominada de anidrita supercalcinada, possui baixa reatividade podendo levar até sete dias para se hidratar.



Entre as temperaturas de 700°C e 800°C, outro tipo de anidrita II é obtido, denominada de “anidrita calcinada à morte”; possui uma reatividade mais baixa que a anidrita supercalcinada, hidratando-se somente após alguns meses, de acordo com Eq. 06 (JOHN; CINCOTTO, 2007 apud SORAYA, 2011).

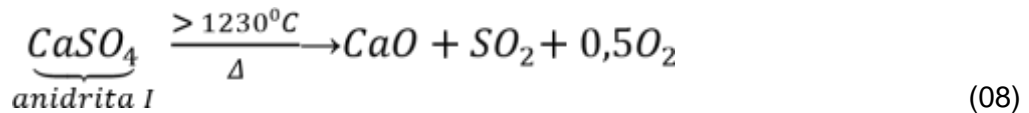


A hidratação da anidrita II é lenta e consome duas moléculas de água, o que proporciona diminuição na porosidade do gesso e, conseqüentemente, aumento na resistência mecânica e na dureza do material (JOHN; CINCOTTO, 2007 apud Soraya 2011).

A anidrita I, Eq. 07, denominada anidrita de alta temperatura ou anidrita, é o produto obtido da calcinação da gipsita em temperaturas de 800°C a 1230°C; caracteriza-se por ser uma fase impura, contaminada por óxido de cálcio, cujo processo de decomposição pode ocorrer à temperatura de 800°C (SNIP, 1982 apud JOHN; CINCOTTO, 2007; SORAYA 2011).



Na temperatura 1230°C, ocorre a decomposição da anidrita I, Eq. 08, em óxido de cálcio e anidrido sulfúrico.



4 – De acordo com Peres, Benachour e Santos (2008), quando se atingem temperaturas de calcinação, acima de 1250°C, a anidrita se decompõe em óxido de cálcio e anidrido sulfúrico.

Segundo Hincapié e Cincotto (1997), as seguintes propriedades específicas do gesso obtido em um processo controlado, garantem um excelente desempenho na sua aplicação:

- Elevada plasticidade da pasta;
- Pega e endurecimento rápido ou lento (dependendo de sua utilização);
- Finura equivalente ao cimento;
- Pequeno poder de retração;
- Estabilidade volumétrica.

A propriedade de absorver e liberar umidade confere aos revestimentos de paredes em gesso uma elevada capacidade de promover, ao ambiente, um adequado equilíbrio higroscópico, além de funcionar como inibidor de propagação de chamas, liberando moléculas d'água quando em contato com o fogo, dificultando a sua propagação.

Por outro lado, devido à solubilidade do gesso (1,8° GL), a utilização deste material puro fica restrita a ambientes interiores e onde não haja contato direto e constante com água (áreas molhadas, percolação e contatos externos).

No entanto, já se utilizam gesso e artefatos impermeabilizados conhecidos como materiais hidrofugados que na sua fabricação são adicionados compostos químicos que inibem a absorção de água, e podem ser utilizados em áreas molhadas e com percolação de água. Alguns fatores devem ser observados quando da utilização do gesso na construção civil, tais como:

- Alto poder oxidante do gesso quando em contato com componentes ferrosos;
- Alto poder expansivo das moléculas de estringia, formada quando misturado o gesso com o cimento em fase de hidratação.



### 1.3 RESERVA GIPSITA BRASILEIRA

As principais reservas gipsita do Brasil, estão associadas às seguintes bacias sedimentares que englobamos respectivos estados: Amazônica (Amazonas e Pará); do Parnaíba (Maranhão e Tocantins); Potiguar (Rio Grande do Norte); do Araripe (Piauí, Ceará e Pernambuco); e do Recôncavo (Bahia) (BRASIL, 2001). Essas estão distribuídas por um grande grupo de minas que estão descritas na (Tabela 2), demonstrando as minas que possuem atividades e as que estão em processo de paralisação de suas atividades por vários critérios que sejam estruturais, de desativamento por tempo de utilização ou por falta de investimento.

**Tabela 2 – Distribuição das Minas no Brasil**

UF	Número de Minas	Ativas	Paralisadas
AM	1	1	0
BA	3	0	3
MA	11	3	8
PI	2	0	2
PE	55	37	18
CE	4	2	2
TO	2	1	1
PA	0	0	0
TOTAL/BR	<b>78</b>	<b>44</b>	<b>34</b>

Fonte: DNPM – 4º. Distrito

Como descrito na Tabela 2, Pernambuco é o estado brasileiro que possui a maior quantidade de minas ativas do país e também de minas inativas que estão localizadas no pólo do Araripe. Conforme reportagem do Jornal *Diário de Pernambuco* “Supremacia pernambucana na produção” (2016), Pernambuco é o maior produtor de gipsita do Brasil. O país conta com quatro principais estados produtores (Pernambuco, Maranhão, Ceará e Tocantins), mas é do estado de Pernambuco que saem 97% do produto. No estado, a matéria-prima é produzida principalmente em Araripina, Trindade, Ouricuri, Ipubi e Bodocó. O pólo gesso pernambucano como um todo engloba dez municípios e emprega diretamente 9.660 trabalhadores. Indiretamente são 51.700 empregados.

Esta evolução da produção gipsita brasileira pode ser observada na Tabela 3, de acordo com o relatório da DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral.

**Tabela 3 – Evolução da produção brasileira de gipsita (T)**

ANO	2005	2006	2007	2008	2009
<b>PRODUÇÃO (t)</b>	1.582.248	1.711.671	1.923.119	1.940.000	2.013.000
<b>VALOR (R\$ mil corrente)</b>	18.306,00	22.885,00	23.167,00	34.920,00	38.247,00

Fonte: DNPM – 4º. Distrito

A viabilidade de exploração econômica das reservas de gipsita depende de alguns fatores, como a sua localização em relação aos centros consumidores, a existência de infraestrutura, a facilidade de exploração (minas de superfície ou subterrâneas) e a pureza de seu minério.

O estado do Pará possui alguns desses fatores impeditivos, como a distância dos centros consumidores, a deficiência de infraestrutura e as restrições ambientais, devido à localização no interior de uma floresta nacional (BRASIL, 2001; 2009); a região de Camamú, no estado da Bahia, desponta como uma região com grandes perspectivas para exploração econômica, como a proximidade com os centros consumidores e o grande potencial de suas jazidas subterrâneas. Entretanto, algumas restrições técnicas relacionadas à extração vêm retardando o processo de exploração na região (BRASIL, 2009).

Em 2001, estimou-se que as reservas que possuíam melhores condições de exploração econômica eram as da bacia do Araripe, principalmente as localizadas no estado de Pernambuco, no Polo Gesseiro do Araripe (Figura 3), constituído pelos municípios de Araripina, Bodocó, Exu, Ipubi, Ouricuri e Trindade (BRASIL, 2001).

**Figura 3 – Polo Gesseiro do Araripe.**

### Pólo Gesseiro do Araripe



Fonte: FUNDAÇÃO ARARIPE (2001).

A grande participação do estado de Pernambuco na produção nacional de gipsita e gesso se deve ao desenvolvimento do Pólo Gesseiro do Araripe, onde o minério é extraído e beneficiado por 37 minas, 100 calcinadoras e 300 pequenas produtoras de artefatos (SORAYA, 2011). Assim, justifica a projeção que veio ocorrer no processo produtivo do Pólo do Araripe, que colocou Pernambuco como pilar da produção gipsita do Brasil.

## 1.4 PRINCIPAIS USOS DA GIPSITA E DO GESSO

A gipsita natural, matéria-prima básica, é o ponto de partida para a obtenção dos produtos resultantes deste minério. A gipsita dá origem ao gesso e com a variação de temperatura pode se obter gesso tipo beta ( $\beta$ ) de fundição e revestimento, gesso e o tipo alfa ( $\alpha$ ), e quando *in natura*, sem nenhum processamento térmico, gesso agrícola (DANA, 1969). A transformação da gipsita no produto *in natura* se constitui na etapa mais elementar, dentre as três relacionadas. A sua utilização resultante encontra-se no setor agrícola no qual é empregada para a correção de solos alcalinos, garantindo melhorias na produtividade. Em virtude da expansão da agricultura no país, tal segmento vem ganhando importância no bojo da atividade. No caso da Construção Civil, o gesso retarda o tempo de pega do cimento, permitindo maior tempo de trabalhabilidade em seu uso (NEVILLE, 1997; BAUER, 1999).

Outros dois subprodutos do gesso resultam do processo de calcinação, nos quais os investimentos em tecnologia e melhoria técnica vêm se concentrando. Segundo Sobrinho (2002), resulta da calcinação realizada à pressão atmosférica. O gesso tipo  $\alpha$  é o mais nobre de todos. Resulta da calcinação em sistema de autoclave, com injeção de vapor, ou por desidratação da gipsita em meio aquoso (SOBRINHO; 2002). A tecnologia e investimentos, necessita de um maior investimento, de processos mais complexos e maior controle de qualidade da matéria-prima e do produto final.

O consumo de gipsita e gesso, já está consolidado em algumas regiões no Brasil de forma crescente e continuada nos últimos dez anos. O crescimento do consumo tem se evidenciado, principalmente, nos setores da construção civil e agrícola (CANUT, 2006):

**Construção Civil** – São utilizados produtos pré-fabricados como pranchas, blocos e placas, sancas, roda teto, e gesso para paredes e tetos;

**Fabricação do cimento** – A indústria cimenteira, a maior consumidora da gipsita, é adicionada ao cimento Portland na etapa de moagem do clínquer para diminuir o tempo de pega instantânea do  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$  (aluminato tricálcico) durante a desidratação do cimento, onde a gipsita é responsável pelo retardo da pega de materiais confeccionados à base de cimento (CANUT, 2006).

**Gesso de revestimento** – O gesso apresenta propriedades extremamente atraentes para o uso como revestimento, tais como, a aderência em vários tipos de substratos, rapidez de endurecimento na execução dos serviços e proporcionar um excelente acabamento final nas paredes e tetos de construções, dispensando o uso de outro material de acabamento como massa corrida (SATO et al., 2001), valendo ressaltar que a sua aplicação em ambientes

externos não é recomendada, devido à sua relativa alta solubilidade na presença de água, a não ser se o gesso for aditivado com produtos hidrofúngos (não absorventes de água).

**Pré-moldados:** o gesso é, principalmente, utilizado na produção de artefatos de placas para forro e chapas acartonadas. As placas para forro destacam-se por proporcionarem um fechamento rápido, de fácil execução, e que permitem acesso para a manutenção das instalações elétricas e hidráulicas e variações da configuração para ajuste do nível de desempenho final (SILVA; SILVA, 2004).

**Agricultura** – Utiliza-se a gipsita moída, conhecida como gesso agrícola, para neutralizar os solos alcalinos, para melhorar a permeabilidade dos solos argilosos, para contribuir com a disponibilização do enxofre em sua composição.

**Química** – A gipsita pode ser utilizada como matéria-prima para produção de enxofre, ácido sulfúrico, cimento, em ração animal e sulfato de amônio.

**Papel** - O gesso pode ser utilizado como carga na produção de papel.

**Tintas** - O gesso pode ser utilizado como carga para tintas.

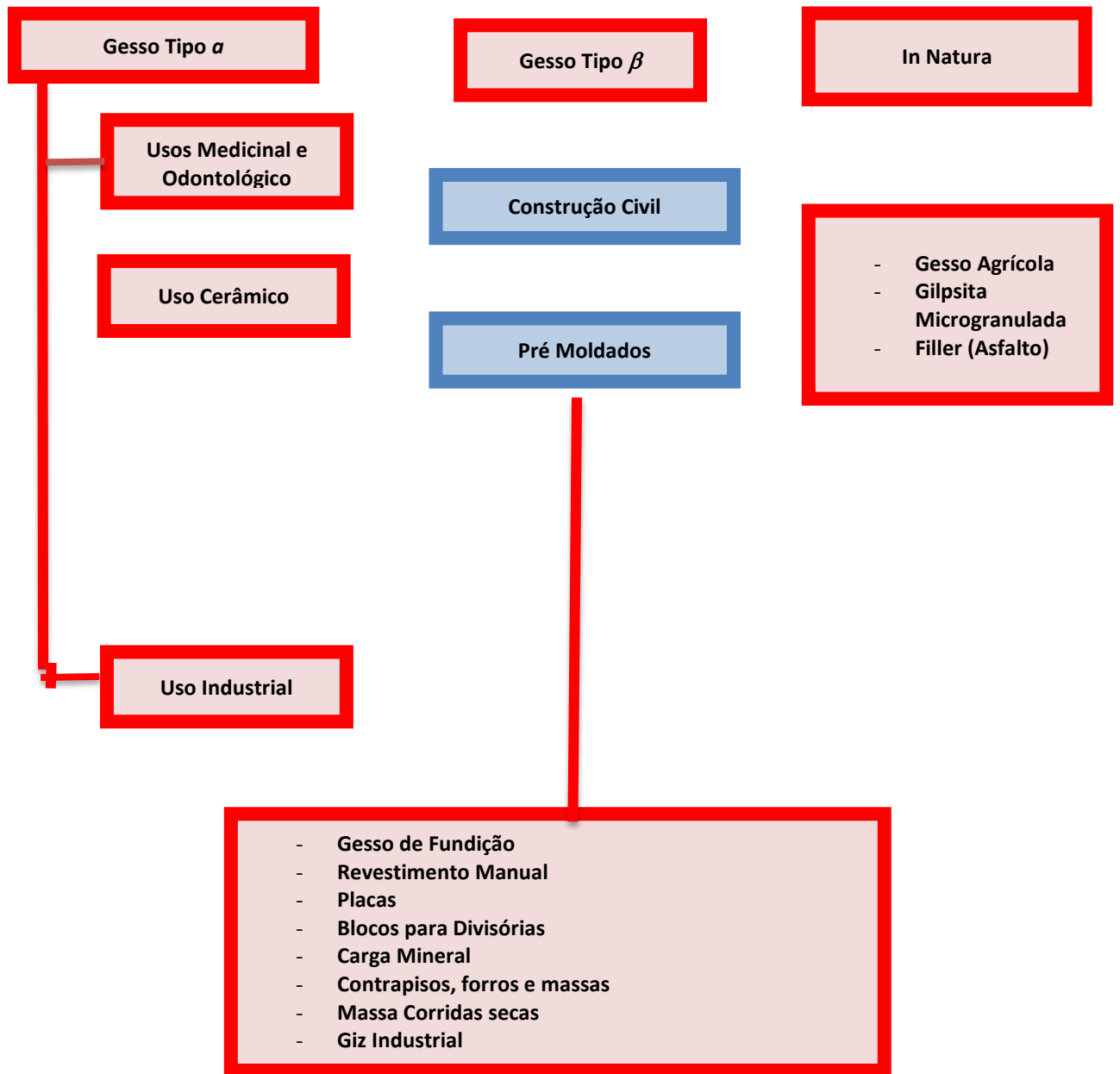
**Tratamento de água** - O gesso pode ser utilizado para modificar a qualidade da água principalmente na correção da dureza.

**Cerâmica** – O gesso é utilizado na indústria cerâmica principalmente para a confecção de moldes para a fabricação de louças sanitárias e o processo de prensagem como as fabricantes de louças de mesa.

**Medicina** – O gesso é utilizado na elaboração de próteses moveis (odontologia), ataduras pré-gessadas (ortopedia), ataduras corretivas (clínicas de estética).

A Figura 1.16 resume as principais aplicações do gesso *in natura*, gesso alfa ( $\alpha$ ) e gesso beta ( $\beta$ ), em diferentes cadeias de uso.

Figura 4 – Cadeia Produtiva do Gesso



Fonte: Nordeste 2002 – Competividade Auto-sustentada. FGV Consulting.

## 1.5 GESSO E MEIO AMBIENTE

A geodiversidade trazida pelas bacias sedimentares possibilita uma enorme abundância de minério gipsita, e outros bens e minerais que são utilizados em cadeias produtivas como afirma Bezerra (2009). A disponibilidade de calcário, argilas (folhelhos, siltitos, etc.), petróleo, gás natural, fosfato, materiais de construção e água subterrânea, por essas condições, os conhecimentos geocientíficos têm parâmetros importantes para o crescimento sustentável do país.

De acordo com Bezerra (2009), há uma alta disponibilidade fóssil representada por invertebrados e vegetais, gerando um formidável patrimônio cultural e científico, no qual se enquadra a bacia do Araripe que possui uma área de proteção ambiental com extensão de 1.063.000Km quadrados onde se localizam os principais pontos de reserva, os sítios paleontológicos do país.

No processo de mineração da gipsita, ocorre uma retirada de capeamento argiloso superficial que está acima da camada do mineral, do qual, após a remoção, desta camada, esta será posteriormente recolocada no reatêro em sua fase de recuperação do qual representa um custo ambiental pela condição estéril do mundo. Com intuito de reaproveitamento do solo e redução dos danos ambientais, mesmo com essa condição o solo ainda apresenta ser estéril ainda causando o grande impacto ambiental (BEZZERA, 2009).

Em pesquisa realizada pelo Instituto Tecnológico de Pernambuco, para aplicação como agente em fluidos de petróleo, não apresentaram viscosidades dentro dos padrões exigidos e as suas propriedades absorvivas, após ativação ácida, permite a sua utilização como agente descorante de óleos (BARAÚNA, 2009).

Segundo Bezerra (2009):

Experimentos foram também realizados visando à aplicação deste capeamento e de um folhelho negro derivado de algas fósseis, subjacente à jazida de gipsita, como condicionadores de solos arenosos produtores de frutas irrigadas. As análises mineralógicas da argila revelam a presença de montmorilonita, muscovita, wedelita, microclina e calcita e a composição química com carbonato de cálcio equivalente 12%, capacidade de troca de cátions 25 a 40 cmole/dm<sup>3</sup>, fósforo assimilável 15 a 40 mg/dm<sup>3</sup> na argila e 200 a 300 mg/dm<sup>3</sup> no folhelho, matéria orgânica 4 a 7 % na argila e 32 % no folhelho. Os resultados indicam melhoria da produtividade da fruticultura com perspectivas de uso do produto a serem confirmadas com estudo de viabilidade econômica (BEZZERA, 2009).

Esta atividade produz ao meio ambiente, um grande impacto ambiental pela poluição atmosférica, causada pelos gases gerados na produção do minério gipsita além de danos causados pelos explosivos e utilização do diesel pelos motores das máquinas.

A transformação da gipsita para o gesso, entretanto, tem trazido preocupações e exigido ações mais incisivas dos órgãos ambientais no sentido de utilização de equipamentos de controle ambiental nas atividades de queima e moagem do gesso, conforme relatado em capítulo anterior. Estudos levados a efeito pela Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos (CPRH), órgão ambiental do estado de Pernambuco, na área do Pólo Gesseiro do Araripe, revelam a emissão de  $51.323 \text{ kg-h}^{-1}$  de dióxido de carbono (BEZZERA, 2009).

As práticas de recuperação do passivo ambiental que vêm sendo proposta para as cavas mineradas são de reatêro e reflorestamento ou, ainda, do seu aproveitamento para formação de lagos.



## 1.6 RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os desperdícios que ocorrem em meio ao processo de construção civil podem ser eliminados, mas as perdas podem ser apenas minimizadas, pois fazem parte integral do processo produtivo, de que na indústria da construção civil, ocorre uma, elevada e natural, perda de material, de natureza aparente, chamada de Resíduos da Construção Civil – RCC, Resíduos da Construção e Demolição – RCD ou, mais comumente, de Entulho. A geração deste material está relacionada às diversas fases do processo produtivo, ou seja, na concepção, na execução e na própria utilização. Os fatores que mais ocasionam tais perdas são a superprodução, espera para utilização dos materiais, transporte, processamento, estoque, movimentação dos materiais e produtos defeituosos, além de erros de condução de obras que podem gerar mais entulho como demonstra a Tabela 4 abaixo;

**Tabela 4 – Materiais simples: perdas detectadas**

MATERIAIS /COMPONENTES	TCPO 10 (1996)	SKOYLES (1976)	PINTO (1989)	SOIBELMAN (1993)	FINEP 1998				
		Média	Média	Média	Média	Mediana	Mín.	Máx.	n
Concreto usinado	2	5	1	13	9	9	2	23	35
Aço	15	5	26	19	10	11	4	16	12
Blocos e tijolos	3 a 10	8,5	13	52	17	13	3	48	37
Eletrodutos	0	-	-	-	15	15	13	18	3
Condutores	2	-	-	-	25	27	14	35	3
Tubos PVC	1	3	-	-	20	15	8	56	7
Placas cerâmicas	5 a 10	3	-	-	16	14	2	50	18
Gesso	-	-	-	-	45	30	-14	120	3

**Fonte:** (FINEP/ITQC/PCC)

A gestão moderna tenta reduzir, de forma significativa, a formação de resíduos que, como afirma Sobral (2016), este desiderato somente é conseguido através da melhoria da qualidade das construções, associada à elaboração de projetos flexíveis que permitem adequações no decorrer do processo, sem causar maiores perdas ou desperdícios. Uma das alternativas que podem ser aplicadas para resolução da problemática é a reciclagem dos resíduos da construção civil.

### 1.6.1 Classificação dos Resíduos da Construção Civil

Os Resíduos da Construção Civil, os RCC, ou Resíduos da Construção e Demolição, RCD, são constituídos por entulhos gerados por obras como pavimentação, prédios, reformas e demolições. Para gerenciar estes resíduos, a Resolução CONAMA Nº 431/11, editada em 05/07/2002, definiu resíduos da construção civil como sendo aqueles 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 (BRASIL, 2002). A referida resolução possui o método de classificação de resíduos como pode ser observado na imagem abaixo da Figura 5.

Figura 5 – Classificação de resíduos.



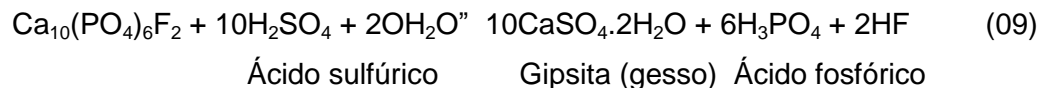
Fonte: CONAMA Nº 307/02

De acordo com a Resolução do CONAMA nº 431/2011, nas condições atuais que estabelecem uma classificação de resíduos se torna necessário uma gestão mais elaborada para os resíduos sólidos da construção civil, a partir da busca de novas alternativas que possam minimizar essas perdas de recursos. Uma das melhores formas de gerenciar tal problemática é através do método de reciclagem para o reaproveitamento sustentável destes resíduos, trazendo, assim, inovações, dando uma continuidade produtiva para estes resíduos dos quais um se destaca pela sua capacidade de reaproveitamento, o gesso.

O gesso vem passando pelo processo de reciclagem desde 1990, segundo Oliveira (2016). A Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (2009) aponta que pesquisas acerca do processo de reciclagem do gesso vêm sendo realizadas desde a década de 1990, tendo avanço significativo quanto ao seu reaproveitamento pela indústria cimenteira, ingrediente que retarda o tempo de pega do cimento; setor agrícola, utilizado para corrigir a acidez do solo e melhorar suas características; e indústria de transformação do gesso, reincorporando proporção de seus resíduos nos seus processos de produção.

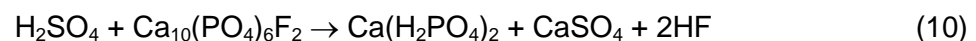
## 1.7 GESSO AGRÍCOLA

Na década de 1970, uma descoberta foi feita por pesquisadores do Centro de Pesquisa do Cerrado em meio a uma pesquisa sobre agricultores que utilizam termofosfato e o superfosfato triplo para combater condições de estresse hídrico. As análises apresentaram naquelas terras que trouxeram um dos principais usos do gesso na agricultura, o qual é conhecido como gesso agrícola que é um corretor da acidez do solo sem causar nenhuma alteração no Potencial Hidrogemônico (ph). Segundo Korndörfer (2011), gesso agrícola é originado do ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sobre a rocha fosfatada, realizada com o fim de produzir ácido fosfórico, isso quer dizer que o gesso é subproduto da fabricação do H<sub>2</sub>SO<sub>w</sub> de acordo com a Eq. 09.



\* Para cada tonelada de ácido fosfórico produzido, são separadas cerca de 4,5 tonelada de gesso.

Com essa Eq. 09, é obtido o ácido Fosfórico, o qual pode ser utilizado na fabricação de Super Fosfato Triplo (SFT), e os Fosfato Diamônico Map (FDM) e monoamônico DAP, conforme (KORNDÖRFER, 2011). Quando se produz o SFS, o gesso continua no produto final, sendo esta a principal diferença entre os dois superfosfatos: o triplo, mais concentrado, não possui gesso, enquanto o simples, com menor teor de P, o possui, de acordo com a Eq. 10:

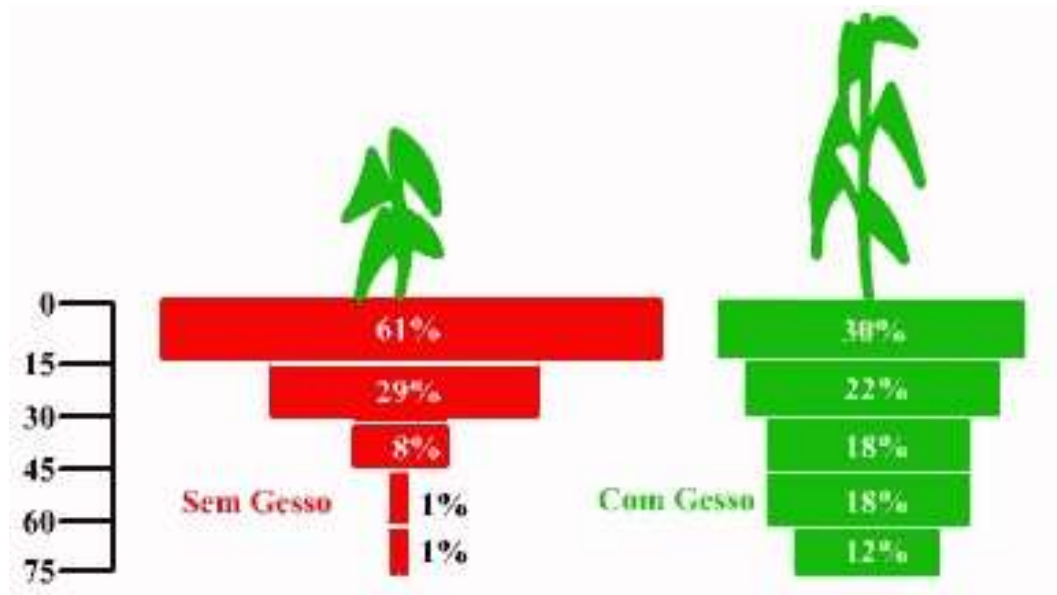


O gesso tem uma solubilidade de aproximadamente 2,5 g/L, e pode ser representada pela Eq. 11:



Tal solubilidade auxilia a penetração no solo de condicionadora como demonstra a (Figura 6).

**Figura 6 – O Gesso é um condicionador de solo**



Fonte: Embrapa 2011

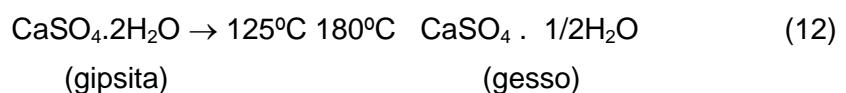
De acordo com Korndörfer (2011), devido à alta solubilidade, o gesso consegue penetrar mais facilmente no perfil do solo, fornecer Cálcio (Ca) no solo, reduzir a saturação de Alumínio (Al) em sub-superfície, aprofundar o sistema radicular, melhorar a distribuição do sistema radicular, aumentar o peso/volume de raízes, favorecer a absorção de água e nutrientes e propiciar uma maior tolerância das plantas aos verânicos.

### 1.7.1 Reação do Gesso no Solo

O gesso agrícola funciona como um corretivo de acidez do solo com a capacidade de neutraliza os íons H<sup>+</sup>, além de reduzir a toxicidade do alumínio pode esta presentes nos solos com ph baixo, quando é utilizado com o calcário.

De forma simplificada, as ações do gesso quando é utilizado no solo, pode ser representado conforme as Eq.: 12, 13, 14, 15, 16, 17 e:

A - Superfície



B - Descida/Deslocamento



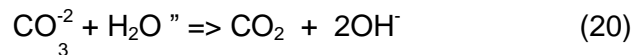
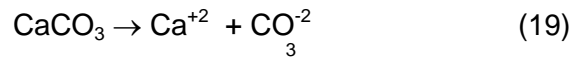
C - Reações em profundidade - sub-superfície



De acordo com a reação (a) do item C, o  $\text{Al}^{+3}$  na forma tri-valente (tóxico) reage com o  $\text{SO}_4^{-2}$ , modificando a espécie iônica do  $\text{Al}^{+3}$ . O gesso não corrige a acidez, e nem diminui o  $\text{Al}^{+3}$  trocável do solo. A função do gesso é alterar a forma iônica do Al (tri-valente e mais tóxica) para uma forma menos tóxica (KORNDÖRFER, 2011).

### 1.7.2 Utilização do Gesso em Mistura com Calcário

As principais vantagens da utilização do calcário com gesso é reduzir a toxidez do alumínio. Segundo Godofredo e Zavaschi (2015) este, na forma de  $\text{Al}^{+3}$  solúvel, é tóxico para as raízes das plantas, impedindo o desenvolvimento radicular. Outro detalhe é que o gesso é fonte eficiente de Enxofre (S) e Cálcio (Ca). Ao ser aplicado no solo, causa uma alta mobilidade que o possibilita alcançar as maiores camadas do solo, formando pares iônicos, aplicando a contração de cálcio, magnésio e potássio, como demonstrado, de forma simplificada, onde a sua alta mobilidade, desce para as camadas mais profundas no perfil do solo, formando pares iônicos ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  e  $\text{K}_2\text{SO}_4^{-2}$ ), aumentando nelas a concentração de cálcio, magnésio e potássio. O cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) substitui os íons alumínio dos sítios de troca do solo, enquanto os íons sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) reagem com este alumínio livre na solução, formando complexos de alumínio-sulfato, que não são tóxicos, conforme esquema simplificado a seguir nas Eq. 19, 20 e 21:



Resumindo, as vantagens trazidas pela mistura do gesso e calcário, segundo Korndörfer (2011), são produtos de melhores propriedades físicas, distribuição mais homogênea, maior facilidade na aplicação e a mistura (calcário + gesso) é mais econômica onde tem aplicação individual.

### 1.7.3 Utilização do Gesso Agrícola no Solo

O perfil do gesso agrícola sempre se faz necessária através de uma análise de (20 a 40 cm) no solo, segundo Korndörfer (2011), se o solo apresentar as seguintes especificações:

(miliequivalente)

- **Saturação de alumínio > 20 % - Teor de Ca < 0,5 meq/100 cm<sup>3</sup>**
- **Culturas anuais:**  
**(kg/ha) = 50 x (% argila)**
- **Culturas perenes**

Quantidade de gesso (ton/ha) a ser adicionada ao solo para se atingir **N.G. (kg/ha) = 75 x % (argila)**

Levar em consideração a textura do solo:

- Arenoso 500 kg/ha
- Médio 1000 kg/ha
- Argiloso 1500 kg/ha

Além dessas utilizações, o gesso agrícola pode ser utilizado como fertilizante e como fermentador no processo de esterco, sendo o produto diverso na agricultura de baixo custo.

## **1.8 RECICLAGEM DO GESSO**

Para que o gesso volte ao seu formato comercial, a reciclagem deve ser feita a partir da moagem e calcinação (aquecimento prolongado de algum material a alta temperatura) do material. No processo de moagem, o resíduo passa por um triturador para que o gesso fique de forma a atender à especificação granulométrica de gesso fino e, posteriormente, armazenado em recipientes fechados em ambiente de laboratório, aguardando a calcinação.

Quando o material é submetido somente à moagem, este pode ser utilizado como fertilizante e destinado para a agricultura, onde é utilizado como corretivo da acidez do solo, na melhoria das características deste e na indústria cimenteira, na qual o gesso é um ingrediente útil e necessário, que atua como retardo de pega do cimento (fenômeno que compreende a evolução das propriedades mecânicas do cimento no início do processo de endurecimento).

Quando submetido à calcinação, o material se transforma no gesso reciclado, estando pronto para retornar aos processos produtivos. No processo de calcinação, o resíduo de gesso moído é encaminhado para uma estufa de secagem, sem circulação de ar, com temperatura regulável de 50°C a 350°C, com dispositivo na parte superior para adaptação do termômetro digital, que permite a aferição da temperatura de calcinação. O processo incluía distribuição do resíduo de gesso moído em bandejas metálicas, em camadas com espessura média de 1cm e controle de massa. Após a calcinação o material é resfriado à temperatura ambiente, homogeneizado e armazenado em recipientes fechados.

A calcinação é a fase que fundamenta o termo (gesso sustentável), pois apresenta características que viabilizam o retorno do resíduo para o início da cadeia produtiva, minimizando a utilização do recurso natural não renovável no planeta.

### **1.8.1 Custos e benefícios do reaproveitamento do Gesso**

Na análise econômica é necessário à identificação de custo e serviço que buscar avaliar a vida útil que possui o projeto analisando os custos de depreciações de materiais que resultar em gastos de manutenção de materiais que são, praticamente, divididos em investimento e custo de implementações operacionais.



## 1.9 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de viabilidade econômica é o processo que busca verificar a aplicação de algum produto no mercado, em análise profunda que buscar, a partir do seu consumo e ofertas, até seus dados financeiros e a sua avaliação econômica, com destaque para a relação benefício/custo, Valor Presente Líquido (VPL) e o Valor Anual Líquido (VAL), além do tempo onde ocorre o retorno do capital empregado.

### 1.9.1 Custos fixos e variáveis operacionais

Esses custos são referentes às despesas ocasionadas pelas operações e manutenção do projeto dos quais são classificados por custos fixos e variáveis. De acordo com Padoveze (2007), custos fixos são: os custos que se mantêm estáticos (que não se alteram), seja qual for o volume de produção da empresa. Os custos fixos são fixos se referem relação à produção estabelecida, entretanto, podem variar em função de outros fatores que não dependem dela. Os custos fixos existem mesmo que não haja produção.

Exemplo:

a) Aumento ou diminuição de preço de aluguéis, salários, impostos, etc. Custos variáveis: estes custos têm seus valores alterados em função do volume de Produção. Os custos variáveis aumentam na medida em que a produção, a revenda de mercadorias ou os serviços prestados também aumentam; isto porque, os custos variáveis podem ser considerados como custos diretos, por variarem na mesma medida que a produção a revenda de mercadorias ou dos serviços prestados, respectivamente.

Exemplos:

- a) Matéria – prima;
- b) Materiais indiretos consumidos;
- c) Horas – máquinas trabalhadas;
- d) Custo de mão-de-obra e horas extras;
- e) Custo de mercadorias adquiridas para revenda.

Definindo assim os custos operacionais do projeto levantando dados importantes para as etapas seguintes do estudo de viabilidade.

### 1.9.2 Métodos de avaliação de análise de investimento de reaproveitamento do gesso

Há várias formas de se avaliar e analisar um projeto, por isso, serão adotados os métodos mais utilizados nos processos de viabilidade econômica, buscando indicadores econômicos os quais definam as taxas efetivas de juros, taxa de aumento de custos e receitas e duração de análise do projeto. Os métodos ou indicadores mais, comumente, usados na análise da viabilidade econômica de projetos são: Valor Presente Líquido - VPL, Valor Uniforme Líquido - VUL, Relação Benefício/Custo - B/C, Taxa Interna de Retorno - TIR e Tempo de Retorno do Capital – TRC (GOMES, 2005 apud OLIVEIRA, 2016).

### 1.9.3 Valor presente líquido

Nessa análise de investimento, são verificados os benefícios e seus custos, ao longo dos tempos, os quais são transformados em valores presentes, com intuito de verificar quais operações e quais caminhos representam melhores custos e benefícios ao projeto como demonstra a Eq. 22 abaixo:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (22)$$

Onde:

- **FC** Representa o fluxo de caixa<sup>t</sup> ;
- **t** Representa o tempo que terá aplicação de Investimento e o valor investido (onde se inicia no primeiro período de investimento e aonde esta o fluxo inicial do investimento)
- **n** Período do projeto **t**;
- **i** Simboliza o custo de capital.

Se a saída do caixa é apenas o investimento inicial, a fórmula pode ser escrita desta maneira: Em que: **FC<sub>j</sub>**:

representa os valores dos fluxos de caixa de  $j$  ordem, sendo

$$j = 1, 2, 3, \dots, n; FC_0$$

Todas essas operações demonstram o fluxo de caixas e as operações financeiras e de investimento do projeto, de acordo com a Eq. 23:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{R_j - C_j}{(1+i)^j} - I = 0 \quad (23)$$

Para fluxos de caixa uniformes ou não, pode ser utilizado a fórmula segundo a Eq. 24:

$$VPL = FC_1 + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (24)$$

Mesmo sendo uma análise financeira, o projeto possui princípios que talvez devem ser reconsiderados pelos seus valores sócio ambientais.

### 1.9.3.1 Valor presente líquido atualizado

Esta análise possui o valor anual uniforme, sendo uma variação do método anterior, representativo do FC, transformando-o de maneira uniforme, no qual seu cálculo, o VPL-A, não é dividir o VPL pelo número de anos. Ao fazer isso, não se levam em consideração às taxas de juros. Por esse motivo, existe uma fórmula específica para o VPL Anualizado de acordo com a Eq. 25:

$$VPLa = VPL \times \left( \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$$

(25)

Onde:

VPL-A = Valor Presente Líquido Anualizado

VPL = Valor Presente Líquido

$i$  = Taxa de juros

$t$  = Tempo de duração

$M + ?$

### 1.9.4 Índice benefício/custo

O índice de benefícios e custo (IBC) é a análise que demonstra quanto se espera ganhar por unidade, seguindo o capital investido, do qual é buscada a razão, o fluxo esperado de benefícios, podendo ser calculado da seguinte forma;

$$IBC = \frac{\text{Valor presente do fluxo de benefícios}}{\text{Valor presente do fluxo de investimentos}}$$

### 1.9.5 Taxa interna de retorno

A análise da TIR é a taxa que torna o VP de um FC igual a zero, do qual a taxa interna de retorno busca tornar a expressão verdadeira, mostrando a análise de retorno como também a Margem de risco, assim, mostrando o ponto de rentabilidade do investimento no projeto como demonstra as Eq. 26 e 27 e as figuras 7 e 8 e a Tabela 5:

$$VPL = \sum \frac{CF}{(1+i)^t} = \text{zero} \tag{26}$$

Figura 7: VPL versus taxa de acordo com o TIR

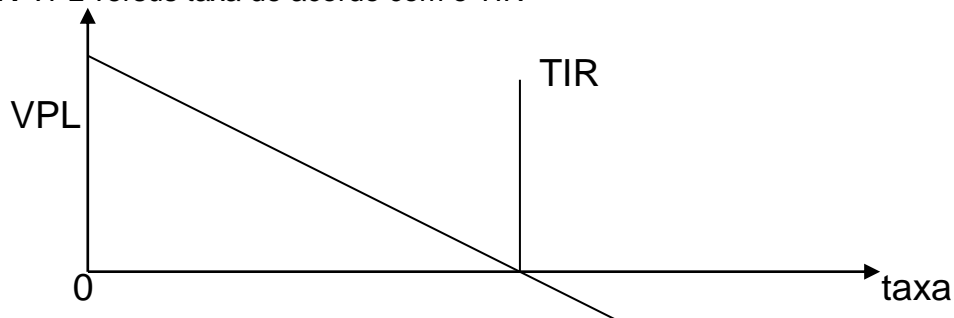


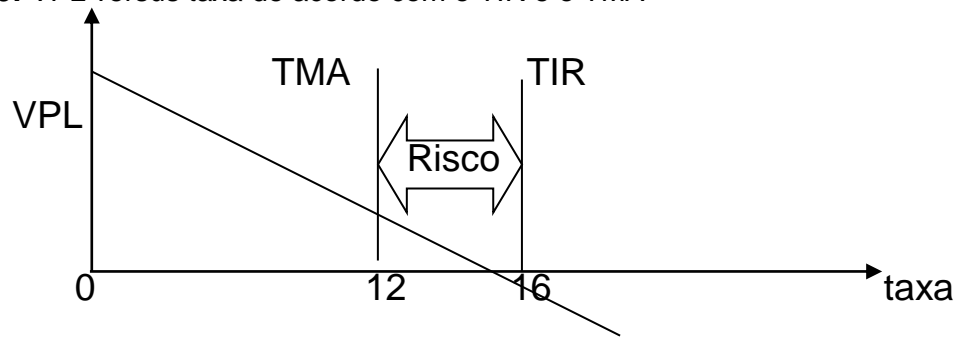
Figura 8

$$1 = -380 + \frac{30}{(1+i)^1} + \frac{50}{(1+i)^2} + \frac{70}{(1+i)^3} + \frac{90}{(1+i)^4} + \frac{110}{(1+i)^5} + \frac{130}{(1+i)^6} + \frac{130}{(1+i)^7} + \frac{130}{(1+i)^8} + \frac{130}{(1+i)^9} \tag{27}$$

Tabela 5:

-380	g Cfo
30	g CFj
50	g CFj
70	g CFj
90	g CFj
110	g CFj
130	g CFj
4	G Nj
fIRR	16,1865%

**Figura 9:** VPL versus taxa de acordo com o TIR e o TMA



### 1.9.6 Retorno do capital

Esta última análise funciona como indicadores de tempo de retorno de capital, os quais podem ser empregados sem dois tempos de retorno: não descontado e retorno descontado, gerando o conhecido *pay-back*, onde é o número de períodos que serão necessários para que os benefícios superem o capital investido como demonstra a Eq. 28 a seguir:

(28)

$$PV = \frac{FV}{(1 + i)^n}$$

Onde:

PV =

FV =

## 1.10 REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. P. N.; JOHN, M. J. **O conceito do tempo útil das pastas de gesso**. São Paulo: EPUSP, 2000. 19 p. Boletim Técnico.

ARANHA, I. B.; OLIVEIRA, C. H. **Caracterização mineralógica de minérios brasileiros - gipsita**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia – CETEM, 2002. 10 p. Comunicação Técnica. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2002-173-00.pdf>>. Acesso em: 27 junho 2017

BALTAR, C.A.M.; BASTO, F.F.; BORGES, L.E.P. **Variedades mineralógicas e processos utilizados na produção dos diferentes tipos de gesso**. In. Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Anas. Florianópolis, 2004.

BASTOS, F. F.; BALTAR, C. A. M., Avaliação dos processos de calcinação para produção de gesso Beta. In **XLIII Congresso Brasileiro de Química**. Anais do Congresso. Minas Gerais, 2003.

BRASIL. **NBR 12.127**: gesso para construção – determinação das propriedades físicas do pó: Rio de Janeiro, 1991a.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação: Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.128**: gesso para construção – determinação das propriedades físicas da pasta: Rio de Janeiro, 1991b.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.129**: gesso para construção – determinação das propriedades mecânicas: Rio de Janeiro, 1991c.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.130**: gesso para construção civil – determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico: Rio de Janeiro, 1991d.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.775**: placas lisas de gesso para forro – determinação das dimensões e propriedades físicas: Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.207**: gesso para construção civil: Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.279**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência à tração na flexão e à compressão: Rio de Janeiro, 2005b.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.867**: revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso - materiais, preparo, aplicação e acabamento: Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 14.715**: chapas de gesso acartonado – requisitos: Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. **NBR 14.716**: chapas de gesso acartonado – verificação das características geométricas: Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. **NBR 14.717**: chapas de gesso acartonado – verificação das características físicas: Rio de Janeiro, 2001c.

\_\_\_\_\_. **NBR 7.211**: agregados para concreto – especificações: Rio de Janeiro, 2005a.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 23**: cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica: Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Ministério do Meio Ambiente. **Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso**. Resolução nº 431 de 24 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 5 julho 2017.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Ministério do Meio Ambiente. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 5 julho 2017.

CANUT, M. M. C. **Estudo da viabilidade do uso do resíduo de fosfogesso como material de construção**. 2006. 154 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.[s.l.: s.n.], agosto de 2002.

\_\_\_\_\_. **Estudo da viabilidade do uso do resíduo fosfogesso como material de construção**. 2006. 154 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Programa de Pós - Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2006.

Disponível em: <<http://www.dnrm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=64>>. Acesso em: 07 set. 2009.

Disponível em: <<http://www.dnrm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=789>>. Acesso em: 07 set. 2009.

Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/529624>>. Acesso em: 19 maio 2009.

Disponível em: <[http://www.minas.upm.es/relext/Red-Cyted-XIII/webrimin/MAGALHAES\\_Carlos\\_IVIBERMAC.pdf](http://www.minas.upm.es/relext/Red-Cyted-XIII/webrimin/MAGALHAES_Carlos_IVIBERMAC.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2009.

Disponível em: <[http://www.wconline.com/Articles/Feature\\_Article/6f999d146a768010VgnVCM100000f932a8c0](http://www.wconline.com/Articles/Feature_Article/6f999d146a768010VgnVCM100000f932a8c0)>. Acesso em: 15 set. 2009.

Disponível em: <http://www.dnrm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/gipsita.pdf>>. Acesso em: 07 setembro 2017.

GOURDIN, W. H.; KINGERY, W. D. The beginnings of pyrotechnology: neolithic and egyptian lime plaster. **Journal of Field Archaeology**, Boston, v. 2, n. 1, p.133-150, 1975. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/009346975791491277>.

\_\_\_\_\_. The beginnings of pyrotechnology: neolithic and egyptian lime plaster. **Journal of Field Archaeology**, Boston, v. 2, n. 1, p.133-150, 1975. Disponível em: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2993/0278-0771-28.2.200>

HINCAPIÉ, A. M.; CINCOTTO, M. A. Efeito de retardadores de pega no mecanismo de hidratação e na microestrutura do gesso de construção. **Ambiente Construído**. São Paulo, v. 1, n.2, p.7-16, 01 jul. 1997.

JOHN, V. M. et al. Agenda 21 for Brazilian Construction Industry: a proposal. In: **CIB Symposium On Construction & Environment**. 1., 2000, São Paulo. Construction & Environment: from theory into practice. São Paulo: CIB, PCC, USP, 2000. Disponível em: <<http://www.alexabiko.pcc.usp.br/artigos/CIB%20BrazilianAgenda21%20v5.pdf>> Acesso em: 04 maio 2016. Pinheiro, APUD. Sayonara Maria de Moraes Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes / Sayonara Maria de Moraes Pinheiro. Campinas, SP: [s.n.], 2011.

\_\_\_\_\_. **Alternativas de gestão dos resíduos de gesso**. São Paulo. 2003. 9 p. Disponível em: . Acesso em: 30 jun. 2017. Apud. Pinheiro, Sayonara Maria de Moraes Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes / Sayonara Maria de Moraes Pinheiro. Campinas, SP: [s.n.], 2011.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. Gesso de construção civil. In: ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil**. São Paulo: Ibracon, 2007, p. 727-760. APUD construção civil. São Paulo: Ibracon, 2007, p. 727-760.

LE PLÂTRE, P. C.; FABRICATION, E. E. F. **Sydcation National des industril Du plêtre**. Eyrolles, Paris 1982.

LUZ, A. B.; BALTAR, C. A. M.; FREITAS, E. J. G.; SILVA, A. P. **Gesso – Mineração São Jorge**. In: SAMPAIO, J. A.; LUZ, A. B.; LINS, F. F. Usinas de beneficiamento de minérios do Brasil. Rio de Janeiro/RJ: CETEM - MCT, 2001. p. 240-249, Disponível em: [https://www.books.google.com.br/books?id=uETQCwAAQBAJ&pg=PA498&lpg=PA498&dq=LUZ,+A.+B.;+BALTAR,+C.+A.+M.;+FREITAS,+E.+J.+G.;+SILVA,+A.+P.+Gesso+%E2%80%93+Minera%C3%A7%C3%A3o+S%C3%A3o+Jorge.+In:+SAMPAIO,+J.+A.;+LUZ,+A.+B.;+LINS,+F.+F.+Usinas+de+beneficiamento+de+min%C3%A9rios+do+Brasil.+Rio+de+Janeiro/RJ:+CETEM++MCT,+2001.+p.+240-249&source=bl&ots=gIFjGvLp\\_&sig=lpj6d\\_jBxqzjQiiP1yRgjaDgzJY&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjji6jGupXZAhWkrFkKHfEDDSIQ6AEIKDAA](https://www.books.google.com.br/books?id=uETQCwAAQBAJ&pg=PA498&lpg=PA498&dq=LUZ,+A.+B.;+BALTAR,+C.+A.+M.;+FREITAS,+E.+J.+G.;+SILVA,+A.+P.+Gesso+%E2%80%93+Minera%C3%A7%C3%A3o+S%C3%A3o+Jorge.+In:+SAMPAIO,+J.+A.;+LUZ,+A.+B.;+LINS,+F.+F.+Usinas+de+beneficiamento+de+min%C3%A9rios+do+Brasil.+Rio+de+Janeiro/RJ:+CETEM++MCT,+2001.+p.+240-249&source=bl&ots=gIFjGvLp_&sig=lpj6d_jBxqzjQiiP1yRgjaDgzJY&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjji6jGupXZAhWkrFkKHfEDDSIQ6AEIKDAA). Acesso em: 10 outubro 2017.

PERES, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, V. A. **O gesso – produção e utilização na construção civil**. Recife: Bagaço, 2001.

PINHEIRO Sayonara, Maria de Moraes Pinheiro. Campinas, SP: [s.n.], 36: 655 2011. Apud. SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. **Gestão de resíduos da construção civil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO



PINHEIRO, S. M. M. **Gesso reciclado**: avaliação das propriedades para uso em componentes / Sayonara Maria de Moraes Pinheiro. Campinas, SP:[s.n.], 2011.

\_\_\_\_\_. **Gesso reciclado**: avaliação das propriedades para uso em componentes. Campinas, SP: [s.n.], 33: 655 2011.

REYNAUD, P.; SAËDAOUI, M.; MEILLE, S.; FANTOZZI, G. Water effect on internal friction of set plaster. **Materials Science and Engineering**. A 442, 500-503, 2006.

RIBEIRO, A. S. **Produção de gesso reciclado a partir de resíduos oriundos da construção civil**. 2006. 86 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Departamento de Centro Tecnológico, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa, 2006.

\_\_\_\_\_. **Produção de gesso reciclado a partir de resíduos oriundos da construção civil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Engenharia Urbana da UFPB - Universidade Federal da Paraíba. 2006.

\_\_\_\_\_. **Estudo e otimização do processo de produção de gesso reciclado a partir de resíduos da construção civil**. Recife: O Autor, 2011. XXV, 311 folhas; il., tabs.

SANTANA, D. M. F. **Estudo de obtenção de água do processo de desidratação da gipsita na produção de gesso**. 2008. 104 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, UFPE Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

# **CAPÍTULO II**

**ARTIGO SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO NA  
REVISTA  
BUILDING AND ENVIRONMENT**

# ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UMA EMPRESA DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO

SILVA, M.M.M.<sup>1</sup>; SANTOS, V.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestranda do Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais

<sup>2</sup>Docente do Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais do Centro de Ciências e tecnologia de Universidade Católica de Pernambuco

## RESUMO

Viabilidade econômica da implementação de uma empresa de reaproveitamento de resíduos de gesso para reuso na agricultura. O material gerado pela construção civil, especificamente o gesso, pode ser reutilizado de várias maneiras; uma delas é na agricultura. Com a implantação da empresa, esse tipo de material residual deve ser disponibilizado para reaproveitamento na correção de solos agrícolas, nesta utilização, o gesso tem a função de baixar a toxicidade de um elemento muito presente nos solos tropicais, o alumínio ( $Al_3^+$ ). Como alternativa sustentável do processo produtivo, utilizou-se métodos contábeis de custo que verifica o lucro e custo unitário do processo de reaproveitamento desses resíduos sólidos. A capacidade produtiva da empresa virtual foi de 94.427,25 toneladas/ano e seu (*payback*) *Retorno de Investimento* foi de 1,76 anos. Essa estratégia, além de dar origem a uma prática de material renovável poderá requalificar solos de maneira mais econômica e sustentável.

**Palavras-Chave:** Variáveis contábeis, Gesso beta, Resíduos da Construção e Demolição, Viabilidade Econômica, Payback, Reaproveitamento.

## ABSTRACT

The economic viability reuse gypsum waste for reuse in agriculture was verified. The material generated by construction, specifically plaster, cambered used in several ways; one of the mis in agriculture. With the establishment of the company, this type of residual material should be made available for reuse in the correction of agricultural soils, bys mall farmers. In this use, gypsum has the function flowering the toxicity of a very present element in tropical soils, aluminum ( $Al_3^+$ ). As a sustainable alternative of the productive process, we used counting cost methods that verify the profit and unit cost of the process of reuse of the se solid wastes, taking into ac count the small business realities. The productive capacity of the virtual company was 94,427.25 tons / year and its payback was 1.76 years. This strategy, in addition to giving rise to a practice of renewable material, will be able tore qualify soils in a more economical and sustainable way.

**Keywords:** Accounting variables, Beta plaster, Construction and demolition waste, Economic viability, Payback, Reuse.

## 1 INTRODUÇÃO

A cada dia, a necessidade de uma nova ideia e o surgimento de novas normas, sobre utilização de resíduos sólidos para serem utilizados como matéria-prima sustentável. Tais exigências são definidas para diversos tipos de materiais e resíduos como os sólidos oriundos da construção civil, que obedece à resolução 307, editada em 05/07/2002 (CONAMA, 2002). A referida resolução estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos a serem adotados com vista a implementar uma política de gestão de Resíduos da Construção e Demolição (RCD), que possui o intuito de reduzir, nos centros urbanos, os impactos causados por esses materiais sólidos. Entre esses resíduos, um merece especial destaque por ser gerado no manuseio de uma riqueza mineral especial para a Região Nordeste do Brasil – o gesso.

Os resíduos de gesso são produzidos em grande escala nas construções e demolições de edificações. Também são produzidos na própria indústria gesseira, através da fabricação de pré-moldados (OLIVEIRA, 2016). Com os atuais desenvolvimentos científicos na área gesseira, esse tipo de resíduo tende a aumentar, necessitando com urgência de ações que demandem sua reciclagem e/ou seu reaproveitamento pelo fato de causar danos à saúde com a liberação de gás sulfídrico (U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 2017; MAFFESSIONI; BENVENUTI, 2015).

Na reciclagem aproveita-se a matéria prima que seria descartada na natureza para reintroduzi-la no próprio processo que lhe deu origem e produzir novos produtos. No Brasil país, que existe estende volume de reciclagem de plásticos, papéis, vidros e metais. No reaproveitamento, o material não seria necessariamente descartado, não passa por outro processo produtivo e, estando em condições, pode ser reutilizado para outro fim (HEMPE; HEMPE, 2015).

O reaproveitamento de resíduos de gesso da construção civil no processo de logística reversa pode trazer um novo material que possui eficácia na lixiviação de sais e sódio solúvel de solo salino-sódico, podendo ser recomendada, como fonte de cálcio, para a recuperação do solo (SANTOS *et al.*, 2014).

De encontro às alternativas que propiciem o desenvolvimento sustentável e contribuam para o combate ao atual quadro de degradação e fragilidade ambiental do Planeta, urgem alternativas para reaproveitamento de resíduos em qualquer atividade antrópica. Dessa forma, a abordagem sobre novos materiais, a partir da reutilização dos resíduos de gesso na construção civil, surge como alternativa para a difusão de novas tecnologias, voltadas ao emprego de materiais reciclados ambientalmente eficientes e com

desempenho técnico, equiparados aos existentes no mercado. As possibilidades que os avanços industriais oferecem quanto à utilização de resíduos de gesso na produção de novos materiais é imensa, destacando-se a de corretivo de solo como uma das mais adaptáveis e de baixo custo (BAIRAGI *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2015).

O presente trabalho tem como objetivo a análise de empresas voltadas para a atividade de reaproveitamento de resíduos, através da verificação de sua viabilidade técnica econômica e ambiental – EVTEA (ALBUQUERQUE, 2017). Este processo reverso é usado para os vários tipos de empresas que buscam novos materiais de baixo custo e com um impacto ambiental menor, como pequenos agricultores. Dessa forma, para aplicação em uma possível agricultura familiar, deve-se levantar os custos de implantação dessa empresa, com auxílio de variáveis contábeis relevantes

## 2 METODOLOGIA DO TRABALHO

Os métodos de estudo de viabilidade seguem passos simples que buscam demonstrar as condições econômicas de implantação de projetos de forma geral, de pesquisa ou empresarial. O caminho a ser seguido inicia-se pelas etapas de avaliação da localização, enveredando posteriormente pelo processo de produção ou pesquisa, depois pela análise de mercado e, finalmente, pela análise de investimento. Segundo Mafra (2017), o estudo da viabilidade tem a função de impedir que ocorram fatos indesejados que possam dificultar a implantação do projeto, devendo-se, para isso, seguir os passos descritos serem obedecidos na ordem em que estão apresentados:

- **Análise de Localização:** Busca-se, nesta etapa, analisar de forma integrada, a localidade em que será implantada a empresa, com o objetivo de buscar dados como população, comércio, disponibilidade de recursos naturais, abastecimento de energia e de água, disponibilidade de mão de obra e especialidades das mesmas, serviços sociais que são prestados na região onde as condições de transporte e de logística que a localização possui (NUNES, 2017).
- **Análise de Mercado:** Esta etapa tem o objetivo de levantar dados de oferta e demanda, e do produto que está sendo estudado. Inicia-se pelo estudo de renda da região, buscando o consumo *percapta* do produto viabilizado e seu mercado. Projetam-se, ainda, os dados do mesmo de forma a alcançar previsões para o produto que está sendo estudado (HAHN *et al.*, 2017).

- **Processo de Produção:** Busca-se detalhar a formação de produção ou métodos utilizados no processo de obtenção do produto. Pesquisa-se no intuito de buscar informações mais concretas do mesmo, em busca de informação por meio de uma produção mais eficaz (JESUS; MACIEIRA, 2014).
- **Análise de Investimentos:** O investimentos são checados os custos para implementação do projeto do qual serão analisados os custos fixos e variáveis e gastos com pessoal, equipamentos, e depreciações de materiais. Estas informações fornecerão dados suficientes para permitirem uma análise completa do investimento, podendo alcançar o gasto inicial e seu futuro retorno (BEGER, 2016).

Com essas premissas, torna-se possível levantar os dados necessários para se verificar a viabilidade de qualquer projeto, demonstrando-se de forma ampla sua possibilidade de sucesso econômico. Como uma das principais etapas da metodologia de trabalho foram elaborados três quadros iniciando pelo 1 para resumirem os itens e as expressões de cálculo, que serão utilizadas nas estimativas das respectivas variáveis contábeis relevantes.

**Tabela 1** – Itens e expressões de cálculo utilizadas nas estimativas dos custos fixos

<b>Itens</b>	<b>Expressões de cálculo</b>
<b>Custo com pessoal anual</b>	$QF \times MSM \times 12$
<b>Fundo de depreciação anual</b>	Custo Total dos Imobilizados $\times 10\%$
<b>Custo Telefone, Água e Energia</b>	Valor da conta mensal $\times n^{\circ}$ de linhas moveis $\times 12$ Conta de energia mensal $\times 12$ Valor da conta mensal $+ n^{\circ} \times 12$ meses
<b>Material de Expediente</b>	$185,00/\text{mês} \times 12$ meses
<b>Eventuais</b>	$0,05 \times$ Fundo de Depreciação
<b>Custo Fixo Operacional Anual</b>	Custo com Pessoal + Custo Operacionalização + Fundo de Depreciação + (Telefone, Energia Elétrica e Água) + Imposto Fixo + Material de Expediente + Eventuais

**Fonte:** Autor do Projeto

O tabela 2 a seguir possui as equações utilizadas para obtenção dos custos variáveis de implementação do projeto analisado.

**Tabela 2** – Itens e expressões de cálculo utilizadas nas estimativas dos custos variáveis

Itens	Expressões de cálculo
<b>Matérias-Primas, Materiais Secundários e Outros Insumos</b>	(Valor Unitário o Metro dos Resíduos Gipsita) x (Quantidade Produzida Por Ano) + (Valor Unitário o Metro das Embalagem) x (Quantidade de embalagem adquiridas) + (Valor de KWH Hora) x (Quantidade KWH utilizadas pelas Maquinas G220 ano)
<b>ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias E Serviços</b>	0,03% x Faturamento Anual
<b>Tributos Federais</b>	(PIS – (0,65% x Faturamento Anual)) / 100, (COFINS –(3% x faturamento anual)) /100
<b>Marketing</b>	(2,0 x Faturamento anual) / 100
<b>Eventuais</b>	(5% x somatório dos itens anteriores) / 100
<b>Custo Variável Anual</b>	Matérias-Primas, Materiais Secundários e Outros Insumos+ +ICMS + Tributos Federais + Marketing + Eventuais

**Fonte:** Autor do Projeto

Com os dados obtidos com as equações anteriores pode se obter mais dados financeiro e do investimento do projeto formando assim análise financeira serão descritos no Tabela 3.

**Tabela 3** – Itens, Variáveis contábeis relevantes e expressões de cálculo utilizados nas estimativas adicionais

Item	Variável contábil relevante	Expressões de cálculo
Custo Total Anual	Custo total operacional	Custo Fixo Anual + Custo Variável Anual
Faturamento Anual	Faturamento	Quantidade do Mercado Interno x Preço Unitário
Margem de Contribuição	Variável de Investimento	Receita Anual - Custo Variável Anual ano
Lucro Operacional	Variável de Investimento	Custo Fixo Anual - Margem de Contribuição Anual
Provisão para I.R.	Encargo Tributário	30% (Lucro Operacional Anual)
Lucro Operacional Líquido	Variável de Investimento	Lucro Operacional - Provisão para I.R
Depreciação	Variável de Investimento	5% (Custo de Estrutura - moveis e utensílios)
Capacidade de Pagamento	Variável de Investimento	Lucro Líquido Operacional + Depreciação
Ponto de Nivelamento	Variável de Investimento	Custo Fixo Anual / Margem de Contribuição
Custo Variável Unitário	Variável de Custo	Custo Variável Anual / Quantidade Produzida
Quantidade do Equilíbrio	Variável de Investimento	(Quantidade Produzida Anual / Preço Unitário) - (Custo Unitário Variável)
Rentabilidade	Análise de Investimento	(Lucro Líquido Operacional / Investimento Anual) *100
Lucratividade	Análise de Investimento	(Lucro Líquido Operacional I R\$ / Faturamento Líquido Anual) *100

Valor presente líquido	Análise de Investimento	18% (Fluxo de Caixa) + Valor Presente Líquido
<b>Tempo de retorno de capital playback</b>	Análise de Investimento	(Investimento Inicial + Fluxo Nominal 1 Ano
<b>Relação de custo e benefício</b>	Análise de Investimento	Investimento Inicial / Fluxo Nominal

Fonte: Autor do Projeto

Após a obtenção de todos os dados serão analisado e levantado os índices financeiros do projeto para definição de sua rentabilidade e de suas lucratividades com intuito de demonstrar que podem ser a soluções mais ambientais para economia atual.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Localização

A empresa será implantada no estado de Pernambuco, porém, sua distribuição abrange todo território nacional. Pernambuco é uma das 27 unidades federativas do Brasil, localizada na Região Nordeste do país, a qual faz fronteira com os estados da Paraíba, Ceará, Alagoas, Bahia e Piauí, além do Oceano Atlântico. Em decorrência de sua posição geográfica diferenciada, encontra-se maior facilidade nas conexões viárias, aéreas e marítimas. O Estado, cuja capital é Recife, congrega 184 municípios, incluindo o território de Fernando de Noronha. Sua população é de aproximadamente 8,5 milhões de habitantes e a área total do estado é de 98.938 mil quilômetros quadrados (PTE, 2017).

Sugere-se que a empresa seja implantada nas proximidades do Polo Gesseiro do Araripe, localizado na cidade de Araripina, a qual tem sua sede municipal distando de Recife de 623 km, em linha reta. Araripina estende-se por 1892,6 km<sup>2</sup> e conta com cerca de 77363 habitantes. A sua densidade demográfica é de 40,9 habitantes/km<sup>2</sup>. A cidade é vizinha aos municípios de Trindade, Marcolândia e Simões. Situada a 620 m de altitude, suas coordenadas geográficas são: Longitude - 7°34'41" Sul; Longitude – 40°29'48" (NUNES, 2017).

Para implementação da empresa de reaproveitamento de resíduos de gesso necessita-se de um prédio simples (térreo) com 3 cômodos que suporte o processo de separação de resíduos. Além disso, necessita-se de compartimento para estocagens do material bruto e do material selecionado. Uma área de 1200 m<sup>2</sup> apresenta-se como uma opção adequada para instalação da referida empresa.



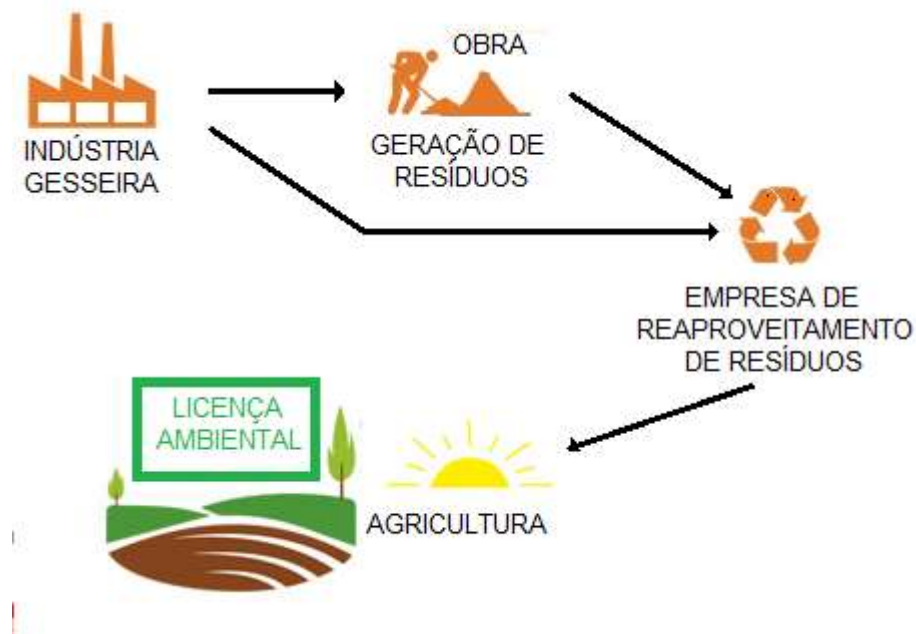
### 3.2 Análise de Mercado

O gesso agrícola de resíduos de pré-moldados segue a tendência atual da construção civil, que possui várias utilizações para o gesso, seja este de fundição ou de revestimento (PERES; BENACHOUR; SANTOS, 2012). Encontra-se em situação de controle em suas questões de demanda, devido à sua inclusão nos projetos atuais da construção civil, além de sua grande utilização no estado de Pernambuco, o maior produtor de gesso do Brasil. Dessa forma, o país passou a ser um grande consumidor desse tipo de rejeito. Devido às recentes vantagens descobertas na área de tratamento de solos, o uso do gesso agrícola vem crescendo e apresentando soluções para um aumento da produção de grãos (BARROS; L.R., 2017; GUEDES JÚNIOR, 2017).

### 3.3 Processo de Produção

Uma sequência dos principais passos que levam os resíduos de gesso até uma empresa de reaproveitamento e daí à área agrícola é mostrada pela Figura 1.

**Figura 1** – Gestão dos resíduos de gesso para levá-los à área agrícola



O processo de reaproveitamento de resíduos de gesso, para fins agrícolas, possui um processo de produção de baixo custo pelo fato de não precisar passar por nenhuma etapa química, como afirma Albuquerque (2017). A obtenção de gesso agrícola, a partir dos seus resíduos, a necessidade do controle de alguns parâmetros físicos tais como: umidade,

granulométrica e temperatura de reação, para assegurar as mesmas propriedades do gesso original para obtenção de produto puro e eficiente. Este reaproveitamento de resíduos pode ser dividido em algumas etapas conforme apresentadas a seguir:

- 1 - **Caracterização:** nesta etapa dever-se-á identificar a natureza e quantificar o resíduo (grau de contaminação, grau de hidratação do gesso, etc.);
- 2 - **Triagem:** deverá ser realizada, preferencialmente, na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas (CONAMA, 2002);
- 3 - **Acondicionamento:** deve-se garantir o confinamento dos resíduos desde sua geração até a etapa de transporte para utilização, assegurando em todos os casos em que seja possível, o reaproveitamento e condições de reciclagem;
- 4 - **Transporte:** deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- 5 - **Destinação:** deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na Resolução do CONAMA N° 307 de 2002.

### 3.4 Análise de Investimentos

Esse tipo de análise de custos está atrelado aos gastos com despesas que estão ligadas ao processo operacional do projeto, tais como com mão de obra ou de operações como encargo trabalhista, energia, água, luz, impostos, etc. Estas operações podem ser definidas como custos fixo e variável. Segundo Martins (2010), os custos fixos não são alterados por conta do volume produzido em um determinado período. Enquanto isso, os custos variáveis são alterados pela relação tempo x volume produzido. A Tabela 1 apresenta estimativas sobre uma empresa virtual de reaproveitamento de resíduos de gesso, proposta por este trabalho.

A referida empresa, localizada em Araripina-PE e no polo gesseiro do Araripe produz cerca de 97% do consumo do gesso nacional, sendo 3,02 milhões de toneladas (IPA 2014). Os resíduos utilizados como insumo do processo serão obtidos dos processos de fabricação de pré-moldados de gesso (placas, blocos, drywall) instaladas no Polo Gesseiro do Araripe e pequenas obras locais de construção civil.

**Tabela 4** – O custo total anual de uma empresa virtual de reaproveitamento de resíduos de gesso e suas variáveis contábeis.

<b>Nº DE ORDEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>GASTO ANUAL</b>
	<b>CUSTO FIXO</b>	<b>R\$1,00</b>
1	Custo com Pessoal	336.688,20
2	Custo de Operacionalização	31.852,77
3	Fundo de Depreciação	6.620,00
4	Telefone, Energia Elétrica e Água	11.589,96
5	Impostos Fixos	8.300,00
6	Material de Expediente	2.220,00
7	Eventuais	3.123,21
	<b>Subtotal 1</b>	<b>368.540,97</b>
	<b>CUSTO VARIÁVEL</b>	<b>R\$1,00</b>
1	Matérias-Primas, Materiais Secundários e Outros Insumos	32.702,00
2	ICMS	166.467,29
3	Fretes e Seguros	3.059,44
4	Tributos Federais	30.594,43
5	Marketing	20.396,29
6	Eventuais	50.990,72
	<b>Subtotal 2</b>	<b>304.210,17</b>
	<b>Total Previsto para Custos Fixo e Variável</b>	<b>672.751,14</b>

Fonte: Autor do Projeto

Nessa etapa, foram detectados os custos e necessidades de investimentos do projeto do qual podem-se alcançar dados sinuosos sobre tempo de retorno do investimento, valor, seu custo de implementação e de sua manutenção, além do custo final do material, conforme pode ser verificado na Tabela 5.

**Tabela 5** – Descrição dos resultados esperados até a empresa virtual alcançar uma estabilidade econômica utilizando-se um prazo de 3 anos

DISCRIMINAÇÃO	ANO I		ANO II		ANO III	
	R\$	%	R\$	%	R\$	%
1 - Faturamento Bruto Anual	R\$ 1.162.399,45	50	R\$ 141.640,88	75	R\$ 2.324.798,90	100
2 – IPI (15% x item 1)	R\$ 174.359,92	15	R\$ 21.246,13	15	R\$ 348.719,84	15
3 - Faturamento Líquido Anual (item 1 - 2)	R\$ 988.039,53	50	R\$ 120.394,75	75	R\$ 1.976.079,07	100
4 - Custo Variável Anual	R\$ 304.210,17	50	R\$ 456.315,26	75	R\$ 608.420,34	100
5 - Margem de Contribuição Total (Item 1 – 4)	R\$ 858.189,28	-	R\$ 1.287.283,92	-	R\$ 1.716.378,56	-
6 - Custo Fixo Anual	R\$ 368.540,97	50	R\$ 552.811,46	75	R\$ 737.081,94	100
7 - Lucro Operacional (item 5 – 6)	R\$ 489.648,31	-	R\$ 734.472,47	-	R\$ 979.296,62	-
8 - Provisão para I.R. (0,30 x item 7)	R\$ 146.894,49	30	R\$ 220.341,74	30	R\$ 293.788,99	30
9 - Lucro Líquido Operacional (item 7 – 8)	R\$ 342.753,82	-	R\$ 514.130,73	-	R\$ 685.507,63	-
10 - Depreciação	R\$ 6.620,00	-	R\$ 6.620,00	-	R\$ 6.620,00	-
11 - Capacidade de Pagamento (9 + 10)	R\$ 355.993,82	-	R\$ 530.680,73	-	R\$ 705.367,63	-
<b>***Outras Informações:</b>	*****					
12 - Ponto de Nivelamento [ (item 6 / 5) x 100 ]	-	4,1	-	4,1	-	4,1
13 - Preço Unitário	R\$ 12,31	-	R\$ 12,31	-	12,31	-
14 - Custo Variável Unitário (item 4 / quant. Produção)	R\$ 3,22	-	R\$ 3,22	-	R\$ 3,22	-
15 - Quantidade de Equilíbrio [ item 6 / (item 13 – 14) ]	29.935,12	-	44.904,29	-	59.873,46	-
16 - Investimento Total	732.751,14	-	732.751,14	-	732.751,14	-
17 – Rentabilidade [ (item 9 / item 16) x 100]	-	47	-	47	-	47
18 – Lucratividade (item 9 / item 3 x 100)	-	35	-	35	-	35

**Fonte:** Autor Do Projeto

Com os dados obtidos pela Tabela 5 pode-se encontrar a situação financeira e sua viabilização econômica. Utilizou-se para isto várias informações financeiras que são demonstradas em vários tipos de índices financeiros e contábeis.

### 3.4.1 Investimento existente e projetado

A seção anterior ofereceu números reais sobre os investimentos totais. De posse desses dados, foi realizada uma análise criteriosa e minuciosa, já que esses valores devem ser condizentes com a realidade dos recursos disponíveis, onde, nos dois primeiros anos, a empresa virtual de reaproveitamento de resíduos de gesso terá apenas investimentos. Só depois desse período, começa a haver retorno do que fora investido como demonstra a Tabela 6.

**Tabela 6** – Resumo dos valores obtidos em uma avaliação econômica

<b>Métodos</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
<b>Valor Presente Líquido – VPL</b>	<b>112.562,03</b>	<b>R\$</b>
<b>Tempo de Retorno do Capital (VPL) – TRC</b>	4,72	Anos
<b>Tempo de Retorno do Capital (Payback) – TRC</b>	1,76	Anos
<b>Índice Benefício/Custo – IBC</b>	2,14	%
<b>Taxa Interna de Retorno – TIR</b>	65,0	% aa.

**Fonte:** Autor do Projeto

Diante do levantamento de dados, vimos que existe a possibilidade de arcamos com o custo de oportunidade do qual foi verificado que sua taxa de retorno de 65% do investimento de R\$ 732.751,14. (Setecentos e trinta e dois mil setecentos e cinquenta em um e quatorze centavos). Além de demonstrar o retorno direto do investimento pelo método *Payback* de 1,76 anos significando nesse período que o projeto já tinha conseguido apurar o valor investido no projeto. Já no VPL, utilizando a quantia de porcentagem básica de 18% para amortização do investimento teve um alcance de 4,72 anos, com o valor de R\$ 112.562,03 (cento e doze mil, quinhentos e sessenta e dois e três centavos), tendo um ponto positivo pelo fato de bater seu custo e o investimento, antes dos cinco anos de estabilidade do projeto.

O processo para investimento futuro se dá a produção de novos derivados dos resíduos sólidos que não significa um aumento expressivo no investimento do projeto pelo fato que os produtos utilizam o mesmo seguimento de matéria-prima e mesmo maquinário que pode funcionar produzindo outros produtos no seu intervalo de produção. O custo de oportunidade, conforme Lapponi (2007) tem a função de verificar se é vantajosa a aplicação de capital em um investimento ou solicitar um financiamento.

Com todos os dados expostos, com auxílio das estimativas propostas por este trabalho, ficou evidente que o projeto possui viabilidade econômico-financeira. Mesmo com sua produção reduzida em sua capacidade, nos primeiros anos, o retorno do investimento será atingido em aproximadamente 4,72 anos. Entretanto, desde o primeiro momento, o projeto tem demonstrado lucratividade, com um índice de 35% e sua importância para a economia, para meio o ambiente, com uma alternativa sustentável, que pode impulsionar a agronomia pernambucana com redução significativa de custos.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com investimento médio de setecentos e trinta e dois mil, setecentos e onze reais e quatorze centavos (R\$ 732.751,14) logo poderão ser gerados impostos e aumento produtivo da agricultura, tanto para os municípios como para o estado e para a união, o que, conseqüentemente, será revertido em benefícios sociais (saúde, educação, lazer, infraestrutura em geral) para toda a população, em particular, ao Município de Araripina.

Ao escolher um projeto que reutiliza resíduos sólidos, para transformá-los em alternativa para produtos para o campo, tendo em vista que o mesmo tem um mercado em crescimento no Brasil, pode-se impulsionar algum tipo de agricultura, que poderão entrar em alta no país. O gesso agrícola tem ganhado atenção por auxiliar em aumentos significativos em algumas culturas agrícolas após seu uso, podendo esses números crescer muito, pois agricultura brasileira, tanto tem capacidade, quanto aos mercados interno e externo.

Como sugestão de trabalhos futuros, pode-se aplicar conceitos de modelo de localização de empresas (NUNES, 2017), para uma definição exata de um local estratégico, adequado à instalação desta empresa.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P.H.M.; MEDINA, F.A.S.; SILVA, A.R. Regressão Logística Geograficamente Ponderada Aplicada a Modelos de *Credit Scoring*. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 28, n. 73, p. 93-112, abril 2017. ISSN 1808-057X.

ALVES, J.R.X.; ALVES, J.M., Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). **Produção**, 70(4) 1-14 3013. Disponível em: <http://www.dx.doi.org/10.1590/S0103-65132013005000037>. Acesso em 04 novembro 2017.

AUBERT, M.; ENJOLRAS, G. Análise Financeira de Fazendas de Frutas e Vegetais de Varejo na França. **Economia Rural**, 6 (nº 356), p. 99-113, 2016.

BARROS, R.L., **Escarificação e gessagem na descompactação do solo sob sistema de plantio direto**. Dissertação, 62 f, Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, fevereiro de 2017.

BEGER, R., **Análise benefício-custo**: instrumento de auxílio para tomada de decisões na empresa florestal. Circular Técnica nº 97. IPEF: Filosofia De Trabalho De Uma Elite De Empresas Florestais Brasileiras, Piracicaba. São Paulo, 1980.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Ministério do Meio Ambiente. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 5 abril 2017.

CIDADE BRASIL – MUNICÍPIO DE ARARIPINA. Disponível em: <http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-araripina.html>. Acesso em: 25 outubro 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002.

GUEDES JUNIOR, F.A., **Gesso agrícola**: efeitos no crescimento radicular e no rendimento de grãos da soja. Dissertação (Mestrado), 72 f, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel - PR, fevereiro, 2017.

HAHN, C.L.; CASARIN, V.A.; SANTOS, A.V.; MIRANDA, R.L.; ORTIZ, L.C.V., Análise de mercado dos produtos da agroindústria familiar: Estudo de caso do perfil do consumidor e do produtor Santo-Angelense – Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Espacios**, V. 38 (Nº 21) 5-19, 2017. ISSN 0798 1015.

HEMPE, L.J.; HEMPE, C. A Logística Reversa à Serviço do Desenvolvimento Sustentável e o Papel da Escola com Relação à Educação Ambiental. **Revista Monografias Ambientais**, p 17-25, 2015. DOI: 105902/2236130818733.

INSTITUTO PERNAMBUCANO DE AGRONOMIA Disponível em: <http://www.ipa.br/novo/arquivos/paginas/1Relat%C3%B3rio%20apresenta%C3%A7%C3%B5es.pdf> Acesso em: 29 outubro 2017.

JESUS, L.; MACIEIRA, A. **Repensando a gestão por meio de processos**: como BPM pode transformar negócios e gerar crescimento e lucro. Rio de Janeiro: Editora Algo Mais, 2014.

LAPONNI, J.C., **Projetos de Investimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MAFFESSIONI, D.; BENVENUTI, T. **Reuso de água na indústria**: solução ambiental e econômica em empresas de fabricação de peças em gesso e vidraçarias. In: 4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. 2014. Bento Gonçalves RS. Disponível em: <<http://www.vbaco01.ucs.br/congressoAnais2014/getArtigo.php?id=188>>. Acesso em: 07 outubro 2015.

MAFRA, J.R.D., Metodologia de custeio para a ergonomia. **Revista Contabilidade & Finanças**. São Paulo, v. 17, n. 42, p. 77-91, setembro/dezembro, 2006. ISSN 1808-057X.

MARTINS, E. **Contabilidade de custo**. São Paulo: Atlas S/A. 2010.

OLIVEIRA, P. Utilização de resíduos do gesso da construção civil na produção de novos materiais. **Revista Especialize On-line IPOG**. Goiânia - Edição nº 11 Vol. 01/ 2016, julho/2016.

SANTOS, P.M.; ROLIM, M.M.; DUARTE, A.S.; BARROS, M.F.C.; SILVA, E.F.F., Uso de resíduos de gesso como corretivo em solo salino-sódico. **Pesqui. Agropecu. Trop**. Goiânia, v. 44, n. 1, p. 95-103, janeiro/março 2014. ISSN 1983-4063.

SILVA, A.M.G. **Projeção de argamassa de gesso**: procedimento e análise reológica. Dissertação, 74 p., Programa de Mestrado em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Agosto de 2016.



# CAPÍTULO III

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo buscou analisar detalhadamente a viabilidade econômica da empresa, foco desta pesquisa. Após levantamento teórico sobre o tema, incluindo principalmente as técnicas de capital, foi realizado junto à empresa o levantamento dos elementos necessários para a elaboração de um projeto financeiro, a fim de projetar o fluxo de caixa e o valor do investimento. Do ponto de vista econômico-financeiro, as análises do fluxo de caixa projetado indicaram um custo razoavelmente elevado, porém dentro das possibilidades da empresa, levando-se em consideração os riscos e retornos envolvidos. O presente estudo foi analisado considerando que, para o novo investimento, e os benefícios ambientais da implantação de uma empresa de reaproveitamento dos RCC gerados no município de Araripina, seria utilizado capital próprio da empresa. Ao final da análise dos dados coletados, constatou-se que o projeto seria viável, devido à análise do valor presente líquido – VPL e a taxa interna de retorno que se apresentou positivo.

O projeto de gestão de resíduos sólidos e o transformar em um mercado promissor e com uma vasta amplitude, supri a necessidade desse mercado, conscientizando a população sobre o impacto ambiental causado pelos resíduos sólidos produzidos pelas indústrias gesseiras e pela construção civil. Contempla, ainda, o reaproveitamento sustentável por meio da logística reversa do gesso, contribuindo, assim, com o desenvolvimento do país, visando às normas de sustentabilidade, com relação aos resíduos produzidos, organizados pelo CONAMA.

Por esses motivos, a implantação deste projeto proporciona uma evolução na conservação do meio ambiente no qual está inserido, trazendo à comunidade qualidade de vida, recursos e gerando uma grande rotatividade econômica para o município, cidade ou estado.

Como sugestão de trabalhos futuros, podem ser aplicados conceitos de modelo de localização de empresas para definição de um local estratégico, adequado à instalação deste projeto.

# **ANEXOS**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Processo Empresarial

O processo de reciclagem do gesso para fins agrícolas possui uma produção de custo menor pelo fato de não precisar passar por toda etapa de produção novamente (MELO, 2012). A obtenção de gesso apresenta a partir dos seus resíduos, necessidade de controle de alguns parâmetros tais como: umidade, granulometria e temperatura de reação para assegurar as mesmas propriedades do gesso original.

A reciclagem dos resíduos de gesso pode ser dividida em algumas etapas:

Gestão dos resíduos;

b) Coleta dos resíduos;

c) Separação dos contaminantes;

d) Processamento;

e) Controle da qualidade;

f) Comercialização.

Como podem ser representados pela (Figura 1)

**Figura 1 – Processo de Reciclagem do Gesso**



Fonte: Site (<http://www.conexaoplastilit.com.br>)

## Gestão de Resíduos

A gestão de resíduos está focada em uma organização pelos utilizadores da mão de obra que deverão organizar e agir de maneira seletiva, tanto no canteiro de obra quanto nas cimenteiras ou até nas produtoras e distribuidoras, com vistas a manter os resíduos separados e secos como demonstra a (Figura 2), como devem ser mantidos e como não devem ser mantidos os resíduos.

**Figura 2 – Separação Correta dos Resíduos do Gesso**



Fonte: Site (<http://www.brechoarte.com.br>)

## Coleta dos Resíduos

A coleta deve seguir as normas determinadas pelo órgão de cada região, e o transporte por meio de suas secretarias de gestão ambientais. O processo de coleta também deve ser feito baseado em normas especializadas em transporte de resíduos.

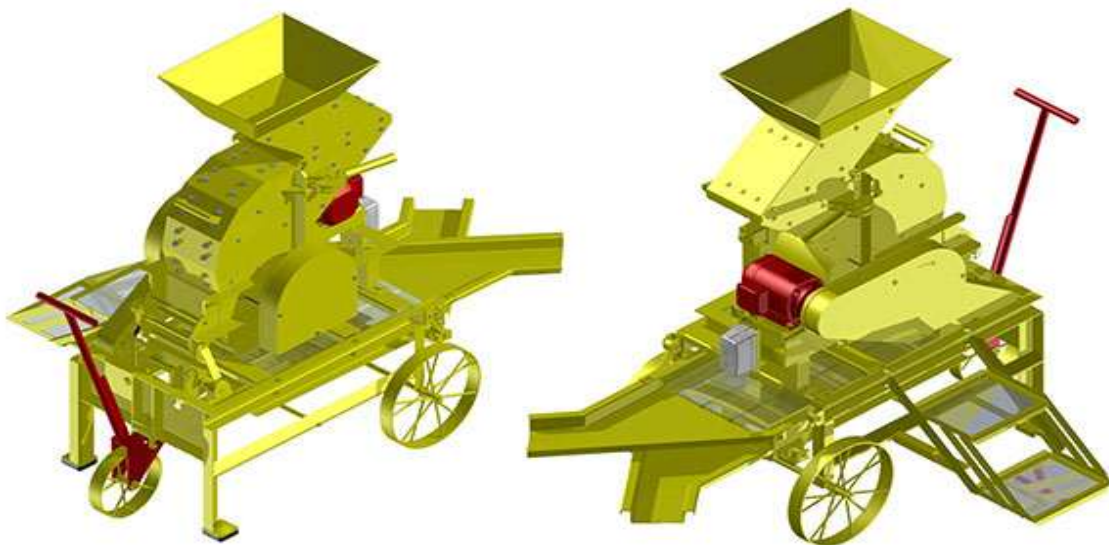
## Separação dos Contaminantes

Esta é a etapa do processo mais delicada, devido à falta de conhecimento atual sobre o assunto (MELO, 2012). A separação dos contaminantes é uma fase que ainda requer muitos estudos. São muitos os contaminantes do gesso, como pintura, metais, madeiras, adesivos, plásticos entre outros. Deve se ter cautela na escolha do processo de descontaminação, pois uma separação manual dos contaminantes pode acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores.

## Processamento dos Resíduos

Após o processo de descontaminação, os resíduos estão prontos para serem processados. O primeiro passo é o processo de moagem no qual pode ser utilizado um reciclador de gesso G250 Vegedry que está representado na (Figura 3).

**Figura 3 –** Reciclador de gesso G250



Fonte: Site (<http://www.vegedry.com.br/reciclador-de-gesso.php>)

Nascimento e Pimentel (2010) afirmam que o equipamento é móvel, robusto e compacto, de manutenção simples e fácil. Pode processar resíduos da classe C, como gesso cartonado ou não, reduzindo o espaço utilizado na caçamba. Opcionalmente pode ser fornecido com sistema de separação em duas frações. Acionado por motor elétrico blindado, de baixo consumo, o equipamento pode trabalhar isoladamente com alimentação manual, ou ser incorporado a um sistema de reciclagem com alimentação constante. Após esse processo, o gesso reciclado já pode ser utilizado como gesso agrícola.

O próximo passo é o processo de queima no qual pode ser colocado em uma estufa ou utilizar fornos tradicionais de produção da gipsita, como segue a (Figura 4).

**Figura 4 – Opções de queima dos resíduos do gesso**



**Fonte:** Site (<http://www.cimma.it>)

O processo de queima do gesso possui suas características por temperatura como demonstra a Tabela 1 elaborada por Nascimento e Pimentel (2010).

**Tabela 1** – Características das propriedades físicas do pó

<i>Tipo de Gesso</i>	<i>Módulo de Finura</i>	<i>Massa Unitária (Kg/m<sup>3</sup>)</i>
Reciclado (160 °C)	0,2378	1033,0
Reciclado (180 °C)	0,1532	1133,81
Reciclado (200 °C)	0,2664	1109,73

**Fonte:** Nascimento e Pimentel (2010).

A Finura da massa unitária do módulo do gesso reciclado, no qual possui uma finura inferior a 1,1, o qualifica como gesso tipo fino, por outro lado a sua massa unitária foi superior a 700Kg/m<sup>3</sup>, atendendo às exigências da NBR 13 207 (NASCIMENTO PIMENTEL, 2010).

Já as características água/gesso da pasta do gesso de início e fim de pega obtidos para gessos reciclados são definidas pela NBR 13207, que determina condições de classificação do gesso, segundo o tempo de pega. Dessa maneira, os gessos reciclados às temperaturas de 160°C, 180°C e 200°C se enquadram na classificação de gesso fino e grosso para revestimento classificaria no gesso tipo  $\alpha$  (NASCIMENTO E PIMENTEL, 2010).

**Tabela 2** – Características das propriedades físicas do pó

<i>Tipo de Gesso</i>	<i>Início de pega (min' seg'')</i>	<i>Fim de pega (min' seg'')</i>	<i>Relação água /gesso</i>
Reciclado (160°C)	17'25"	50'33"	0,48
Reciclado (180°C)	30'28"	53'41"	0,46
Reciclado (200°C)	26'13"	57'31"	0,47

**Fonte:** Nascimento e Pimentel (2010).

## **Comercialização**

Um produto com fins sustentáveis possui uma boa aceitação por seus fins ambientais, uma vez que reduz a perda de material e, além disso, uma redução de custo. Existem empresas internacionais que já reutilizam seus resíduos e que, como essa pesquisa, buscam sua reutilização para fins de reuso social para pequenos agricultores.



## **Análise de Investimento**

Nesta etapa, foram detectados os custos e necessidades de investimentos do projeto, do qual pode se alcançar dados sinuosos sobre tempo de retorno do investimento valor seu custo de implementação, e de sua manutenção além do custo final do material.

### **Custo de implementação do projeto**

Para a implementação do projeto necessita de um prédio simples com 3 cômodos que suporte o processo de separação do resíduo, para moagem e outro para estocagem do material pronto, como uma cooperativa ou até um espaço de um sítio, inicia o processo de produção, afirmando de forma simples uma quantia inicial de implantação do projeto nas casas no valor de R\$ 80.000.00

### **Custo operacional**

Esse tipo de custo está atrelado aos gastos com despesas que estão ligados ao processo operacional do projeto, sendo a mão de obra ou de operações como, encargo trabalhista, energia, água, luz, impostos e etc. do qual podem ser definidos como custo fixo e variáveis, segundo Martins (2013). Custos fixos não são alterados por conta do volume produzido naquele minúsculo determinado período. Custos variáveis são alterados pela relação (tempo x volume) produzido. Assim, demonstra que define as características dos tipos de custo.

### **Custo com pessoal fixo anual**

Para a implementação do projeto necessita de 12 funcionários, sendo 1 Coordenador, 3 Triagem e Separação, 2 Operadores de Maquina, 1 Auxiliar Administrativo, 1 Motorista, 1 Recepcionista, 2 Vigilantes, 1 Auxiliar de Serviço Gerais. No entanto, nem todos fazem parte da operação do projeto mais são utilizados como base para a implementação base do projeto na (Tabela 3) tem descritos os custos operacionais de cada funcionário e seus custos calculados de forma anual.

**Tabela 3 – Descrição dos salários e encargos sociais da mão de obra fixa**

<b>Discriminação</b>	<b>Quan t.</b>	<b>Salário Mensal</b>	<b>Total Anual</b>	<b>Encargos Sociais 50%</b>	<b>Custo Anual</b>
Coordenador	1	R\$ 2.811,00	R\$ 33.732,00	R\$ 16.866,00	R\$ 50.598,00
Triagem e Separação	3	R\$ 2.811,00	R\$ 33.732,00	R\$ 16.866,00	R\$ 50.598,00
Operadores de Máquina	2	R\$ 2.600,00	R\$ 31.200,00	R\$ 15.600,00	R\$ 46.800,00
Auxiliar administrativo	1	R\$ 1.465,50	R\$ 17.586,00	R\$ 8.793,00	R\$ 26.379,00
Motorista	1	R\$ 2.220,00	R\$ 26.640,00	R\$ 13.320,00	R\$ 39.960,00
Recepcionista	1	R\$ 1.465,50	R\$ 17.586,00	R\$ 8.793,00	R\$ 26.379,00
Vigilante	2	R\$ 2.134,90	R\$ 25.618,80	R\$ 12.809,40	R\$ 38.428,20
Auxiliar de Serviço Geral	1	R\$ 977,00	R\$ 11.724,00	R\$ 5.862,00	R\$ 17.586,00
Técnico em Química	1	R\$ 2.220,00	R\$ 26.640,00	R\$ 13.320,00	R\$ 39.960,00
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>-----</b>	<b>R\$ 224.458,80</b>	<b>R\$ 112.229,40</b>	<b>R\$ 336.688,20</b>

Fonte: Autora da pesquisa(2017)

O custo com o pessoal foi descrito de forma simples indireta, do qual foi seguindo informações salariais retiradas do site da agência de trabalho de Pernambuco, onde foi multiplicado os valores com a quantidade de funcionário na função, assim tendo valor mensal salarial de cada função. Em seguida, esse valor é multiplicado por um 1 ano (12 meses). A próxima etapa são encargos trabalhistas, que são (FGTS, Seguro e etc.), somando cada custo. Assim, tem-se o custo anual que cada funcionário representa ao projeto. A somar todos os custos com o pessoal, como demonstra os cálculos da Tabela 4:

**Tabela 4 – Custo de funcionários**

<b>Descrição</b>	<b>Equação</b>
<b>Coordenado 3</b>	$R\$ 2.811,00 * 12 = R\$ 33.732,00$ 50% = $R\$ 16.866,00$ ) $33.732,00 + 16.866,00 = R\$ 50.598,00$
<b>Triagem e Separação 1</b>	$R\$ 937,00 * 3 = 2.811,00 * 12 = R\$ 33.732,00$ 50% = $R\$ 16.866,00$ ) $33.732,00 + 16.866,00 = R\$ 50.598,00$
<b>Operador de Máquina 2</b>	$R\$ 1.300,00 * 2 = 2.600,00 * 12 = R\$ 31.200,00$ 50% = ( $R\$ 15.600,00$ ) $31.200,00 + 16.866,00 = R\$ 46.800,00$
<b>Auxiliar administrativo 1</b>	$R\$ 1.465,50 * 12 = R\$ 17.586,00$ 50% = $R\$ 8.793,00$ $R\$ 17.586,00 + R\$ 8.793,00 = R\$ 26.379,00$
<b>Motorista 1</b>	$R\$ 2.220,00. * 12 = R\$ 26.640,00$ 50% = $R\$ 13.320,00.$ $R\$ 26.640,00 + 13.320,00 = R\$ 39.960,00$
<b>Recepcionista 1</b>	$1R\$ 1.465,50 * 12 = R\$ 17.586,00$ 50% = $R\$ 8.793,00.$ $R\$ 26.379,00 = 8.793,00 + 17.586,50$
<b>Vigilante 2</b>	$1067,45 * 2 = R\$ 2.134,90 * 12 R\$ 25.618,80$ 50% = $R\$ 12.809,40,$ $R\$ 38.428,20 = 12.809,40 + 25.618,80$
<b>Auxiliar de Serviço Geral 1</b>	$R\$ 977,00 * 12 R\$ 11.724,00$ 50%= $R\$ 5.862,00$ $R\$ 17.586,00 = 11.724,00 + 17.586,00$
<b>Técnico em Química 1</b>	$R\$ 2.220,00 * 12 = R\$ 26.640,00$ 50%= $R\$ 13.320,00$ $R\$ 39.960,00 = 13.320,00 + 26.640,00$

Fonte: Autora da Pesquisa (2017)

Após essa soma obtém-se a quantia de R\$ 336.688,20 equivalente ao custo operacional por pessoal.

### **Custo Operacionalização Fixo**

Os custos de operacionalização constituem em uma parcela dos custos de operação, sendo composto pelos custos ligados diretamente ao funcionamento da linha de produção, acrescidos dos custos relacionados com a manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e máquinas, além das despesas referentes à conservação e limpeza dos ambientes físicos (portaria/recepção, setor administrativo etc.).

Neste Grupo de custo está incluindo taxas comuns mais variáveis como água, eletricidade, esgoto, e manutenção de equipamento entre outros do qual os custos foram calculados e etc.

### **Fundo de depreciação**

Com a finalidade de prever reposições futuras dos diversos itens dos seus investimentos, a empresa constituirá uma previsão de fundos financeiros, de acordo com o especificado na planilha em sequência e em conformidade com os critérios vigentes na legislação que regula o assunto em questão, conforme Tabela 5.

**Tabela 5 – Descrição do fundo de depreciação**

<b>Nº De Ordem</b>	<b>Discriminação</b>	<b>Vida Útil Em Anos</b>	<b>Percentual Anual (%)</b>	<b>Valor R\$</b>	<b>Prêmio Anual R\$</b>
1	Instalações	1	10,0%	R\$ 40.000,00	R\$ 4.000,00
2	Máquinas e Equip.	1	10,0%	R\$ 20.000,00	R\$ 1.000,00
3	Móveis e Utensílios	10	10,0%	6.200,00	R\$ 600,00
	<b>TOTAL</b>	-	-	<b>R\$ 66,200,00</b>	<b>R\$ 6.620,00</b>

Fonte: Autora da pesquisa (2017).

### **Telefone, energia elétrica e água**

O Projeto contará com linhas telefônicas fixas, com um custo médio mensal da ordem de R\$ 250,00, além de 3 linhas de telefonia móvel ao custo mensal de R\$ 65,00 cada. A conta mensal está estimada em R\$ 445,00. A energia foi focada nos

estudos que afirma o custo base de 450,00 de energia para médias e pequenas empresas. O próximo é o custo com água como informa a agência pernambucana de distribuição de água a (COMPESA) o custo de 10.000 Litros por mês custa R\$ 59,11. A ultrapassar essa quantia se paga um adicional de 11,72 chegando a quantia de R\$ 70,83 mês Assim, espera-se o seguinte dispêndio anual com estes itens da Tabela 6:

**Tabela 6:** Equações depreciação

---

<b>Equações Depreciação</b>
<b>R\$ 250,00 (valor da conta mensal) x 3 (nº de linhas moveis) x 12 meses/ano= R\$ 5.340,00 reais;</b>
<b>R\$ 450,00 (conta de energia mensal) x 12 meses = R\$ 5.400,00</b>
<b>R\$ 59,11 (valor da conta mensal) + (nº O Custo adicional de 11,72 por passa a quantia de 10.000 litros mês) x 12 meses/ano= R\$ 849,96 reais;</b>
<b>Total do dispêndio = R\$ 11.589,96 / ano</b>

---

**Fonte:** Autora da Pesquisa (2017)

### **Impostos Fixos**

O conjunto de suas instalações representa um compromisso tributário com o município relativo ao IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) e ao CIM (Cartão de Inscrição Municipal). Tal como exposto a seguir:

$$\text{IPTU} = \text{R\$ } 6.800,00 / \text{ ano}$$

$$\text{CIM} = \text{R\$ } 1.500,00 / \text{ ano}$$

$$\text{Total do dispêndio} = \text{R\$ } 8.300,00 / \text{ ano}$$

### **Material de Expediente**

Calculado com os dados de várias empresas que tenha como despesas mensais: materiais de escritório, limpeza e de consumo geral de R\$ 185,00. Assim, o dispêndio anual com esse item é da seguinte ordem:

$$\text{R\$ } 185,00 / \text{mês} \times 12 \text{ meses/ano} = \text{R\$ } 2.220,00$$

### **Eventuais**

Como uma base de previsão para eventualidades, é analisado uma verba referente a 5% do somatório de todas as despesas anteriores, assim:

$$0,05 \times \text{R\$ } 62.464,36 = \text{R\$ } 3.123,21$$

A tabela 7 representa o resumo dos custos operacionais.

**Tabela 7 – Quadro de resumo do custo fixo operacional anual**

	<i>Discriminação</i>	<i>Gasto Anual</i>
1	<b>Custo com Pessoal</b>	R\$ 336.688,20
2	<b>Custo Operacionalização</b>	<b>(31,852,77)</b>
3	Fundo De Depreciação	6.620,00
4	Telefone, Energia Elétrica e Água	11.589,96
5	Impostos Fixos	R\$ 8.300,00
6	Material de Expediente	R\$ 2.220,00
7	Eventuais	R\$ 3.123,21
	<b>TOTAL</b>	<b>368.540,97</b>

Fonte: Autora da pesquisa (2017)

### **Custo Operacionalização Variável Anual**

#### **Matérias-Primas, materiais secundários e outros insumos**

A Tabela 8 em sequência, consolida as necessidades anuais de consumo de materiais e insumos necessários ao cumprimento do programa de produção proposto pelo projeto, o qual se refere ao nível de produção a ser alcançado na estabilização.

**Tabela 8 – Descrição das matérias-primas, materiais secundários e outros insumos**

Descrição	Origem	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Total \$
<b>Matéria prima</b>					
Resíduo do Gesso	PE	MT	94.427,25	8,00	<b>R\$ 755.418,00</b>
<b>Material Secundário</b>					
Material de embalagem	PE	un.	100.000	0,32	<b>R\$ 32.000,00</b>
<b>Outros insumos</b>					
Energia elétrica	PE	KWH	1.560	0,45	<b>R\$ 702,00</b>
<b>TOTAL</b>		-	-	-	<b>R\$ 788.120,00</b>

Fonte: Autora da pesquisa (2017)

Os cálculos são baseados no relatório do DNPL (2013) para calcular a quantidade de unidades produzidas por ano assim como custo unitário dos resíduos que foram verificados, como, valor da embalagem das mesmas e por último o KWH, obtidos pela Distribuidora da Máquina REHNI que são 3 KWH horas, o custo unitário

do KWH foi obtido no site da CELPE (Companhia de Energia de Pernambuco) como representado a seguir:

R\$ 8,00 (Valor unitário do metro dos resíduos gipsita) x (quantidade produzida por ano) = R\$ 755.418,00 reais;

R\$ 0,32 (Valor unitário do metro das embalagem) x (quantidade de embalagem adquiridas) = R\$ 32.000,00 reais;

R\$ 0,45 (Valor de KWH) x (Quantidade KWH utilizada pelas máquinas G220 ano) = R\$ 702,00 reais;

### ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

A Tabela 9 em sequência, demonstra a consolidação do crédito anual do referido imposto realizado pela empresa com a aquisição de matérias-primas e insumos utilizados na produção, bem como do débito por esta com a realização de sua receita anual (ao nível de 100%).

**Tabela 9 – Descrição do ICMS Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços**

Nº De Ordem	Discriminação	Alíquota %	Valor R\$	Imposto Pago
<b>1</b>	<b>VENDA DE PRODUTOS</b>			
	No Estado	18,00	R\$ 932.988,28	R\$ 158.608,00
	Fora do Estado	11,00	R\$ 130.973,72	R\$ 14.407,11
	<b>DÉBITO DE ICMS</b>	-	R\$ 1.019.814,30	R\$ 145.380,83
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>ALÍQUOTA %</b>	<b>VALOR R\$</b>	<b>IMPOSTO RECOLHIDO</b>
<b>2</b>	<b>COMPRAS:</b>			
	<b>No Estado</b>	<b>18,00</b>	R\$ 113.709,23	<b>R\$ 19.330,57</b>
	Matérias-Primas		R\$ 111.784,40	R\$ 19.003,34
	Materiais Secundários		R\$ 37.882,08	R\$ 6.439,96
	Outros Insumos		R\$ 831,03	R\$ 141,28
	<b>Fora do Estado</b>	<b>11,00</b>	R\$ 15.962,60	<b>R\$ 1.755,89</b>
	Matérias-Primas		R\$ 15.692,39	R\$ 1.726,16
	Materiais Secundários		R\$ 5.317,92	R\$ 584,97
	Outros Insumos		R\$ 116,67	R\$ 12,84
	<b>DÉBITO LÍQUIDO DE ICMS</b>	-	-	<b>R\$ 166.467,29</b>

Fonte: Autora da pesquisa (2017).

### **Fretes e seguros**

Tanto a logística de recepção de materiais utilizados no processo produtivo, quanto à logística de distribuição de produtos acabados, a indústria deve comprometer cerca de 3% de seu faturamento anual com o pagamento contratual de fretes e de seguros das mercadorias e matérias-primas. Assim, tem-se:

$$0,03\% \times R\$ 1.019.814,30(\text{faturamento anual}) = \mathbf{R\$ 3.059,44}$$

### **Tributos Federais**

Além do custo do ICMS, a indústria deve incorrer na obrigação de recolher tributos federais relacionados diretamente à produção e vendas, tais como: PIS e COFINS. Assim, tem-se:

$$\text{PIS} - 0,65\% \times R\$ 1.019.814,30 (\text{faturamento anual}) / 100 = R\$ 6.628,79$$

$$\text{COFINS} - 3\% \times R\$ 1.019.814,30 (\text{faturamento anual}) = R\$ 22.662,54$$

$$\text{Total do dispêndio} = \mathbf{R\$ 30.594,43}$$

### **Marketing**

A indústria deve destinar cerca de 2% de seu faturamento para ações de propaganda do seu produto. Assim, tem-se;

$$2,0 \times R\$ 1.019.814,30(\text{faturamento anual}) = \mathbf{R\$ 20.396,29}$$

### **Eventuais**

Utilizado em face de custos operacionais imprevistos e/ou perdas comerciais e de produtos. Estima-se uma verba correspondente a 5 % sobre o somatório dos custos de produção, tem-se:

$$5 \% \times R\$ 1.019.814,30(\text{somatório dos itens anteriores}) = \mathbf{R\$ 50.990,72}$$

**Tabela 10 – Descrição do Custo Variável Anual**

<b>Nº DE ORDEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>GASTO ANUAL</b>
1	Matérias-Primas, Materiais Secundários e Outros Insumos	R\$ 32.702,00
2	ICMS	R\$ 166.467,29
3	Fretes e Seguros	R\$ 3.059,44
4	Tributos Federais	R\$ 30.594,43
5	Marketing	R\$ 20.396,29
6	Eventuais	R\$ 50.990,72
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 304.210,17</b>

Fonte: Autora da pesquisa (2017)

A Tabela 10 acima descreve os valores que englobam os custos variáveis no período de um ano de implantação do projeto do qual esse dado, junto com os custos fixos anuais, pode ser obtido o custo total anual do projeto como demonstra a Tabela 11.

**Tabela 11 – Descrição do custo total anual**

<b>Nº DE ORDEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>GASTO ANUAL</b>
	<b>CUSTO FIXO</b>	
1	Custo com Pessoal	R\$ 336.688,20
2	Custo Operacionalização	<b>(31,852,77)</b>
3	Fundo De Depreciação	6.620,00
4	Telefone, Energia Elétrica e Água	11.589,96
5	Impostos Fixos	R\$ 8.300,00
6	Material de Expediente	R\$ 2.220,00
7	Eventuais	R\$ 3.123,21
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 368.540,97</b>
	<b>CUSTO VARIÁVEL</b>	
1	Matérias-Primas, Materiais Secundários e Outros Insumos	R\$ 32.702,00
2	ICMS	R\$ 166.467,29
3	Fretes e Seguros	R\$ 3.059,44
4	Tributos Federais	R\$ 30.594,43
5	Marketing	R\$ 20.396,29
6	Eventuais	R\$ 50.990,72
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 304.210,17</b>
	<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 672.751,14</b>

Fonte: Autora da pesquisa (2017)



O cálculo é feito de forma simples. Após a obtenção de cada custo fixo e variável, os mesmos foram somados de formas separadas, assim, obtendo os seus valores totais e somados como demonstra abaixo:

$$\begin{aligned} & (\text{Custo fixo anual R\$ } 368.540,97) + (\text{Custo variável anual R\$ } 304.210,17) \\ & = \text{R\$ } 672.751,14 \end{aligned}$$

### **Faturamento, resultados, usos e fontes e avaliação econômico-financeira do projeto**

Os tópicos a seguir compõem informações relativas à viabilidade econômico-financeira do empreendimento, sendo ressaltantes as suas análises para se firmar posicionamento, favorável ou não, acerca da referida viabilidade.

#### **Faturamento previsto para empreendimento**

As tabelas em sequência objetivam demonstrar, respectivamente, o faturamento a ser alcançado pelo empreendimento, quando atingir a plenitude da receita prevista (estabilidade a 100%) e o faturamento ano a ano, até que a empresa alcance a estabilidade da receita.

**Tabela 12** – Descrição do faturamento no mercado interno

DISCRIMINAÇÃO	UND.	QUANT.	PREÇO	RECEITA	RECEITA TOTAL
		MERC.	UNITÁRIO R\$	INTERNA	R\$
		INTERNO		R\$	
Gipsita Agrícola	MT	94.427,25	R\$ 12,31	R\$ 1.162.399,45	R\$ 1.162.399,45
<b>TOTAL</b>	-	94.427,25	-	R\$1.162.399,45	R\$ 1.162.399,45

Fonte: Autora da pesquisa (2017)

Para obtenção da quantidade produzida, foram verificados e analisados dados obtidos do relatório da (DNPL, 2013), afirma quantidade consumo representada pelo consumo do mercado interno da matéria prima do qual foi passado a quantidade de 50% da quantidade, para obtenção mais firme da ponderação da viabilidade econômica. Já o preço unitário foi obtido pelo site ABRECON, que repassou o valor atual de mercado de gesso reciclado para fins agrícolas. Utilizando o valor obtido, foi feito o cálculo para obtenção da receita interna da empresa que é um dos principais dados para obtenção da viabilidade econômica, assim, obtendo a receita interna Bruta, conforme a seguir:

$$(\text{Quantidade do mercado interno, R\$ } 94.427,25) \times (\text{Preço unitário R\$ } 12,31) = \mathbf{R\$ 1.162.399,45}$$

Para a obtenção de uma viabilidade mais vigente é feita uma projeção de 3 anos do faturamento, dividindo a quantidade de produção, sendo de 50% no primeiro ano, 75% no segundo e 100% no terceiro ano, como demonstra a tabela abaixo:

**Tabela 13** – Descrição do faturamento ano a ano até atingir a estabilidade

DISCRIMINAÇÃO	ANO I		ANO II		ANO III	
	QUANT.	RECEITA	QUANT.	RECEITA	QUANT.	RECEITA
Resíduos	94.427,25	R\$ 1.162.399,45	R\$ 141.640,88	R\$ 1.743.599,17	188.854,50	R\$ 2.324.798,90

Fonte: Autora da pesquisa (2017)

OBS: ANO I = 50% do volume produzido; ANO II = 75% do volume produzido; ANO III = 100% do volume produzido.

$$(\text{Quantidade do mercado interno I ano, R\$ 94.427,25}) \times (\text{Preço unitário Ano R\$ 12,31}) = \text{R\$1.162.399,45}$$

$$(\text{Receita II ano, R\$ 141.640,88}) \times (\text{Preço unitário ano R\$ 12,31}) = \text{R\$ 1.743.599,17}$$

$$(\text{Receita III ano, R\$ 188.854,50}) \times (\text{Preço unitário ano R\$ 12,31}) = \text{R\$2.324.798,90}$$

Após a obtenção desses dados, o próximo passo é descrever o máximo possível de dados econômicos que se pode obter projeto até obter seu nível de estabilidade no mercado que é, exatamente, o período de 3 anos, no qual tem a sua estabilidade financeira concluída.

**Tabela 14** – Descrição dos resultados esperados até o projeto alcançar a estabilidade

DISCRIMINAÇÃO	ANO I		ANO II		ANO III e SEGUINTE	
	R\$	%	R\$	%	R\$	%
1 - Faturamento Bruto Anual		50	R\$ 141.640,88	75	R\$	100
	R\$ 1.162.399,45				2.324.798,90	
2 – IPI (15% x item 1)	R\$ 174.359,92	15	R\$ 21.246,13	15	R\$ 348.719,84	15
3 - Faturamento Líquido Anual (item 1 - 2)	R\$ 988.039,53	50	R\$ 120.394,75	75	R\$	100
					1.976.079,07	
4 - Custo Variável Anual	R\$ 304.210,17	50	R\$ 456.315,26	75	R\$ 608.420,34	100
5 - Margem de Contribuição Total (item 1 – 4)	R\$ 858.189,28	-	R\$	-	R\$	-
			1.287.283,92		1.716.378,56	
6 - Custo Fixo Anual	R\$ 368.540,97	50	R\$ 552.811,46	75	R\$ 737.081,94	100
7 - Lucro Operacional (item 5 – 6)	R\$ 489.648,31	-	R\$ 734.472,47	-	R\$ 979.296,62	-
8 - Provisão para I.R. (0,30 x item 7)	R\$ 146.894,49	30	R\$ 220.341,74	30	R\$ 293.788,99	30
9 - Lucro Líquido Operacional (item 7 – 8)	R\$ 342.753,82	-	R\$ 514.130,73	-	R\$ 685.507,63	-
10 - Depreciação	R\$ 6.620,00	-	R\$ 6.620,00	-	R\$ 6.620,00	-
11 - Capacidade de Pagamento (9 + 10)	R\$ 355.993,82	-	R\$ 530.680,73	-	R\$ 705.367,63	-
<b>***Outras Informações:</b>	*****					
12 - Ponto de Nivelamento [ (item 6 / 5) x 100 ]	-	4,1	-	4,1	-	4,1
13 - Preço Unitário	R\$ 12,31	-	R\$ 12,31	-	12,31	-
14 - Custo Variável Unitário (item 4 / quant. Produção)	R\$ 3,22	-	R\$ 3,22	-	R\$ 3,22	-
15 - Quantidade de Equilíbrio [ item 6 / (item 13 – 14) ]	29.935,12	-	44.904,29	-	59.873,46	-
16 - Investimento Total	R\$ 732.751,14	-	R\$ 732.751,14	-	R\$ 732.751,14	-
17 – Rentabilidade [(item 9 / item 16) x 100]	-	47	-	47	-	47
18 – Lucratividade (item 9 / item 3 x 100)	-	35	-	35	-	35

**Fonte:** Autora da pesquisa (2017)

**Tabela 15 – Equações da viabilidade econômica**

---

<b>Equações Faturamento</b>
15%, (Receita Anual I R\$ 1.162.399,45) = R\$ 174.359,92
15%, (Receita Anual II R\$ 141.640,88) = R\$ R\$ 210.246,13
15%, (Receita Anual III R\$ 2.324.798,90) = R\$ R\$ 348.719,84
<b>Faturamento Líquido Anual</b>
(Receita Anual I R\$ 1.162.399,45) - (IPI ano I R\$ 174.359,92) = R\$ 988.039,53
(Receita Anual II R\$ 141.640,88) - (IPI ano II R\$ 21.246,13) = R\$ 120.394,75
(Receita Anual III R\$ 1.976.079,07) - (IPI ano III R\$ 348.719,84) = R\$ 1.976.079,07
<b>Custo Variável Anual</b>
<b>100% (Custo Variável Anual III R\$ 608.420,34)=R\$ 608.420,34</b>
<b>75% (Custo Variável Anual III R\$ 608.420,34)=R\$ 456.315,26</b>
<b>50% (Custo Variável Anual III R\$ 608.420,34)=R\$ 304.210,17</b>
Margem de Contribuição Total
<b>(Receita Anual I R\$ 1.162.399,45) - (Custo Variável Anual ano I R\$ 304.210,17) = R\$ 858.189,28</b>
<b>(Receita Anual II R\$ 1.141.640,88) - (Custo Variável Anual II R\$ 456.315,26) = R\$ 1.287.283,92</b>
<b>(Receita Anual III R\$ 2.324.798,90) - (Custo Variável Anual III R\$ 608.420,34) = R\$ 1.716.378,56</b>
<b>Custo Fixo Anual</b>
<b>100% (Custo Fixo Anual III R\$ 737.081,94)=R\$ 737.081,94</b>
<b>75% (Custo Fixo Anual III R\$ 608.420,34)=R\$ 552.811,46</b>
<b>50% (Custo Fixo Anual III R\$ 608.420,34)=R\$ 368.540,97</b>
Lucro Operacional
<b>(Custo Fixo Anual I R\$ 368.540,97) - (Margem de Contribuição Anual ano I R\$ 858.189,28) = R\$ 489.648,31</b>
<b>(Custo Fixo Anual II R\$ 552.811,46) - (Margem de Contribuição Anual ano II R\$ 1.287.283,92) = R\$ 734.472,47</b>
<b>(Custo Fixo Anual III R\$ 737.081,94) - (Margem de Contribuição III R\$ 608.420,34) = R\$ 1.716.378,56</b>
Provisão para I.R.
<b>30% (Lucro Operacional Anual I R\$ 489.648,31)=R\$ 146.894,49</b>
<b>75% (Lucro Operacional Anual II R\$ 734.472,47)=R\$ 220.341,74</b>
<b>50% (Lucro Operacional Anual III R\$ 979.296,62)=R\$ 293.788,99</b>
Lucro Operacional Líquido.
<b>(Lucro Operacional I R\$ 489.648,31) - (Provisão para I.R.R\$ 146.894,49) = R\$ 342.753,82</b>
<b>(Lucro Operacional I R\$ 734.472,47) - (Provisão para I.R.R\$ 220.341,74) = R\$ 514.130,73</b>
<b>(Lucro Operacional I R\$ 979.296,62) - (Provisão para I.R.R\$ 293.788,99) = R\$ 685.507,63</b>
<b>Depreciação</b>
<b>5% (Custo de Estrutura, moveis e utensilio R\$ R\$ 66,200,00)=R\$ 6.620,00</b>
Capacidade de Pagamento.
<b>(Lucro Líquido Operacional I R\$ 342.753,82) + (Depreciação R\$ 6.620,00) = R\$ R\$ 355.993,82</b>
<b>(Lucro Líquido Operacional II R\$ R\$ 524.060,73) + (Depreciação R\$ 6.620,00) = R\$ R\$ R\$ 530.680,73</b>
<b>(Lucro Líquido Operacional III R\$ 698.747,63) + (Depreciação R\$ 6.620,00) = R\$ R\$ R\$ 705.367,63</b>
Ponto de Nivelamento.
<b>(Custo Fixo Anual I R\$ 368.540,97) / (Margem de Contribuição I R\$ 858.189,28) x100 = 4.1</b>
<b>(Custo Fixo Anual II R\$ 552.811,46) / (Margem de Contribuição II R\$ 1.287.283,92) x100 = 4.1</b>
<b>(Custo Fixo Anual III R\$ 737.081,94) / (Margem de Contribuição III R\$ 1.716.378,56) x100 = 4.1</b>
Custo Variável Unitário.
<b>(Custo Variável Anual I R\$ 368.540,97) / (Quantidade Produzida R\$ 94.427,25) = R\$ 3,22</b>
<b>(Custo Variável Anual II R\$ 456.315,26) / (Quantidade Produzida R\$ R\$ 1.743.599,17) = R\$ 3,22</b>
<b>(Custo Variável Anual III R\$ 608.420,34) / (Quantidade Produzida R\$ 2.324.798,90) = R\$ 3,22</b>
Quantidade do Equilíbrio.
<b>(Quantidade Produzida Anual I R\$ 94.427,25) / (Preço Unitário R\$ 12,31) - (Custo Unitário</b>

---

---

**Variável R\$ 3,22) = 29.935,12**  
**(Quantidade Produzida Anual II R\$ R\$ 1.743.599,17) / (Preço Unitário R\$ 12,31) - (Custo Unitário Variável R\$ 3,22) = 44.904,29**  
**(Quantidade Produzida Anual III R\$ 2.324.798,90) / (Preço Unitário R\$ 12,31) - (Custo Unitário Variável R\$ 3,22)=59.873,46**

### Investimento Anual

**100% (Investimento Anual III R\$ 1.465.502,28)=R\$ 1.465.502,28**  
**75% (Investimento Anual III R\$ 1.465.502,28)=R\$1.099.126,71**  
**50% (Investimento Anual III R\$ 1.465.502,28)=R\$ 732.751,14**  
 Rentabilidade  
**(Lucro Líquido Operacional I R\$ 342.753,82) / (Investimento Anual I R\$ 732.751,14) \*100 = 47%**  
  
**(Lucro Líquido Operacional II R\$ R\$ 514.130,73) / (Investimento Anual II R\$ 1.099.126,71) \* 100 = 47%**  
**(Lucro Líquido Operacional III R\$ 698.747,63) / (Investimento Anual III R\$ 1.465.502,28) \* 100 = 47%**  
 Lucratividade  
**(Lucro Líquido Operacional I R\$ 342.753,82) / (Faturamento Líquido Anual I R\$ 988.039,53) \*100 = 35%**  
**(Lucro Líquido Operacional II R\$ R\$ 514.130,73) / ((Faturamento Líquido Anual II R\$ 1.482.059,30) \*100 = 35%**  
**(Lucro Líquido Operacional III R\$ 698.747,63) / (Investimento Anual III R\$ 1.976.079,07) \* 100 = 47%**

---

Fonte: Autora da pesquisa (2017)

**Tabela 16 – Descrição dos outros Índices**

DISCRIMINAÇÃO	R\$
<b>1 - Valor Agregado Bruto</b> (Faturamento Bruto - Valor dos Insumos)	995.932,16
<b>2 - Carga Tributária Bruta</b> (Total dos Tributos / Faturamento Bruto x 100)	7,00%
<b>3 – Produtividade da Mão-de-Obra</b> (item 2 / nº de Funcionários)	R\$ 14.529,99
<b>4 – Receita Média Gerada pelo Emprego</b> (Receita Bruta / nº de Funcionários)	191.008,08
<b>5 - Investimento Médio por Emprego Criado</b> (Investimento Total / nº de Funcionários)	61.062,60

Fonte: Autora da pesquisa (2017)

Com os dados obtidos pode ser encontrado a situação financeira e a sua viabilização econômica, utilizando várias informações financeiras que são demonstradas em vários tipos de Índices financeiros e contábeis, como demonstra logo a seguir:

### 1 – Valor Agregado Bruto

(Total de Tributos Anual I R\$ 1.162.399,45) - (Insumos I R\$ 166.467,29)=R\$  
**995.932,16**

## 2 – Carga Tributária Bruta

$$\text{(Total de Tributos I R\$ 349.127,21) / (Faturamento Bruto Anual I R\$ 1.162.399,45)} \\ *100 = \text{R\$ 995.932,16}$$

## 3 – Produtividade de mão-de-obra

$$\text{(IPI Anual I R\$ 174.359,92) / (Quantidade de Funcionário 12)=R\$ 14.529,99}$$

## 4 – Receita Média Gerada pelos Empregados

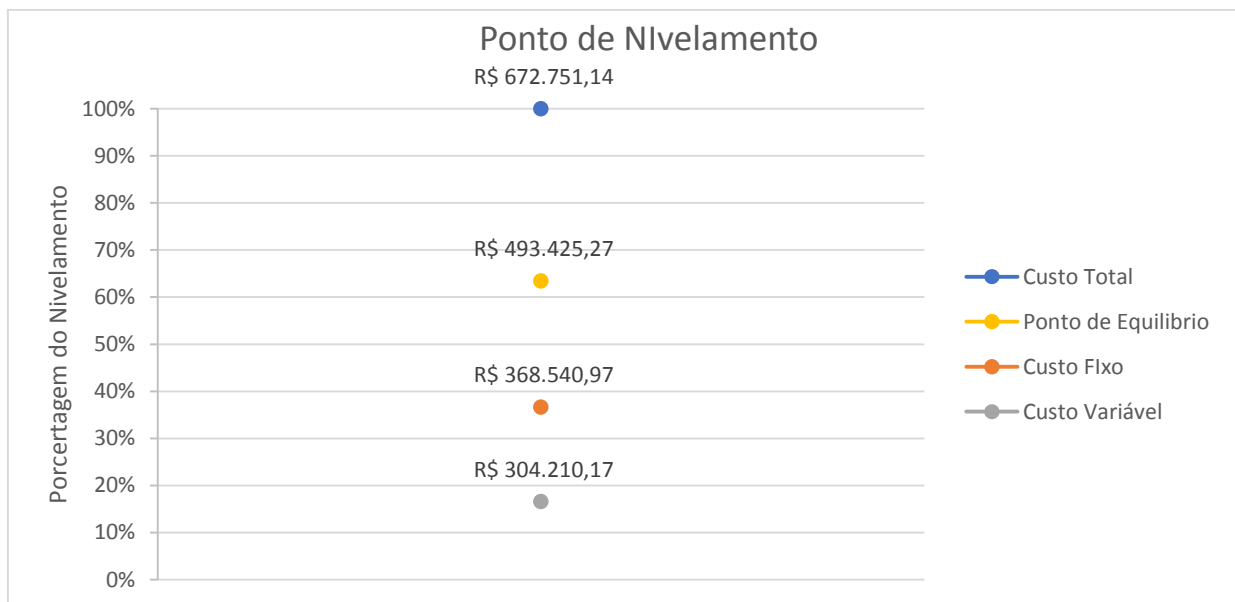
$$\text{(Receita Bruta Anual I R\$ 1.162.399,45) / (Quantidade de Funcionário 12)=R\$ R\$} \\ \text{96.866,62}$$

## 5 – Investimento Médio por Emprego Criado

$$\text{(Investimento Total R\$ 732.751,14) / (Quantidade de Funcionário 12)=R\$ 61.062,60}$$

As Figuras 1, 2, 3 e 4, representam a porcentagem de nivelamento versus o ponto de nivelamento no 1 Ano, 2 e 3 ano, respectivamente.

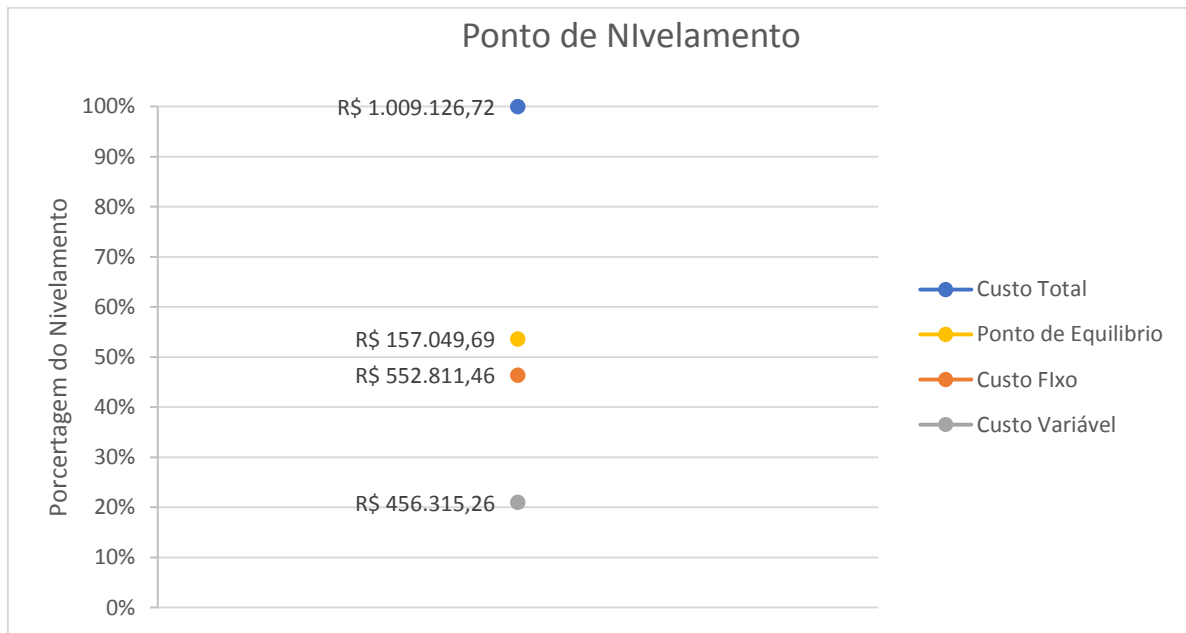
Figura 5 – Ponto de nivelamento 1 Ano



### Ponto de Nivelamento do 1º ano

$$\text{(Custo Variável Anual I R\$ 304.210,17) + (Custo Fixo R\$ 368.540,97) = (Custo Total} \\ \text{R\$ 672.751,14) – (Margem de Contribuição R\$ 858.189,28) = Ponto de} \\ \text{Nivelamento R\$ 493.425,27}$$

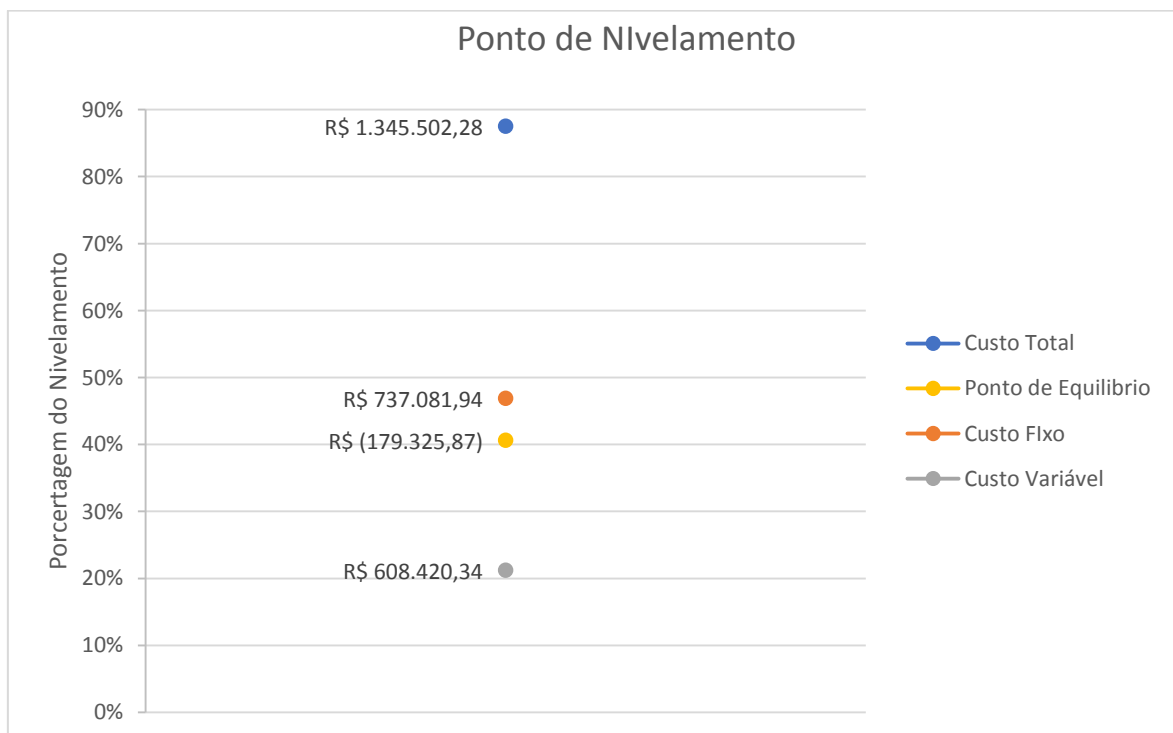
**Figura 6 – Ponto de Nivelamento 2 Ano**



**Ponto de Nivelamento do 2º ano**

(Custo Variável Anual I R\$ 456.315,26) + (Custo Fixo R\$ 552.811,46) = **(Custo Total R\$ 1.009.126,72)** – (Margem de Contribuição R\$ 1.287.283,92) = **Ponto de Nivelamento R\$ 157.049,69**

**Figura 7 – Ponto de Nivelamento 3 Ano**





### Ponto de nivelamento do 3º ano

$$\begin{aligned} & (\text{Custo Variável Anual III R\$ 608.420,34}) + (\text{Custo Fixo Anual III R\$ 732.081,94}) = \\ & (\text{Custo Total R\$ 1.345.502,28}) - (\text{Margem de Contribuição Anual III} \\ & \text{R\$ 1.287.283,92}) = \text{Ponto de Nivelamento R\$ 179.325,87} \end{aligned}$$

### Receita líquida anual

Esta etapa demonstra o lucro anual da empresa, já removendo seus insumos e custos, assim, podendo ser obtidos os valores do fluxo de caixa dos três primeiros anos da empresa (itens 9 da tabela 2.19), formando dados necessários para avaliação de métodos de análise econômica. Outro aspecto abordado é a projeção de 2%, a partir do 4º ano em diante, como foi prevista pela (DNMPL 2013), em seu último relatório sobre produção de minério no Brasil, como demonstra a tabela 2.20.

**Tabela 17** – Valor da receita líquida projetada

Ano	Receita Anual	Líquida	Valor da Projeção 2%	Receita Projetada	Anual
1	R\$ 342.753,82	-	-	-	
2	R\$ 514.130,73	-	-	-	
3	R\$ 685.507,63	-	-	-	
4	R\$ 713.202,14		R\$ 14.264,04	R\$ 713.202,14	
5	R\$ 727.466,18		R\$ 14.549,32	R\$ 727.466,18	

**Fonte:** Autora da pesquisa (2017).

Como demonstra a Tabela 18, as projeções são feitas a partir dos 4 anos. Apesar de a pesquisadora não possuir esses dados, foi utilizada a projeção de 2% ao ano, revelada por pesquisa da DNMPL (2013), que projeta um aumento de 2% de consumo de minério gipsita anual referente à previsão econômica ruim, tais projeções são descritas na Tabela abaixo:

**Tabela 18 – Das equações das receitas líquidas projetadas**

---

2% (Receita Líquida Anual III R\$ 14.264,04) + (Receita Líquida Anual III R\$ 685.507,63) = (Receita Líquida IV R\$ 713.202,14)
% (Receita Líquida Anual IV R\$ 14.549,32) + (Receita Líquida Anual IV R\$ 727.466,18) = (Receita Líquida IV R\$ 727.466,18)

---

**Fonte:** Autora da pesquisa (2017)

### Valor presente Líquido

Utilizando a receita líquida anual, pode-se calcular o VPL da pesquisa, o qual demonstra a partir de qual momento o projeto já pode gerar lucro de forma indireta à cooperativa ou a prefeitura, como demonstra a Tabela 19. Na mesma foi utilizada uma porcentagem de 18% da receita líquida para calcular o valor presente líquido.

**Tabela 19 – Valor presente líquido**

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa VPL (18% do Fluxo de Caixa)	Valor Presente (Fluxo de Caixa VPL – Valor Presente)
0	-R\$ 732.751,14	-R\$ 732.751,14	
1	R\$ 342.753,82	R\$ 61.695,69	-R\$ 732.751,14 -R\$ 671.055,45
2	R\$ 514.130,73	R\$ 154.239,22	-R\$ 516.816,23
3	R\$ 685.507,63	R\$ 205.652,29	-R\$ 311.163,94
4	R\$ 699.217,78	R\$ 209.765,33	-R\$ 101.398,61
5	R\$ 713.202,14	R\$ 213.960,64	R\$ 112.562,03

**Fonte:** Autora da pesquisa (2017).

### 1 Ano valor presente líquido

$$=18\% (\text{Fluxo de Caixa Anual I R\$ } 61.695,69) + (\text{Valor Presente Líquido } 0 - \text{R\$ } 732.751,14) = \text{Valor presente líquido I Ano I R\$ } 671.055$$

## **2 Ano valor presente líquido**

$$=18\% (\text{Fluxo de Caixa Anual II R\$ } 154.239,22) + (\text{Valor Presente Líquido I ano - R\$ } 671.055,45) = \text{Valor presente líquido II Ano I R\$ } 516.816,23.$$

## **3 Ano valor presente líquido**

$$=18\% (\text{Fluxo de Caixa Anual III R\$ } 205.652,29) + (\text{Valor Presente Líquido II ano - R\$ } 516.816,23) = \text{Valor Presente Líquido Ano III R\$ } 516.816,23.$$

## **4 Ano valor presente líquido**

$$=18\% (\text{Fluxo de Caixa Anual IV R\$ } 209.765,33) + (\text{Valor Presente Líquido III ano - R\$ } 311.16,94) = \text{Valor Presente Líquido Ano IV R\$ } 101.398,61.$$

## **5 Ano valor presente líquido**

$$=18\% (\text{Fluxo de Caixa Anual V R\$ } 213.960,33) + (\text{Valor Presente Líquido III ano - R\$ } 10.398,61) = \text{Valor Presente Líquido Ano V R\$ } 112.562,03.$$

Segundo a Tabela 19 e as equações acima, o valor presente líquido foi de R\$ 112.562,03 do qual tal valor foi apresentando o retorno no período de 4,75 anos de investimento no tempo hábil necessário que um projeto financeiro precisa para estabilidade de contas e investimento como afirma Maximiano (2015).

## **Tempo de retorno de capital *payback***

Este método serve para medir o retorno do capital investido no projeto, no qual se utilizam os valores obtidos no fluxo de caixa para contabilizar o período que foi necessário para que o valor do investimento seja pago, assim, contabilizando o tempo para o pagamento do mesmo. A Tabela 20 apresenta os dados referente ao capital Payback.

**Tabela 20** – Tempo de Retorno de Capital Payback Simples

PERÍODO	FLUXOS NOMINAIS	SIMPLES	
		Saldo	PBS
0	- R\$ 732.751,14	(732.751,14)	
1	R\$ 342.753,82	(389.997,32)	-
2	R\$ 514.130,73	124.133,41	1,76
3	R\$ 685.507,63	809.641,04	-
4	R\$ 699.217,78	1.508.858,82	-
5	R\$ 713.202,14	2.222.060,96	-

**Fonte:** Autora da pesquisa (2017)

Os dados também estão demonstrados na Tabela 21, o qual demonstra os dados do *Payback* Simples.

**Tabela 21** – Dados do Payback

Descrição	Dados
Investimento Inicial	(Investimento Inicial R\$ - 732.751,14) + (Fluxo Nominal 1 Ano R\$ 342.753,82) = Saldo PBS Simples I R\$ 389.997,32
Fluxo Nominal II	(II Ano R\$ 514.130,73) + (Saldo PBS Simples II Ano - R\$ 389.997,32) = Saldo PBS Simples II R\$ 124.133,41
Fluxo Nominal III	(III Ano R\$ 685.507,63) + (Saldo PBS Simples II Ano - R\$ 124.133,41) = Saldo PBS Simples III R\$ 809.641,04
(Fluxo Nominal III	III Ano R\$ 699.217,78) + (Saldo PBS Simples III Ano - R\$ 809.641,04) = Saldo PBS Simples IV R\$ 1.508.858,82
Fluxo Nominal III	(III Ano R\$ 713.202,14) + (Saldo PBS Simples IV Ano - R\$ 1.508.858,82) = Saldo PBS Simples V R\$ 2.222.060,96

**Fonte:** Autora da pesquisa (2017).

Como demonstram os dados acima, a taxa de retorno do projeto se dá por 1,76 anos. Ou seja, no período equivalente a 18 meses de projeto, já ocorre o retorno financeiro, demonstrando, assim, a eficiência e variabilidade, bem como o alto índice de retorno econômico.

### **Relação de custo e benefício**

O próximo índice é uma análise sobre os custos e benefícios e suas condições de retorno, analisando para fins de demonstrar o seu retorno. O cálculo é feito de forma simples e direta, utilizando o valor líquido obtido no primeiro ano com a redução do seu custo total, sendo o mesmo dividido pelo investimento inicial, mostrando, assim, o índice de Benefício/Custo como demonstra logo a seguir:

$(\text{Investimento Inicial R\$ } 732.751,14) / (\text{Fluxo Nominal 1 Ano R\$ } 342.753,82) =$   
A relação de custo e benefício é 2,14 %

A taxa de benefício de custo se torna 0 primeiro que a taxa de VPL, assim, demonstrando que os custos gerais são quitados antes do investimento, indicando a viabilidade do projeto em mais um ponto financeiro importante.

### **Taxa interna de retorno**

Este método de análise econômica passa o valor percentual dos fluxos financeiros do projeto ao momento no qual este alcança o patamar zero, em forma mais simplificada, quando o VPL se torna 0, mesmo sendo mais utilizado de forma isolada. Para se analisar projetos, este método traz uma avaliação direta de percentuais não de valores como VPL, dando assim, uma dinâmica diferente.

Neste caso após o cálculo, se obteve uma quantia de 65% da taxa do projeto para os analistas essa taxa é equivalentemente boa pelo fato de estar bem acima da média de atratividade de 9%, muito utilizada por analistas. Assim, também por esse método, o projeto se demonstra viável.

Tais dados obtidos representa a viabilidade econômica do projeto de implantação de resíduos do gesso para cooperativas e prefeitura concluindo o cenário econômico determinado nesse vigente documento.

## **Análise dos resultados da viabilidade econômica**

### **Análise dos resultados**

O projeto de implantação e gestão de resíduos sólidos para prefeituras e cooperativas, que vem apresentar um experimento da viabilidade técnica, econômico-financeira de implantação, tem por objetivo oferecer uma solução para reaproveitamento de resíduos sólidos, focando no reaproveitamento do gesso no processo agrícola, trazendo produto com valor sustentável para melhoria da agricultura brasileira. Nesta análise contribuirá, também, para o crescimento da Cidade de Araripina no Estado de Pernambuco no seu setor Agrícola.

É um projeto feito para atender às exigências e quesitos dos órgãos financiadores (como os bancos de investimento) e/ou os órgãos que concedem incentivos (a nível federal, regional, estadual e municipal). Este tipo de projeto, via regra, resulta no preenchimento de formulários padronizados que são distribuídos pelos órgãos que darão os financiamentos ou incentivos (WOILER; MATHIAS, 2008. p. 16).

Pretende-se apresentar esse projeto a prefeituras e cooperativas que podem utilizar de bancos federais como o BNDS para financiamento do mesmo.

### **Quanto à localização**

Araripina está incluída no polo gesseiro do Araripe, estando, assim, no centro de produção da matéria prima do projeto. O local foi escolhido por tratar-se de um meio estratégico para obtenção de matéria-prima e de consumo de material, bem como por ser uma cidade que produz o minério e possui o bom índice de produção agrícola.

Sobre a localização, Biagio e Batocchio (2005) afirmam que esta assume especial importância, dependendo do ramo de atividade, das fontes de fornecimento de matéria-prima, da disponibilidade de mão de obra e da proximidade com os clientes e institutos de pesquisas científicas.

### **Os fatores diretamente relacionados com a localização são**

- Acessibilidade a matérias-primas, centro de consumo e economias de aglomeração.

- Disponibilidade de água, energia elétrica, mão-de-obra, incentivos fiscais e financiamento.
- Reconhecimento como novo polo industrial de mineração e produção agrícola. Além dessas vantagens apresentadas, está próxima aos estados vizinhos de Pernambuco.

### **Análise de mercado**

A análise de mercado foi desenvolvida com muito cuidado e atenção porque não foi só o ponto de partida para a elaboração do projeto como também é um dos seus aspectos mais importantes. Através da análise, foi feito o confronto entre a demanda e a oferta e foi analisado que há viabilidade para a implantação do projeto, tendo em vista que existe um aumento da população e da renda per capita do brasileiro, ou seja, a demanda do produto é positiva com perspectiva de crescimento.

Mesmo com uma redução significativa da economia do Brasil, segundo relatório da DNMP, o consumo do minério gipsita dividido entre o momento bom e ruim da economia obteve um aumento de 2% anuais, além de possuir um baixo custo e seu alto nível de demanda.

Após o recolhimento de todos os dados, foi detectado um índice pequeno no Brasil para o produto, mesmo assim, o projeto continuou rentável, demonstrando a chance de melhorar continua e anualmente, além da possibilidade de exportações para outros países, especialmente, para a América do Sul que estão aderindo ao consumo do minério brasileiro.

Uma das formas de soluções futuras do projeto esta na problemática de oferta e aderência de novos produtos que possam ser feitos a partir de resíduos da construção civil, assim, aumentando significativamente a sua demanda.

A respeito de mercado, Rebelatto(2004) relata que um projeto de investimento tem em a sua elaboração, uma sequência de procedimentos em espiral e que se deve começar pela análise de mercado, dimensionando o projeto.

## Processo produtivo

Foi realizado um estudo sobre o processo produtivo de gesso agrícola de forma reversa, e foi feito um fluxograma da produção, além das definições do equipamento e de buscar os dados de obtenção de resíduos sólidos abrangendo preço e as leis que cercam os mesmos.

De acordo com Rebelatto (2004), no embasamento teórico, o processo produtivo do projeto estuda todos os aspectos físicos ligados ao projeto, já que, através dele, é possível dimensionar as necessidades, tais como, a matéria-prima e o processo produtivo.

## Investimento existente e projetado

Essa seção ofereceu números reais sobre os investimentos totais. De posse desses dados, foi realizada uma análise criteriosa e minuciosa, já que esses valores devem ser condizentes com a realidade dos recursos disponíveis, uma vez que, nos dois primeiros anos, o Projeto de Gestão de resíduos sólidos do gesso, apenas tem investimento. Só depois desse período, começa a obter retorno do que vai ser investido como demonstra a Tabela 22.

**Tabela 22** – Resumo dos Métodos de Avaliação Econômica

<b>Métodos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor Encontrado)</b>
Valor Presente Líquido – VPL	R\$	112.562,03
Tempo de Retorno do Capital (VPL) – TRC	Anos	4,72
Tempo de Retorno do Capital (Payback) – TRC	Anos	1,76
Índice Benefício/Custo – IBC	Valor	2,14
Taxa Interna de Retorno – TIR	% a.a	65%

**Fonte:** Autora da pesquisa (2017).



Diante do levantamento de dados, existe a possibilidade de obter o custo de oportunidade, do qual foi verificado que a sua taxa de retorno de 65% do investimento é de R\$ 732.751,14 (setecentos e trinta e dois mil setecentos e cinquenta em um e quatorze centavos). Além de demonstrar o retorno direto do investimento pelo método *Payback* de 1,76 anos significando que, nesse período, o projeto já tem conseguido apurar o valor investido. Já no VPL, demonstra que utilizando a quantia de porcentagem básica de 18% para amortização do investimento teve um alcance de 4,72 anos, com o valor de R\$ 112.562,03 (cento e doze mil, quinhentos e sessenta e dois e três centavos), tendo um ponto positivo pelo fato de bater seu custo e o investimento antes dos cinco anos de estabilidade do projeto.

O processo para investimento futuro se dá na produção de novos derivados dos resíduos sólidos que não significa um aumento expressivo no investimento do projeto pelo fato que os produtos utilizam o mesmo seguimento de matéria-prima e o mesmo maquinário que pode funcionar produzindo outros produtos no seu intervalo de produção.

O custo de oportunidade, conforme dito por Laponi (2007), no embasamento teórico, tem a função de verificar se é vantajosa a aplicação de capital em um investimento ou solicitar um financiamento.

### **Custo anual de produção e venda:**

Essa seção possibilitou visualizar o quanto é essencial e necessário, por ano, para suprir os custos fixos e variável da indústria, tanto no processo de produção como nos de vendas. Mediante o que já havia sido previsto, os custos totais anuais representam cerca de 41%.

Destacam que as técnicas tradicionais de avaliação prévia de empreendimentos utilizam formato simples, comparativo entre custos e receitas totais, buscando verificar se os projetos produzirão taxas de retorno adequadas. Como o tempo é elemento significativo e a incidência de custos e receitas ocorrem em diferentes momentos, é importante descontar (ou capitalizar) tais ocorrências para uma data única, usualmente a data do estudo de viabilidade. Para tanto, identifica-se a taxa de atratividade e/ou custos financeiros incidentes, para aplicação dos métodos disponíveis através da Engenharia Econômica (CADMAN; AUSTIN-CROWE, 1994).

A forma de custeamento previsto para o futuro da mesma pode ser colocada pelo custo de produção conjunta que pode dividir corretamente o custo das novas mercadorias e trazer dados exatos dos mesmos. Da receita total anual, demonstrado, assim, o seu grau de confiabilidade visto na análise de viabilidade no processo de lucratividade da empresa, assim, ajustando a sua receita.

### **Benefício para o meio ambiente**

Uma análise de um empreendimento deste tipo não pode ficar apenas aos resultados obtidos a partir de indicadores econômicos que atestam, neste caso, a viabilidade financeira do investimento. É preciso destacar os benefícios ao meio ambiente, decorrentes da existência deste equipamento industrial destinado à reciclagem de resíduos da construção civil.

Na prática, um volume expressivo de resíduos da construção civil deixou de ser destinado, de forma irregular e ilegal, aos terrenos baldios, eleitos pela população como depósitos de entulhos espalhados pela cidade.

No caso deste projeto, serão tirados cerca de 59.873,46 (cinquenta e nove mil e oitocentos e setenta e três e 46 centavos), de entulho do meio ambiente, naturalmente, deixando de estar jogados pela cidade, evitando, com isto, que este elevado volume de material chegue a causar sérios riscos ao meio ambiente, além de poluir visualmente a cidade. Logo, constata-se a necessidade da existência de uma política pública mais efetiva, voltada à conscientização da população, quanto à necessidade de preservação do meio ambiente, à fiscalização dos grandes geradores de resíduos da construção civil e adoção de medidas que garantam o aumento do volume de resíduos destinados à reciclagem. O emprego deste material reciclado evitou a utilização de insumos naturais, não apenas reduzindo o custo final das culturas, mas, acima de tudo, contribuindo para a preservação do meio ambiente.