

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

RICARDO LIMA DA SILVA

**Análise de Viabilidade Econômica da Substituição das Bases de Recozimento
Convencional (HN) por Bases de Alta Convecção (HICON-H₂®)**

Belo Horizonte

2016

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Especialização em Otimização de Sistemas

Análise de Viabilidade Econômica da Substituição das Bases de
Recozimento Convencional (HN) por Bases de Alta Convecção
(HICON-H₂®)

por

Ricardo Lima Da Silva

Monografia de final de Curso
(022434)

Prof. Dr. Anderson Laécio Galindo Trindade
Orientador

Belo Horizonte

2016

RICARDO LIMA DA SILVA

**Análise de Viabilidade Econômica da Substituição das Bases de Recozimento
Convencional (HN) por Bases de Alta Convecção (HICON-H₂®)**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Otimização de Sistemas do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Otimização de Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Laécio Galindo Trindade

Belo Horizonte

2016

© 2016, Ricardo Lima da Silva
Todos os direitos reservados

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do ICEx - UFMG

Silva, Ricardo Lima da

Sa586a Análise de viabilidade econômica da substituição das bases de recozimento convencional (HN) por bases de alta convecção (HICON-H2®) / Ricardo Lima da Silva. Belo Horizonte, 2016.

47 f. : il.; 29 cm.

Monografia (especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Ciência da Computação.

Orientador: Anderson Laécio Galindo Trindade

1. Computação - Teses. 2. Siderurgia 3. Laminação
4. Viabilidade econômica. 4. Laminação (Metalurgia)
I. Orientador. II. Título.

CDU 519.6*61(043)



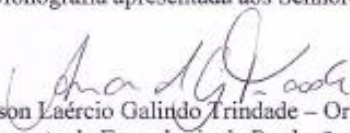
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM OTMIZAÇÃO DE SISTEMAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO INDUSTRIAL

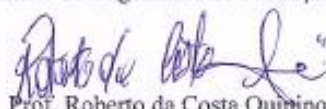
**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DAS BASES DE RECOZIMENTO
CONVENCIONAL (HN) POR BASES DE ALTA CONVECÇÃO (HICON-H2)**

Ricardo Lima da Silva

Monografia apresentada aos Senhores:


Anderson Laércio Galindo Trindade – Orientador
Departamento de Engenharia de Produção – UFMG


Prof. Álvaro Ledo Ferreira
Departamento de Engenharia de Produção - UFRA


Prof. Roberto da Costa Quintino
Departamento de Estatística - UFMG

Belo Horizonte, 09 de dezembro de 2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente à Deus pois somente ele é o meu refúgio e a minha fortaleza, meu condutor durante toda minha vida e em especial a meus pais e todos aqueles que de alguma maneira colaboraram para que este momento acontecesse na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por esta dádiva, a todos familiares, que me apoiaram para a concretização de mais um sonho, aos amigos pela compreensão, e aos mestres, por terem compartilhado os seus conhecimentos, me ensinado o verdadeiro sentido do que é ser “sábio”.

RESUMO

Esta Monografia tem como objetivo identificar a melhor forma de análise de viabilidade econômica tomando como foco a substituição das bases de Recozimento convencional (HN) por bases de alta convecção (HICON-H₂®). Os conceitos fundamentais explorados neste trabalho são decorrentes da revisão bibliográfica de diversos autores que faz referência sobre o tema e da verificação da aplicação destes conceitos em um estudo de caso realizado em uma das unidades fabril das Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A, situada na cidade de Cubatão – São Paulo. Considerando que o uso e a aplicação intensiva da Tecnologia da Informação atrelada a área de Custo possibilitam às organizações terem uma visão mais aprofundada sobre a oportunidade de investimento de curto à longo prazo. Os resultados da pesquisa revelaram que para a mudança no processo operacional, o investimento necessário em comparado ao ganho esperado supera as expectativas, notando ser bastante atrativo visto em detalhe pelo estudo em questão.

Palavras-chave: Análise de Viabilidade Econômica, Custos e Tecnologia da Informação.

ABSTRACT

This monograph aims to identify the best form of economic feasibility analysis taking as focus the replacement of conventional annealing bases (HN) by high convection bases (HICON-H₂®). The fundamental concepts explored in this work are due to the literature review of several authors that references on the subject of the application and verification of these concepts in a case study in one of the Manufacturing units of the Steel Mills of Minas Gerais S/A, in the city of Cubatão - São Paulo. Whereas the use and intensive application of information technology, pegged the cost area allow organizations have a further insight into the long-term short investment opportunity. The survey results show that for change in the operational process, the necessary investment in compared to the expected gain exceeds expectations, noticing be quite attractive seen in detail by the study.

Keywords: Analysis of Economic Feasibility, Costs and Information Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo de Processo de Produção de Laminação à Frio (Cold Mill Plant Flow)....	5
Figura 2 – Linha de produção Decapagem nº3 - Tanques de Ácido	6
Figura 3 – Linha de produção - Laminador de Tiras a Frio	7
Figura 4 – Linha de produção - Fornos de Recozimento 5	8
Figura 5 – Linha de produção - Laminador de Encruamento nº2	9
Figura 6 – Linha de Acabamento final - Linhas de Inspeção	10
Figura 7 – Produção total dos Recozimentos e a quantidade de bases necessárias a serem substituídas.....	18
Figura 8 – Investimentos e Benefícios - Linha de Recozimento 6.....	39
Figura 9 – Análise comparativa da taxa de retorno, taxa de retorno modificada e a taxa de retorno requerida nos 4 cenários - Linha de Recozimento 6	42
Figura 10 – Análise do Payback descontado por anos para os 4 cenários - Linha de Recozimento 6	43
Figura 11 – Análise do Valor presente líquido para os 4 cenários - Linha de Recozimento6	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Condição base dos cenários considerados nas análises.	16
Tabela 2 – Quantidade de bases a serem substituídas.	17
Tabela 4 – Redução nos gastos com mão-de-obra para o Cenário 1.	20
Tabela 5 – Redução nos gastos com mão-de-obra para o Cenário 2.	20
Tabela 6 – Redução nos gastos com mão-de-obra para o Cenário 3.	21
Tabela 7 – Redução nos gastos com mão-de-obra para o Cenário 4.	21
Tabela 8 – Gastos com materiais de operação para o Cenário 1.	22
Tabela 9 – Gastos com materiais de operação para o Cenário 2.	22
Tabela 10 – Gastos com materiais de operação para o Cenário 3.	22
Tabela 11 – Gastos com materiais de operação para o Cenário 4.	23
Tabela 12 – Redução nos gastos com materiais de manutenção para o Cenário 1.	24
Tabela 13 – Redução nos gastos com materiais de manutenção para o Cenário 2.	24
Tabela 14 – Redução nos gastos com materiais de manutenção para o Cenário 3.	24
Tabela 15 – Redução nos gastos com materiais de manutenção para o Cenário 4.	25
Tabela 16 – Redução nos gastos com serviços de manutenção para o Cenário 1.	25
Tabela 17 – Redução nos gastos com serviços de manutenção para o Cenário 2.	26
Tabela 18 – Redução nos gastos com serviços de manutenção para o Cenário 3.	26
Tabela 19 – Redução nos gastos com serviços de manutenção para o Cenário 4.	27
Tabela 20 – Redução nos gastos com gás natural para o Cenário 1.	28
Tabela 21 – Redução nos gastos com gás natural para o Cenário 2.	28
Tabela 22 – Redução nos gastos com gás natural para o Cenário 3.	28
Tabela 23 – Redução nos gastos com gás natural para o Cenário 4.	29
Tabela 24 – Redução nos gastos com nitrogênio para o Cenário 1.	29
Tabela 25 – Redução nos gastos com nitrogênio para o Cenário 2.	30
Tabela 26 – Redução nos gastos com nitrogênio para o Cenário 3.	30
Tabela 27 – Redução nos gastos com nitrogênio para o Cenário 4.	30
Tabela 28 – Redução nos gastos com água para o Cenário 1.	31
Tabela 29 – Redução nos gastos com água para o Cenário 2.	31
Tabela 30 – Redução nos gastos com água para o Cenário 3.	32
Tabela 31 – Redução nos gastos com água para o Cenário 4.	32
Tabela 32 – Gastos com hidrogênio para o Cenário 1.	33
Tabela 33 – Gastos com hidrogênio para o Cenário 2.	33

Tabela 34 – Gastos com hidrogênio para o Cenário 3.....	33
Tabela 35 – Gastos com hidrogênio para o Cenário 4.....	34
Tabela 36 – Redução nos gastos com energia elétrica para o Cenário 1.....	34
Tabela 37 – Redução nos gastos com energia elétrica para o Cenário 2.....	35
Tabela 38 – Redução nos gastos com energia elétrica para o Cenário 3.....	35
Tabela 39 – Redução nos gastos com energia elétrica para o Cenário 4.....	35
Tabela 40 –Resumo das reduções de gastos esperados para os cenários.	36
Tabela 41 – Valor do investimento para o cenário 1.....	37
Tabela 42 – Valor do investimento para o cenário 2.....	38
Tabela 43 – Valor do investimento para o cenário 3.....	38
Tabela 44 – Valor do investimento para o cenário 4.....	39
Tabela 45 – Fluxo de caixa e indicadores para o Cenário 1.....	40
Tabela 46 – Fluxo de caixa e indicadores para o Cenário 2.....	41
Tabela 47 – Fluxo de caixa e indicadores para o Cenário 3.....	41
Tabela 48 – Fluxo de caixa e indicadores para o Cenário 4.....	42

LISTA DE SIGLAS

CH4	Metano – Gás incolor, sua molécula é tetraédrica e apolar de pouca solubilidade na água e, quando adicionado ao ar se transforma em mistura de alto teor inflamável.
CLP	Controlador Lógico Programável
HCL	Ácido Clorídrico
HICON-H2®	Tratamento Térmico de Recozimento de Alta Convecção com Atmosfera Protetora de 100% de Hidrogênio (marca registrada da empresa EBNER).
HN	Hidrogênio e Nitrogênio
LTF	Laminador de Tiras à Frio
N2	Nitrogênio
PAYBACK	Retorno - trata-se de uma estratégia, um indicador usado nas empresas para calcular o período de retorno de investimento em um projeto.
PLATE-OUT	Adesão no aço de moléculas de polímero, com metais inseridos no início da cadeia carbônica, devido à atuação dos estabilizantes a base de cádmio, bário e zinco.
QC / EP / EEP / IF	Classificação do ciclo de recozimento utilizado conforme especificação do cliente (estampagem profunda / extra profunda)
TIR	Taxa Interna de Retorno
TIRM	Taxa Interna de Retorno Modificada
TR	Taxa Referencial
VPI	Valor Presente do Investimento
VPL	Valor Presente Líquido
FULL HARD	Material Duro e Integral
REVAMP	Renovar, Modernizar
USIMINAS	Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais

SÍMBOLO

®

MARCA REGISTRADA

SUMÁRIO

1	Introdução	1
1.1	Objetivo geral	3
1.2	Organização do Trabalho	3
2	Referencial Teórico.....	4
2.1	A Empresa	4
2.2	O processo de Laminação.....	5
2.2.1	Linha de Decapagem	6
2.2.2	Laminação de Tiras a Frio	7
2.2.3	Fornos de Recozimentos.....	7
2.2.4	Laminadores de Encruamento	9
2.2.5	Linhas de Inspeção	9
2.3	O Recozimento	11
2.3.1	Detalhes do processo	11
2.3.2	Os equipamentos atuais: A tecnologia HN.....	11
2.3.3	A tecnologia HICON-H ₂ ®	11
2.4	Indicadores utilizados na Avaliação de Projetos de Investimento	12
2.4.1	VPL – Valor Presente Líquido	12
2.4.2	TIR – Taxa Interna de Retorno.....	13
2.4.3	TIR-M –Taxa Interna de Retorno Modificada	13
2.4.4	SPREAD TIRM/TRR.....	13
2.4.5	PAYBACK descontado	14
2.5	Fluxo de Caixa.....	14
3	Estudo de Caso.....	16
3.1	Cenários.....	16
3.2	Quantidades de Bases a serem substituídas de HN para HICON-H ₂ ®	17
3.3	Redução de Gastos Estimada.....	19
3.3.1	Redução de gastos com mão-de-obra	20
3.3.2	Gastos com Materiais de Operação:	21
3.3.3	Redução de gastos com Materiais de Manutenção:.....	23
3.3.4	Redução de gastos com Serviços de Manutenção	25
3.3.5	Redução de gastos com Gás Natural	27
3.3.6	Redução de gastos com Nitrogênio	29
3.3.7	Redução de gastos com Água:.....	31
3.3.8	Gastos com Hidrogênio:	32
3.3.9	Redução de gastos com Energia Elétrica.....	34
3.3.10	Resumo das reduções de gastos esperados	36
3.4	Investimentos estimados.....	37
3.5	Análises dos Fluxos de Caixa dos Cenários de Produção do Recozimento	40
4	Conclusões	44

4.1	Sugestões para trabalhos futuros	45
5	Referências Bibliográficas	46

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o avanço da globalização, a busca intensa em produzir produtos de melhor qualidade vinculados a um custo de fabricação cada vez menor, as usinas siderúrgicas perceberam a necessidade de atualizações tecnológicas em suas unidades fabris. Atualmente, o parque produtor de aço brasileiro, um dos mais modernos do mundo, está apto a entregar ao mercado qualquer tipo de produto siderúrgico, desde que sua produção se justifique economicamente (IBS, 2007). As siderúrgicas deram prioridade aos investimentos em modernização e atualização tecnológica das usinas (PINHO, 2001). As principais mudanças tecnológicas das siderúrgicas brasileiras baseiam-se em mudanças técnicas incrementais de processos desenvolvidas no exterior e, atualmente, a estratégia de crescimento deste setor contempla o enobrecimento de produtos para o mercado interno e exportação crescente de semi acabados. O setor siderúrgico também tem concentrado esforços de inovação tecnológica em desenvolvimento de novos produtos e aplicações, deixando o desenvolvimento de processos para os fabricantes dos equipamentos (PINHO; LOPES, 2003).

O mercado mundial de aços planos após 2005 passou a ser extremamente competitivo (IBS, 2007), com ofertas superiores a demanda, exigindo estratégias para manter a participação o mercado. Os requisitos são por materiais com alto grau de qualidade, isenção de descontinuidades e homogeneidade superficial, elevadas propriedades mecânicas e pequenas dispersões dimensionais (IBS, 2007). Com a finalidade de atender estes requisitos e garantir a sua participação no mercado, a Usiminas realizou investimentos nas suas linhas de produção de Laminados a Quente e Laminados a Frio em Cubatão.

Com o objetivo de reduzir o custo operacional do processo de Recozimento (uma das etapas do processo de laminação) através da redução do consumo dos principais insumos operacionais deste processo, foi proposto a substituição das bases de Recozimento convencional (HN), atualmente instaladas nas plantas dos Recozimentos nº-1 e nº-2, por bases de alta convecção (HICON-H₂®) similares às instaladas na planta do Recozimento nº5.

Esta proposta de substituição tem flexibilidade para ser implantada por fases, de acordo com o interesse e necessidade da empresa. Desta forma, na fase mais avançada, além de propiciar redução no custo operacional, a proposta prevê a adequação da capacidade total das plantas de Recozimento da Usina de Cubatão, diminuindo significativamente o seu déficit de capacidade em relação ao Laminador de Tiras a Frio (etapa anterior do processo de laminação).

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a viabilidade econômica da substituição das bases de Recozimento convencional (HN) por bases de alta convecção (HICON-H₂®), considerando cenários com diferentes níveis de produção mensal.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O Capítulo 2 será feita a finalização teórica em que se explica o processo de Laminação à Frio, a tecnologia atual HN, a tecnologia proposta HICON-H₂® e os conceitos utilizados na avaliação do projeto de investimento.

O Capítulo 3 o Estudo de caso propriamente dito, onde serão apresentados os cenários levantados para a substituição das bases de HN para HICON-H₂®.

O Capítulo 4 apresenta as conclusões deste trabalho, bem como sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A EMPRESA

A Usiminas é uma empresa do ramo da siderurgia, que tem como principal finalidade a produção de produtos de aço, derivado de minério de ferro. O aço produzido pela Usiminas pode ser utilizado em carros, navios, linha branca (geladeira, fogão), plataforma de petróleo, equipamentos agrícolas, máquinas das indústrias e em muitos outros segmentos. É a maior fabricante de laminados planos da América Latina e líder de mercado no Brasil. A empresa tem receita líquida de R\$11,7 bilhões, capacidade de produção total de aço bruto em torno de 9,5 milhões de toneladas por ano, sendo 81% destinado ao mercado interno (Arquivo Técnico Industrial – Usiminas - 2016).

Em resumo, extrai o minério, transforma-o em aço, beneficia o produto de acordo com as especificações dos clientes, oferece transporte por via rodoviária, ferroviária ou marítima e, se necessário, entrega bens acabados, como equipamentos e estruturas metálicas de grande porte (Arquivo Técnico Industrial – Usiminas - 2016).

A Usiminas é formada por 13 empresas que atuam em mineração, siderurgia, produção de bens de capital, logística, soluções e serviços, alcançando de forma verticalizada toda a cadeia do aço. Atualmente a composição acionária da Usiminas é subdividida em 4 grandes grupos: Grupo Nippon (29,45%), Grupo Ternium/Tenaris (27,66%), Previdência Usiminas (6,75%) e Free Float (36,14%), que são ações de maior liquidez, destina à livre negociação no mercado (Consultoria Interbrand/Usiminas - 2016).

Em 2008, a Usiminas obteve a classificação Baa3 estável, da Moody's, uma das principais agências de classificação de risco de crédito do mundo. Com isso, a Usiminas passa a ser a primeira siderúrgica no Brasil a ser avaliada como grau de investimento e também a primeira a ter os Baa3 estável, jargão utilizado para nomear empresas com grau de investimento atribuído pelas três principais agências de rating no mundo - Moody's, Standard&Poor's e Fitch. (Consultoria Interbrand/Usiminas - 2016)

Segundo a Moody's, a elevação da nota da Usiminas reflete a qualidade de crédito da empresa, por meio de sua forte posição de caixa, seu baixo índice de alavancagem, custo competitivo de produção em escala global e uma gestão de riscos planejada. (Consultoria Interbrand/Usiminas - 2016)

2.2 O PROCESSO DE LAMINAÇÃO

A Laminação é um processo de conformação mecânica que consiste em modificar a secção transversal de um metal (na forma de barra, lingote, placas, fio, ou tira etc.), pela passagem entre dois cilindros com geratriz retilínea (laminação de produtos planos) ou contendo canais entalhados de forma mais ou menos complexa (laminação de produtos não planos), sendo que a distância entre dois cilindros deve ser menor que a espessura inicial da peça metálica. Ao passar entre os cilindros, o material sofre deformação plástica. Por causa disso, ele tem uma redução da espessura e aumento na largura e no comprimento. Como a largura é limitada pelo tamanho dos cilindros, o aumento do comprimento é sempre maior do que o da largura (*Arquivo Técnico Industrial – Usiminas – 2016*).

A laminação pode ser feita a quente ou a frio. Ela é feita a quente quando o material a ser conformado é difícil de laminar a frio ou quando necessita de grandes reduções de espessura. Assim, o aço, quando necessita de grandes reduções, é sempre laminado a quente porque, quando aquecido, sua estrutura cristalina se presta melhor à laminação. Além disso, nesse tipo de estrutura, as forças de coesão são menores, o que também facilita a deformação.

O seqüência das etapas do processo de produção de laminação à frio é mostrado na Figura 1, indicando as rotas existentes para cada equipamento.

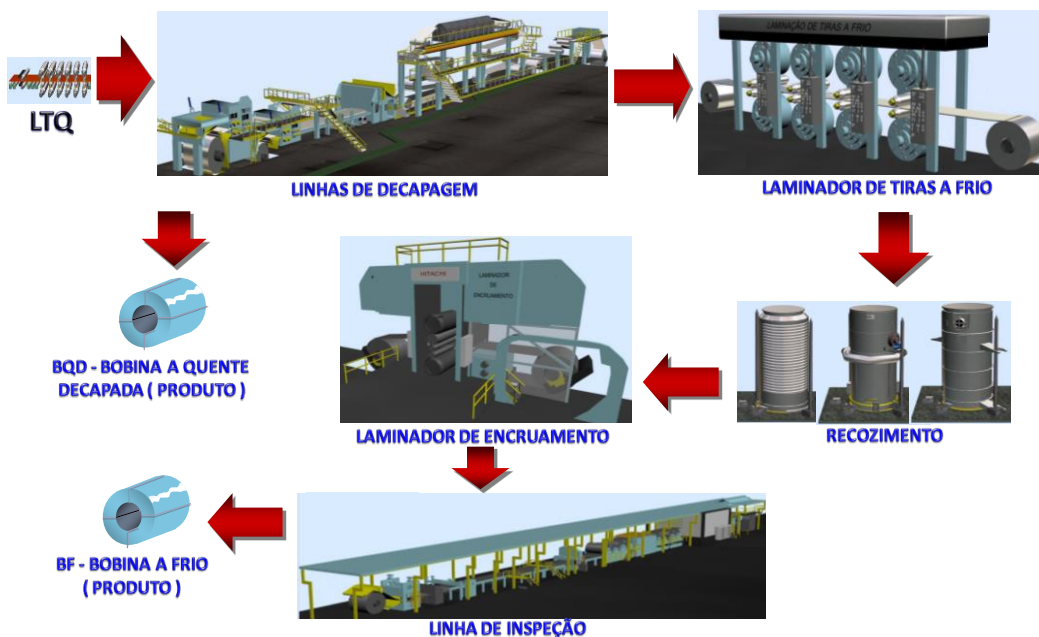


Figura 1 – Fluxo de Processo de Produção de Laminação à Frio (Cold Mill Plant Flow)
Fonte: Arquivo Técnico Industrial – Usiminas (2016).

2.2.1 LINHA DE DECAPAGEM

A finalidade da linha de Decapagem é remover camada de óxido (carepa) formada na superfície da tira, após o processo de Laminação de Tiras à Quente. A Linha de Decapagem é a unidade industrial responsável por receber as bobinas à quente, onde passam por um tratamento à base de ácido clorídrico para remover a camada de oxido de ferro (carepa) da superfície da tira após o processo de Laminação de Tiras à Quente. Este tratamento dá a tira excelente condição superficial (*Arquivo Técnico Industrial – Usiminas – 2016*). O material resultante do processo pode seguir para a laminação de tiras a frio ou ser comercializado.

Todo o processo é realizado em tanques com ácido clorídrico (Figura 2) em velocidade controlada, a solução penetra no meio da carepa, e vai reagir diretamente com o Metal Base.

Após a remoção do óxido, o material será oleado, protegendo a superfície já limpa contra a oxidação e assim sendo preparado para o Laminador de Tiras a Frio. Na Decapagem a borda do material pode ser aparado ou não dependendo da especificação do Cliente (no caso ajuste de largura, etc.) O ácido usado é recuperado nas Unidades de Regeneração de HCL e volta para a linha para novamente remover óxidos de novas bobinas. A figura 2 mostra os Tanques de Ácido da Decapagem nº3.



Figura 2 – Linha de produção Decapagem nº3 - Tanques de Ácido

Fonte: Arquivo Técnico Industrial – Usiminas / BAGGER, K.K., et al. 2014.

2.2.2 LAMINAÇÃO DE TIRAS A FRIO

O objetivo desta etapa é a obtenção de tiras finas a frio, através da redução de espessura controlada, garantindo-se a homogeneidade da espessura, boa planicidade, rugosidade adequada aos processos seguintes e isento de defeitos.

O material vem da Decapagem para o Laminador de Tiras a Frio (Figura 3), onde se pode diminuir até 70%. O Laminador possui quatro cadeiras e a redução é feita em apenas um passe de laminação sem reversão, sua espessura é medida por Raio-X com alta precisão e velocidade de resposta e o sistema Stressometer para avaliar e corrigir a planicidade.



*Figura 3 – Linha de produção - Laminador de Tiras a Frio
Fonte: Arquivo Técnico Industrial – Usiminas (2016).*

2.2.3 FORNOS DE RECOZIMENTOS

Do Laminador de Tiras a Frio os materiais são encaminhados para os Fornos de Recozimento. O processo de laminação a frio altera a estrutura cristalina do material e modifica completamente as suas propriedades mecânicas. O material fica muito duro - condição conhecida como "FULL-HARD" - e praticamente não tem aplicação.

A finalidade do recozimento é restaurar as propriedades mecânicas do material perdidas no processo de Laminação a Frio e desenvolver estruturas cristalográficas favoráveis ao processo de conformação dos clientes (operações de estampagem). Outra finalidade é melhorar a limpeza de superfície do produto final através da diminuição do resíduo de carbono na superfície da chapa. Os fornos de recozimento são apresentados na Figura 4.



*Figura 4 – Linha de produção - Fornos de Recozimento 5
Fonte: Arquivo Técnico Industrial – Usiminas (2016).*

Os Recozimentos nº1 ao nº4 usam como atmosfera de proteção o gás HN (mistura de Hidrogênio e Nitrogênio). A mistura de 7% de H₂ e 93% de N₂ que abastece os fornos é feita na sala de mistura. A mistura não pode ultrapassar 11% de H₂, pois as bases não são estanques e o contato com o O₂ atmosférico gera risco de explosão. A unidade geradora de gás HN tem capacidade de 4.500 Nm³/h (*Arquivo Técnico Industrial – Usiminas - 2016*).

O Recozimento nº5 utiliza 100% hidrogênio, garantindo uma limpeza superficial muito superior a dos outros recozimentos e torna o processo muito mais rápido. Para viabilizar a operação com esta concentração de H₂ as bases são estanques e a operação dos mesmos é 100% automatizada.

Fonte: Arquivo Técnico Industrial – Usiminas (2016).

2.2.4 LAMINADORES DE ENCRUAMENTO

Após o processo de Recozimento, o material vai para o Laminador de Encruamento. A finalidade desta etapa é a estampagem do material (Planicidade e Rugosidade), bem como a eliminação do patamar de escoamento do material.

O Laminador de Encruamento é um processo de laminação ao qual se aplica taxa de redução (Alongamento) de acordo com as características desejadas do produto, considerando o grau de conformação, planicidade e rugosidade. A Figura 5 mostra o equipamento instalado na empresa.



Figura 5 – Linha de produção - Laminador de Encruamento nº2

Fonte: Arquivo Técnico Industrial – Usiminas (2016).

2.2.5 LINHAS DE INSPEÇÃO

Nas Linhas de Inspeção, o material pode ser aparado para correção da largura em função da solicitação do cliente, desempenado visando melhorar a planicidade (caso o material passe pela LI-2), oleado para proteção da superfície do material, pesado e identificado. As dimensões do produto são conferidas através do Raio X e do Raio Gama.

A Figura 6 mostra uma imagem panorâmica das linhas de inspeção na Usiminas.

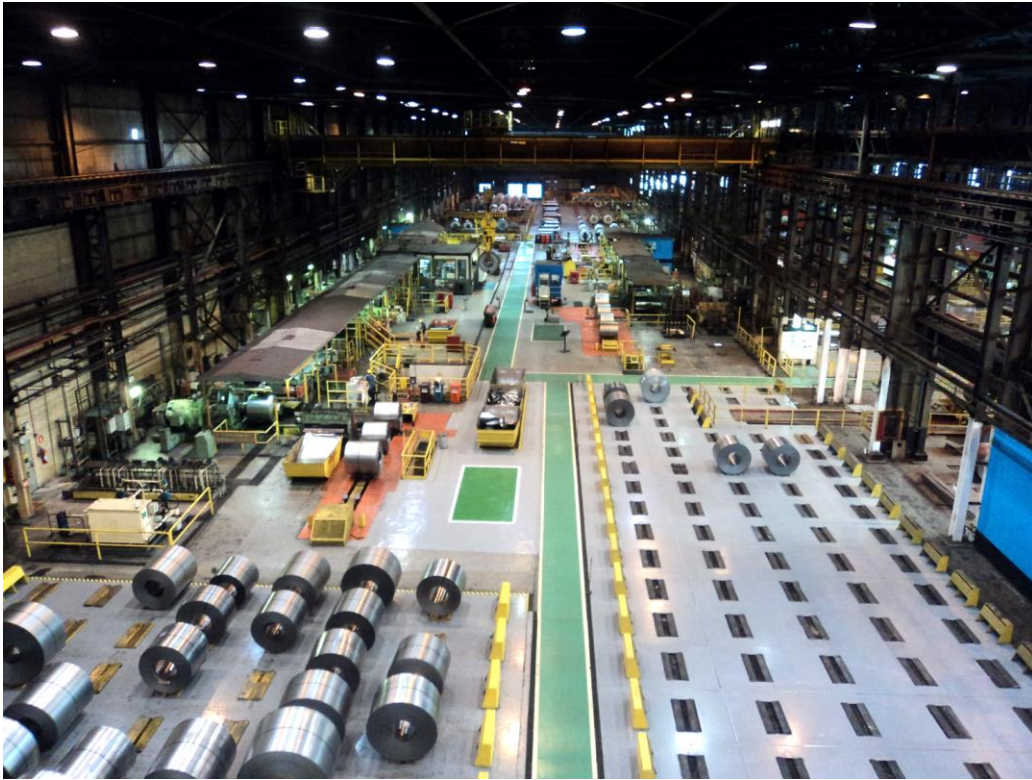


Figura 6 – Linha de Acabamento final - Linhas de Inspeção

Fonte: Arquivo Técnico Industrial – Usiminas (2016).

2.3 O RECOZIMENTO

2.3.1 DETALHES DO PROCESSO

O processo de Recozimento é a linha de produção responsável por alterar a estrutura cristalina do material, modificando por completo suas propriedades mecânicas.

Desenvolver texturas cristalográficas favoráveis aos processos de conformação dos aço, nas operações de estampagem (EBNER; LEITNER,1999).

As Instalações físicas do Recozimento são em caixa, constituídas de fornos e Resfriadores tipo campânula, bases fixas dotadas de Recirculador central, sistema de Resfriamento de gás de proteção e campânulas de proteção (*Arquivo Técnico Industrial – Usiminas -2016*).

2.3.2 OS EQUIPAMENTOS ATUAIS: A TECNOLOGIA HN

A tecnologia HN é denominada como Recozimento de atmosfera de proteção, mistura de Hidrogênio e Nitrogênio, seu processo é convencional, utiliza como fonte de combustível o consumo de gás natural e não é automatizado (*Arquivo Técnico Industrial – Usiminas -2016*).

2.3.3 A TECNOLOGIA HICON-H₂®

A tecnologia HICON-H₂® é denominada como Recozimento de Alta Convecção de atmosfera protetora 100% de Hidrogênio. O termo HICON retrata a mescla de “HI” Alta + “CON” Convecção e H₂ Hidrogênio. Trata-se da tecnologia que trás diversos benefícios ao processo, onde a tecnologia anterior HN não atende plenamente, tais como, redução do consumo de gás natural entre outros insumos. A tecnologia HICON-H₂® melhora significativamente a qualidade do produto final, as economias geradas estão relacionadas ao aumento do coeficiente de transmissão de calor no sentido radial da bobina reduzindo a dispersão das propriedades mecânicas, a aceleração da transferência de calor do abafador para a carga, aumentando a produtividade do equipamento, a eficiência de equipamento e a melhora da limpeza superficial do produto final através da diminuição do resíduo de carbono na face da tira (EBNER; LEITNER,1999).

2.4 INDICADORES UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO

A análise econômico-financeira visando à viabilidade de um projeto dispõe de alguns métodos estudados para se definir sobre a sua implantação ou não. Apresentado os principais métodos utilizados para a avaliação de projetos de investimento referidos neste trabalho ao setor siderúrgico.

2.4.1 VPL – VALOR PRESENTE LÍQUIDO

Segundo Torres et al (2000), o Valor Presente Líquido (VPL) é obtido através da diferença existente entre as saídas de caixa (investimentos) e as entradas de caixa (recebimentos), descontados a uma determinada taxa, geralmente a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) da empresa. Considera-se atraente o projeto que possui um VPL maior ou igual a zero.

Traz para o presente (tempo 0) todas as receitas e despesas esperadas do projeto, e avalia no presente se este saldo é positivo (projeto viável), negativo (projeto inviável) ou nulo (indiferente com relação à investir ou não). A definição matemática do VPL é dada pela equação (1):

$$VPL = I + \sum_{i=1}^n \left(\frac{FC_i}{(1 + TRR)^i} \right) \quad (1)$$

em que:

I é o valor do investimento no tempo 0;

FC_i é o Fluxo de caixa no tempo i;

n é o numero de períodos do projeto de investimento;

TRR é a taxa de retorno requerida.

2.4.2 TIR – TAXA INTERNA DE RETORNO

É definida como a taxa de desconto que ANULA o Valor Presente Líquido (VPL) do Fluxo de Caixa (FC). (...) é a ‘rentabilidade’ em termos percentuais do investimento realizado. (CAMPOS, 2009). Conforme Torres et al. a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa que produz VPL igual a zero. A definição matemática da TIR é dada pela equação (2):

$$TIR = \sum_t^n = 0 \frac{FCt}{(1+i)^t} = 0 \quad (2)$$

Critério de decisão (teórico):

Se $TIR \geq TRR$ aceita-se o projeto

$TIR < TRR$ rejeita-se o projeto

2.4.3 TIR-M – TAXA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA

A TIR Modificada (ou MTIR) é uma nova versão da taxa interna de retorno convencional e procura corrigir seus problemas estruturais relacionados às questões das raízes múltiplas ou inexistentes e das taxas reais de financiamento dos investimentos e de aplicação de caixas excedentes. (Cavalcante & Associados). A definição matemática da TIR Modificada é dada pela equação (3):

$$TIR - M = \left[\left(\frac{VF}{11} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] x 100 \quad (3)$$

Critério de decisão (teórico):

Se $TIR-M \geq TRR$ aceita-se o projeto

$TIR-M < TRR$ rejeita-se o projeto

2.4.4 SPREAD TIRM/TRR

Diferença entre TIRM e TRR. Compara-se a Taxa Interna de Retorno Modificada com a Taxa Requerida de Retorno. A comparação do obtido com o desejado.

2.4.5 PAYBACK DESCONTADO

Os fluxos de caixa são trazidos a valor presente gerando um fluxo de caixa descontado. Quando esses fluxos de caixa descontados acumulados ficarem iguais a zero, teremos recuperado o capital investido.

2.5 FLUXO DE CAIXA

Fluxo de Caixa Descontado - É uma metodologia de avaliação que consiste na projeção de receitas, custos, despesas e investimentos por toda a vida útil do projeto para chegar ao *Fluxo de Caixa Livre* e dele extrair alguns indicadores (VPL, TIR, Payback, etc) que embasarão a tomada de decisão.

TRR - Taxa Requerida de Retorno. É a soma do custo de capital da empresa + um % para cobrir os risco e retorno desejado.

“A formação da taxa requerida pelo investimento passa por uma discussão sobre o retorno requerido pelos investidores/acionistas e pelo retorno requerido pelos financiadores do investimento, com a composição relativa dos recursos, faz-se uma ponderação das taxas de retorno requeridas pelos investidores/acionistas e os financiadores e obtém-se a taxa de retorno exigido pelo investimento”.

(CAMPOS *et al*, 2008, pág. 324).

EBITDA - Ganho incremental com o projeto.

(Earnings before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization” (EBITDA) ou Lucro antes das despesas financeiras, impostos, depreciação e amortização (LAJIDA).

(=) Receitas - Custos Operacionais Fixos - Custos Operacionais Variáveis - Despesas com vendas, administrativas (SG&A - Sales, General & Administrative – Vendas, Administrativos e Gerais).

CAPEX - Capital Expenditure (investimento em bens de capital): montante despendido na aquisição de bens de capital de uma empresa ou introdução de melhorias, incluindo softwares e hardwares desenvolvidos por terceiros. Tais gastos são contabilizados no ativo imobilizado da empresa.

DEPRECIACÃO (-/+) - A depreciação é uma despesa que não envolve desembolso de caixa, porém, seu valor “transita” no Fluxo de Caixa, diminuindo o lucro antes do IR e, portanto, reduzindo o montante de imposto de renda a pagar. Para a análise de investimentos utilizou a depreciação fiscal (Visão caixa), ou seja, os prazos de depreciação definidos pela Receita Federal Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998.

IR: É o Valor a pagar de Imposto de Renda e Contribuição Social, no modelo, utilizada Tributação pelo Lucro Real (O imposto é calculado sobre o lucro apurado pela confrontação das receitas e despesas do exercício).

IR= 34% (9%+15%+10%)

Contribuição Social sobre o Lucro (CSLL):

Base de cálculo= lucro tributável do exercício

Contribuição social= 9% sobre a base de cálculo

Imposto de Renda (IR):

Base de cálculo= lucro tributável do exercício

Imposto de renda= 15% sobre a base de cálculo

Adicional de 10% sobre parcela de base de cálculo que exceder a R\$240.000,00

LUCRO LÍQUIDO: É a diferença positiva do lucro bruto menos o lucro operacional e o não operacional (=) Lucro Tributável – IR

Fonte: CAMPOS *et al*, 2008, 2009.

LUCRO TRIBUTÁVEL: Corresponde à base de cálculo (=) EBITDA - Depreciação. Base para o cálculo do Imposto de Renda (IR)

Fonte: CAMPOS *et al*, 2008, 2009.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 CENÁRIOS

Para a substituição das bases de recozimento convencional (HN) nas plantas dos Recozimentos nº1 e nº2, por bases de alta convecção (HICON-H2®) conciliamos o seguinte panorama em cenários distintos, sendo considerados os seguintes cenários de produção total dos Recozimentos.

Para os níveis de produção projetados, foi considerado a capacidade atual dos Recozimentos (número de bases em operação) alinhada a perspectiva de aumento de demanda da produção de laminados à frio pelo mercado siderúrgico.

Tabela 1 – Condição base dos cenários considerados nas análises.

Cenário	Descrição
1	Nível de produção atual (64kt/mês). Necessidade de bases a serem substituídas para atender o nível de produção atual do Recozimento 2.
2	Nível de produção até 82 kt/mês . Produção atendida com a operação das plantas do Recozimento 5 (HICON-H ₂) e do Recozimento 2 (HN). Necessidade de bases a serem substituídas para atender a capacidade de produção do Recozimento 2.
3	Nível de produção superando 82 kt/mês até o patamar de 99kt/mês (capacidade atual das 3 plantas existentes). Necessário o Recozimento 1 em operação. Necessidade de bases a serem substituídas para atender a capacidade de produção dos Recozimentos 2 e 1 juntos.
4	Nível de produção superando 99 kt/mês até o patamar de 112 kt/mês (capacidade do LTF). Necessidade de bases a serem substituídas para atender a capacidade de produção do LTF, atualmente não atendida pelas plantas do Recozimento.

3.2 QUANTIDADES DE BASES A SEREM SUBSTITUÍDAS DE HN PARA HICON-H₂®

Na quantidade de bases necessárias a serem substituídas de HN para HICON-H₂®, foi considerado a projeção de produtividade efetiva (t/h) efetuada pelo proponente a fornecedor, tomando como base o mix de produção e a expectativa do peso médio do rolo estimados pela Laminação à Frio de Cubatão:

- Carga de 4 rolos com peso médio de 21 t.

Para a quantidade de bases a serem substituídas foi considerado a produtividade efetiva (t/h) projetada de cada base ajustando a produção total dos Recozimentos por cenário e seu tempo efetivo de processo: Cenário 1 - Produção total do Recozimento (kt/mês) x Produtividade Efetiva (t/h) = (número de bases a serem substituídas).

Dados da Tabela 2 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. A Tabela 2 mostra esta projeção.

Tabela 2 – Quantidade de bases a serem substituídas.

Cenários		Nº de bases a serem substituídas			Tempo Efetivo (h/ano)	Produtividade Efetiva (t/h)	Produção (bases a serem compradas)		Produção Total dos Recozimentos	
		A serem instaladas	Em manutenção	Em Operação			(kt/ano)	(kt/mês)	(kt/ano)	(kt/mês)
Cenário 1	Necessidade de bases a serem substituídas para atender o nível de produção atual do Recozimento 2. Produção total até 64 kt/mês.	25	0	25	220.091	2,380	497,6	41,5	771,1	64,3
Cenário 2	Necessidade de bases a serem substituídas para atender a capacidade de produção do Recozimento 2. Produção total até 82 kt/mês.	36	0	36	314.743	2,380	711,6	59,3	985,1	82,1
Cenário 3	Necessidade de bases a serem substituídas para atender a capacidade de produção dos Recozimentos 2 e 1 juntos. Produção total até 99 kt/mês.	47	0	47	409.263	2,380	925,3	77,1	1.198,8	99,9
Cenário 4	Necessidade de bases a serem substituídas para atender a capacidade de produção do LTF. Produção total até 112 kt/mês.	54	0	54	473.040	2,380	1.069,5	89,1	1.343,0	111,9

Fonte: O autor

A figura 7 apresenta a evolução da produção total dos recozimentos e a quantidade de bases necessárias a serem substituídas nos quatro cenários.

O número de bases a serem substituídas segue em ordem crescente alinhado ao aumento da demanda de produção dos Recozimentos.

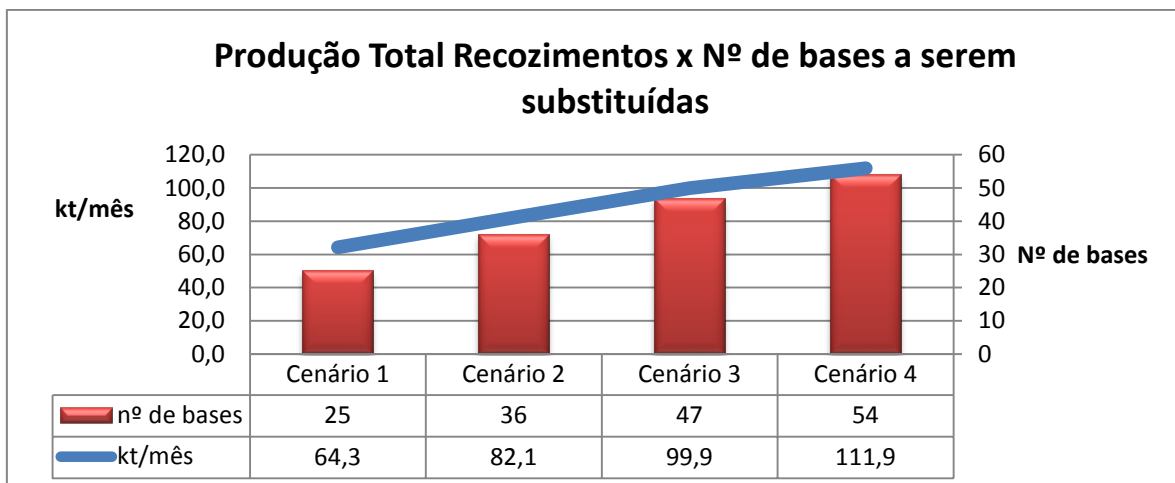


Figura 7 – Produção total dos Recozimentos e a quantidade de bases necessárias a serem substituídas

Fonte: O autor

3.3 REDUÇÃO DE GASTOS ESTIMADA

No cenário 2, com produção até 82 kt/mês, considerado a comparação de consumos e custos específicos entre o Recozimento 5 (HICON-H₂®) e o Recozimento 2 (HN).

No cenário 3, com a produção superando 82 kt/mês até o patamar de 99kt/mês, considerado a comparação de consumos e custos específicos entre o Recozimento 5 (HICON-H₂®) e o Recozimento 2 (HN) nas primeiras 82 kt e com o Recozimento 1 nas 17 kt restantes.

Para os cenários 3 e 4, o cálculo de redução de gastos foi elaborado em relação a uma situação de custo projetada para o patamar de produção de 99 e 112 kt/mês respectivamente. Atualmente, estes gastos são inferiores aos considerados em função do nível de produção atual ser inferior ao simulado neste cenário.

Na redução de gastos com pessoal foi considerado que no escopo do projeto seja contemplado a instalação de uma nova sala de controle entre o Recozimento 5 e o Recozimento 2, de tal forma que desta nova sala seja possível efetuar as atividades de controle de ambas as plantas.

Para o cálculo dos custos unitários (R\$/t) nas classes de custo de Materiais de Manutenção, Serviços de Manutenção e Materiais de Operação foi feito um levantamento dos gastos ocorridos de janeiro de 2012 a junho de 2016, dolarizados mês a mês e ponderados pelas produções realizadas em cada período. A conversão de US\$ para R\$ foi feita pelo valor do dólar de agosto de 2016.

Para o cálculo das reduções de gastos com Gás Natural, Nitrogênio, Amônia, Água e Energia Elétrica foi considerado que o Recozimento 2, após a substituição das bases, seja capaz de obter os mesmos índices de consumos específicos do Recozimento 5 (HICON-H₂®). Raciocínio análogo foi utilizado para o cálculo do aumento de gastos com Hidrogênio após a transformação do Recozimento 2.

Para o cálculo da redução de gastos com Energia Elétrica foi considerado os consumos específicos realizados entre junho e dezembro de 2015 para os Recozimentos 2 e 5. Estes consumos foram obtidos a partir dos medidores de energia elétrica instalados na área de Laminação a Frio. No caso do Recozimento 1, que não houve consumo devido não ter produzido neste período, foi considerado um consumo calculado teoricamente pela potência instalada da planta.

3.3.1 REDUÇÃO DE GASTOS COM MÃO-DE-OBRA

Na redução de gastos com pessoal foi considerado que no escopo do projeto seja contemplado a instalação de uma nova sala de controle entre o Recozimento 5 e o Recozimento 2, de tal forma que desta nova sala seja possível efetuar as atividades de controle de ambas as plantas.

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H₂®), será possível a otimização da execução das atividades de operação das plantas do Recozimento 2 em conjunto com o Recozimento 5. Dados das Tabelas 4 a 7 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio.

Desta forma, projeta-se as reduções dos seguintes postos de trabalho, mostrados nas Tabelas de 4 a 7.

Tabela 4 – Redução nos gastos com mão-de-obra para o Cenário 1.

Cargo	Posto de trabalho	Quantidade a ser reduzida	Custo médio mensal	Valor total anual	Custo específico (R\$/t)
Operador de Produção	Sala de Mistura - Rec 2	0	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Operador de Produção	Controle de Produção - Rec 2	3	R\$ 17.677,89	R\$ 212.134,68	R\$ 0,28
Operador de Produção	Controle de Fornos - Rec 2	0	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Total		3	R\$ 17.677,89	R\$ 212.134,68	R\$ 0,28

Fonte: *O autor*

Tabela 5 – Redução nos gastos com mão-de-obra para o Cenário 2.

Cargo	Posto de trabalho	Quantidade a ser reduzida	Custo médio mensal	Valor total anual	Custo específico (R\$/t)
Operador de Produção	Sala de Mistura - Rec 2	3	R\$ 17.871,84	R\$ 214.462,08	R\$ 0,22
Operador de Produção	Controle de Produção - Rec 2	3	R\$ 17.677,89	R\$ 212.134,68	R\$ 0,22
Operador de Produção	Controle de Fornos - Rec 2	3	R\$ 17.472,60	R\$ 209.671,20	R\$ 0,21
Total		9	R\$ 53.022,33	R\$ 636.267,96	R\$ 0,65

Fonte: *O autor*

Tabela 6 – Redução nos gastos com mão-de-obra para o Cenário 3.

Cargo	Posto de trabalho	Quantidade a ser reduzida	Custo médio mensal	Valor total anual	Custo específico (R\$/t)
Operador de Produção	Sala de Mistura - Rec 2	3	R\$ 17.871,84	R\$ 214.462,08	R\$ 0,18
Operador de Produção	Controle de Produção - Rec 2	3	R\$ 17.677,89	R\$ 212.134,68	R\$ 0,18
Operador de Produção	Controle de Fornos - Rec 2	3	R\$ 17.472,60	R\$ 209.671,20	R\$ 0,17
Operador de Ponte Rolante	PR - Recozimento 1	3	R\$ 15.165,90	R\$ 181.990,80	R\$ 0,15
Operador de Produção	Piso – Recozimento 1	3	R\$ 17.677,89	R\$ 212.134,68	R\$ 0,18
Total		15	R\$ 85.866,12	R\$ 1.030.393,44	R\$ 0,86

Fonte: *O autor*

Tabela 7 – Redução nos gastos com mão-de-obra para o Cenário 4.

Cargo	Posto de trabalho	Quantidade a ser reduzida	Custo médio mensal	Valor total anual	Custo específico (R\$/t)
Operador de Produção	Sala de Mistura - Rec 2	3	R\$ 17.871,84	R\$ 214.462,08	R\$ 0,16
Operador de Produção	Controle de Produção - Rec 2	3	R\$ 17.677,89	R\$ 212.134,68	R\$ 0,16
Operador de Produção	Controle de Fornos - Rec 2	3	R\$ 17.472,60	R\$ 209.671,20	R\$ 0,16
Operador de Ponte Rolante	PR - Recozimento 1	3	R\$ 15.165,90	R\$ 181.990,80	R\$ 0,14
Operador de Produção	Piso – Recozimento 1	3	R\$ 17.677,89	R\$ 212.134,68	R\$ 0,16
Total		15	R\$ 85.866,12	R\$ 1.030.393,44	R\$ 0,77

Fonte: *O autor*

3.3.2 GASTOS COM MATERIAIS DE OPERAÇÃO:

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H2®), não será possível a redução no consumo de Materiais de Operação, tendo em vista a diferença de gastos com esta classe de custo entre as plantas de Recozimento (principal item desta classe são os Abafadores). Para os cálculos das tabelas 08 a 11, considerou-se a seguinte base: Produção (t/mês) x custo médio unitário (R\$/t) = Custo total (R\$/mês).

Dados das Tabelas 8 a 11 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio.

Desta forma, projeta-se a redução de gastos para os cenários mostrados nas Tabelas de 8 a 11.

Tabela 8 – Gastos com materiais de operação para o Cenário 1.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	0	HN	5,37	R\$ -	0	HN	5,37	R\$ -
Recozimento 2	40.500	HN (atual)	5,84	R\$ 236.622,03	40.500	HICON/H2 (convertido)	8,14	R\$ 329.591,52
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	8,14	R\$ 185.547,82	22.800	HICON/H ₂	8,14	R\$ 185.547,82
Total	63.300			R\$ 422.169,85	63.300			R\$ 515.139,34

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (92.969)	R\$ (1.115.634)	R\$ (1,47)

Fonte: O autor

Tabela 9 – Gastos com materiais de operação para o Cenário 2.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	0	HN	5,37	R\$ -	0	HN	5,37	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	5,84	R\$ 346.461,39	59.300	HICON/H2 (convertido)	8,14	R\$ 482.587,09
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	8,14	R\$ 185.547,82	22.800	HICON/H ₂	8,14	R\$ 185.547,82
Total	82.100			R\$ 532.009,21	82.100			R\$ 668.134,91

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (136.126)	R\$ (1.633.508)	R\$ (1,66)

Fonte: O autor

Tabela 10 – Gastos com materiais de operação para o Cenário 3.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	17.800	HN	5,37	R\$ 95.608,20	0	HN	5,37	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	5,84	R\$ 346.461,39	77.100	HICON/H2 (convertido)	8,14	R\$ 627.444,60
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	8,14	R\$ 185.547,82	22.800	HICON/H ₂	8,14	R\$ 185.547,82
Total	99.900			R\$ 627.617,41	99.900			R\$ 812.992,41

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (185.375)	R\$ (2.224.500)	R\$ (1,86)

Fonte: O autor

Tabela 11 – Gastos com materiais de operação para o Cenário 4.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	17.800	HN	5,37	R\$ 95.608,20	0	HN	5,37	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	5,84	R\$ 346.461,39	89.128	HICON/H2 (convertido)	8,14	R\$ 725.331,30
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	8,14	R\$ 185.547,82	22.800	HICON/H ₂	8,14	R\$ 185.547,82
Total	99.900		6,28	R\$ 627.617,41	111.928		8,14	R\$ 910.879,12

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (207.695)	R\$ (2.492.336)	R\$ (1,86)

Fonte: O autor

3.3.3 REDUÇÃO DE GASTOS COM MATERIAIS DE MANUTENÇÃO:

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H₂®), será possível a redução no consumo de Materiais de Manutenção, tendo em vista a diferença de gastos com esta classe de custo entre as plantas de Recozimento (principal item desta classe são os Sobressalentes Mecânicos). Para os cálculos das tabelas 12 a 15, considerou-se a seguinte base: Produção (t/mês) x custo médio unitário (R\$/t) = Custo total (R\$/mês).

Dados das Tabelas 12 a 15 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. Desta forma, projeta-se a redução de gastos para os cenários mostrados nas Tabelas de 12 a 15.

Tabela 12 – Redução nos gastos com materiais de manutenção para o Cenário 1.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	0	HN	28,22	R\$ -	0	HN	28,22	R\$ -
Recozimento 2	40.500	HN (atual)	9,52	R\$ 385.386,33	40.500	HICON/H2 (convertido)	4,32	R\$ 174.996,05
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	4,32	R\$ 98.516,30	22.800	HICON/H ₂	4,32	R\$ 98.516,30
Total	63.300			R\$ 483.902,63	63.300			R\$ 273.512,35

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 210.390	R\$ 2.524.683	R\$ 3,32

Fonte: O autor

Tabela 13 – Redução nos gastos com materiais de manutenção para o Cenário 2.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	0	HN	28,22	R\$ -	0	HN	28,22	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	9,52	R\$ 564.281,72	59.300	HICON/H2 (convertido)	4,32	R\$ 256.228,79
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	4,32	R\$ 98.516,30	22.800	HICON/H ₂	4,32	R\$ 98.516,30
Total	82.100			R\$ 662.798,02	82.100			R\$ 354.745,09

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 308.053	R\$ 3.696.635	R\$ 3,75

Fonte: O autor

Tabela 14 – Redução nos gastos com materiais de manutenção para o Cenário 3.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	17.800	HN	28,22	R\$ 502.246,82	0	HN	28,22	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	9,52	R\$ 564.281,72	77.100	HICON/H2 (convertido)	4,32	R\$ 333.140,64
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	4,32	R\$ 98.516,30	22.800	HICON/H ₂	4,32	R\$ 98.516,30
Total	99.900			R\$ 1.165.044,8	99.900			R\$ 431.656,9

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 733.388	R\$ 8.800.655	R\$ 7,34

Fonte: O autor

Tabela 15 – Redução nos gastos com materiais de manutenção para o Cenário 4.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	17.800	HN	28,22	R\$ 502.246,82	0	HN	28,22	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	9,52	R\$ 564.281,72	89.128	HICON/H2 (convertido)	4,32	R\$ 385.113,42
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	4,32	R\$ 98.516,30	22.800	HICON/H ₂	4,32	R\$ 98.516,30
Total	99.900			R\$ 1.165.044,8	111.928			R\$ 483.629,7

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 821.690	R\$ 9.860.280	R\$ 7,34

Fonte: O autor

3.3.4 REDUÇÃO DE GASTOS COM SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H₂®), será possível a redução no consumo de Serviços de Manutenção somente nos cenários 3 e 4, tendo em vista a diferença de gastos com esta classe de custo entre as plantas de Recozimento. Para os cálculos das tabelas 16 a 19, considerou-se a seguinte base: Produção (t/mês) x custo médio unitário (R\$/t) = Custo total (R\$/mês).

Dados das Tabelas 16 a 19 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. Desta forma, projeta-se a redução de gastos para os cenários mostrados nas Tabelas de 16 a 19.

Tabela 16 – Redução nos gastos com serviços de manutenção para o Cenário 1.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	0	HN	33,26	R\$ -	0	HN	33,26	R\$ -
Recozimento 2	40.500	HN (atual)	1,25	R\$ 50.646,62	40.500	HICON/H2 (convertido)	1,51	R\$ 60.980,93
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	1,51	R\$ 34.330,01	22.800	HICON/H ₂	1,51	R\$ 34.330,01
Total	63.300			R\$ 84.976,63	63.300			R\$ 95.310,94

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (10.334)	R\$ (124.012)	R\$ (0,16)

Fonte: O autor

Tabela 17 – Redução nos gastos com serviços de manutenção para o Cenário 2.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	0	HN	33,26	R\$ -	0	HN	33,26	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	1,25	R\$ 74.156,66	59.300	HICON/H2 (convertido)	1,51	R\$ 89.288,13
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	1,51	R\$ 34.330,01	22.800	HICON/H ₂	1,51	R\$ 34.330,01
Total	82.100			R\$ 108.486,7	82.100			R\$ 123.618,1

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (15.131)	R\$ (181.578)	R\$ (0,18)

Fonte: O autor

Para a redução nos gastos com Serviços de Manutenção no cenário 3 e 4 onde obtivemos ganho, diferente das perdas dos cenários 1 e 2, foi considerado o Recozimento 1 atuando para a situação atual onde o custo de gás natural (HN) é elevado, já para a situação proposta não sendo necessário o Recozimento 1 em operação.

Tabela 18 – Redução nos gastos com serviços de manutenção para o Cenário 3.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	17.800	HN	33,26	R\$ 592.078,67	0	HN	33,26	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	1,25	R\$ 74.156,66	77.100	HICON/H2 (convertido)	1,51	R\$ 116.089,63
Recozimento 5	22.800	HICON/H ₂	1,51	R\$ 34.330,01	22.800	HICON/H ₂	1,51	R\$ 34.330,01
Total	99.900			R\$ 700.565,3	99.900			R\$ 150.419,6

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 550.146	R\$ 6.601.748	R\$ 5,51

Fonte: O autor

Tabela 19 – Redução nos gastos com serviços de manutenção para o Cenário 4.

Planta de Recozimento	SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO PROPOSTA			
	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)	Produções (t/mês)	Tipo	Custo médio unitário (R\$/t)	Custo total (R\$/mês)
Recozimento 1	17.800	HN	33,26	R\$ 592.078,67	0	HN	33,26	R\$ -
Recozimento 2	59.300	HN (atual)	1,25	R\$ 74.156,66	89.128	HICON/H2 (convertido)	1,51	R\$ 134.200,60
Recozimento 5	22.800	HICON/H2	1,51	R\$ 34.330,01	22.800	HICON/H2	1,51	R\$ 34.330,01
Total	99.900			R\$ 700.565,3	111.928			R\$ 168.530,6

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 616.385	R\$ 7.396.619	R\$ 5,51

Fonte: O autor

3.3.5 REDUÇÃO DE GASTOS COM GÁS NATURAL

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H₂®), será possível a redução no consumo de Gás Natural, tendo em vista a diferença de consumos específicos entre as plantas de Recozimento. Para os cálculos das tabelas 20 a 23, considerou-se a seguinte base: Produção (t/mês) x consumo específico (Mcal/t) = Consumo total (Mcal/mês).

Produção (t/mês) x consumo específico (R\$/t) = Consumo total (R\$/mês).

Dados das Tabelas 20 a 23 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. Desta forma, projeta-se a redução de gastos para os cenários mostrados nas Tabelas de 20 a 23.

Tabela 20 – Redução nos gastos com gás natural para o Cenário 1.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Mcal/t)	Consumo total (Mcal/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Mcal/t)	Consumo total (Mcal/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,117	0	HN	272	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	272	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		40.500	HN (atual)	220	8.910.000	R\$ 1.038.402	R\$ 25,55	40.500	HICON/H2 (convertido)	118	4.779.000	R\$ 556.961	R\$ 13,70
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	118	2.690.400	R\$ 313.548	R\$ 13,70	22.800	HICON/H ₂	118	2.690.400	R\$ 313.548	R\$ 13,70
Total		63.300			11.600.400	R\$ 1.351.950	R\$ 21,28	63.300			7.469.400	R\$ 870.509	R\$ 13,70

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 481.441	R\$ 5.777.289	R\$ 7,61

Fonte: O autor

Tabela 21 – Redução nos gastos com gás natural para o Cenário 2.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Mcal/t)	Consumo total (Mcal/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Mcal/t)	Consumo total (Mcal/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,117	0	HN	272	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	272	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	220	13.046.000	R\$ 1.520.425	R\$ 25,64	59.300	HICON/H2 (convertido)	118	6.997.400	R\$ 815.501	R\$ 13,75
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	118	2.690.400	R\$ 313.548	R\$ 13,75	22.800	HICON/H ₂	118	2.690.400	R\$ 313.548	R\$ 13,75
Total		82.100			15.736.400	R\$ 1.833.974	R\$ 22,34	82.100			9.687.800	R\$ 1.129.049	R\$ 13,75

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 704.924	R\$ 8.459.093	R\$ 8,59

Fonte: O autor

Tabela 22 – Redução nos gastos com gás natural para o Cenário 3.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Mcal/t)	Consumo total (Mcal/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Mcal/t)	Consumo total (Mcal/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,117	17.800	HN	272	4.841.600	R\$ 564.256,5	R\$ 31,70	0	HN	272	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	220	13.046.000	R\$ 1.520.425	R\$ 25,64	77.100	HICON/H2 (convertido)	118	9.097.800	R\$ 1.060.289	R\$ 13,75
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	118	2.690.400	R\$ 313.548	R\$ 13,75	22.800	HICON/H ₂	118	2.690.400	R\$ 313.548	R\$ 13,75
Total		99.900			20.578.000	R\$ 2.398.230	R\$ 24,01	99.900			11.788.200	R\$ 1.373.837	R\$ 13,75

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 1.024.393	R\$ 12.292.718	R\$ 10,25

Fonte: O autor

Tabela 23 – Redução nos gastos com gás natural para o Cenário 4.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Mcal/t)	Consumo total (Mcal/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Mcal/t)	Consumo total (Mcal/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,117	17.800	HN	272	4.841.600	R\$ 564.256,525	R\$ 31,70	0	HN	272	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	220	13.046.000	R\$ 1.520.425	R\$ 25,64	89.128	HICON/H2 (convertido)	118	10.517.134	R\$1.225.703	R\$ 13,75
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	118	2.690.400	R\$ 313.548	R\$ 13,75	22.800	HICON/H ₂	118	2.690.400	R\$ 313.548	R\$ 13,75
Total		99.900		205,99	20.578.000	R\$ 2.398.230	R\$ 24,01	111.928		118,00	13.207.534	R\$1.539.251	R\$13,75

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 1.147.733	R\$ 13.772.798	R\$ 10,25

Fonte: O autor

3.3.6 REDUÇÃO DE GASTOS COM NITROGÊNIO

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H2®), será possível a redução no consumo de Nitrogênio, tendo em vista a diferença de consumos específicos entre as plantas de Recozimento. Para os cálculos das tabelas 24 a 27, considerou-se a seguinte base: Produção (t/mês) x consumo específico (Nm³/t) = Consumo total (Nm³/mês).

Produção (t/mês) x consumo específico (R\$/t) = Consumo total (R\$/mês).

Dados das Tabelas 24 a 27 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. Desta forma, projeta-se a redução de gastos para os cenários mostrados nas Tabelas de 24 a 27.

Tabela 24 – Redução nos gastos com nitrogênio para o Cenário 1.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm ³ /t)	Consumo total (Nm ³ /mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm ³ /t)	Consumo total (Nm ³ /mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,104	0	HN	32,5	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	32,5	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		40.500	HN (atual)	17,2	696.600	R\$ 72.710	R\$ 1,80	40.500	HICON/H2 (convertido)	1,75	70.875	R\$ 7.398	R\$ 0,18
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	1,75	39.900	R\$ 4.165	R\$ 0,18	22.800	HICON/H ₂	1,75	39.900	R\$ 4.165	R\$ 0,18
Total		63.300			736.500	R\$ 76.874	R\$ 1,21	63.300			110.775	R\$ 11.562	R\$ 0,18

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 65.312	R\$ 783.743	R\$ 1,03

Fonte: O autor

Tabela 25 – Redução nos gastos com nitrogênio para o Cenário 2.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,104	0	HN	32,5	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	32,5	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	17,2	1.019.960	R\$ 106.461	R\$ 1,80	59.300	HICON/H2 (convertido)	1,75	103.775	R\$ 10.832	R\$ 0,18
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	1,75	39.900	R\$ 4.165	R\$ 0,18	22.800	HICON/H ₂	1,75	39.900	R\$ 4.165	R\$ 0,18
Total		82.100			1.059.860	R\$ 110.626	R\$ 1,35	82.100			143.675	R\$ 14.997	R\$ 0,18

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 95.630	R\$ 1.147.555	R\$ 1,16

Fonte: O autor

Tabela 26 – Redução nos gastos com nitrogênio para o Cenário 3.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,104	17.800	HN	32,5	578.500	R\$ 60.383	R\$ 3,39	0	HN	32,5	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	17,2	1.019.960	R\$ 106.461	R\$ 1,80	77.100	HICON/H2 (convertido)	1,75	134.925	R\$ 14.083	R\$ 0,18
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	1,75	39.900	R\$ 4.165	R\$ 0,18	22.800	HICON/H ₂	1,75	39.900	R\$ 4.165	R\$ 0,18
Total		99.900			1.638.360	R\$ 171.009	R\$ 1,71	99.900			174.825	R\$18.248	R\$ 0,18

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 152.761	R\$ 1.833.130	R\$ 1,53

Fonte: O autor

Tabela 27 – Redução nos gastos com nitrogênio para o Cenário 4.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,104	17.800	HN	32,5	578.500	R\$ 60.383	R\$ 3,39	0	HN	1,75	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	17,2	1.019.960	R\$ 106.461	R\$ 1,80	89.128	HICON/H2 (convertido)	1,75	155.974	R\$ 16.280	R\$ 0,18
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	1,75	39.900	R\$ 4.165	R\$ 0,18	22.800	HICON/H ₂	1,75	39.900	R\$ 4.165	R\$ 0,18
Total		99.900		16,40	1.638.360	R\$ 171.009	R\$ 1,71	111.928		1,75	195.874	R\$ 20.445	R\$ 0,18

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 171.154	R\$ 2.053.845	R\$ 1,53

Fonte: O autor

3.3.7 REDUÇÃO DE GASTOS COM ÁGUA:

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H2®), será possível a redução no consumo de Água, tendo em vista a diferença de consumos específicos entre as plantas de Recozimento. Para os cálculos das tabelas 28 a 31, considerou-se a seguinte base:
 Produção (t/mês) x consumo específico (m³/t) = Consumo total (m³/mês).
 Produção (t/mês) x consumo específico (R\$/t) = Consumo total (R\$/mês).

Dados das Tabelas 28 a 31 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. Desta forma, projeta-se a redução de gastos para os cenários mostrados nas Tabelas de 28 a 31.

Tabela 28 – Redução nos gastos com água para o Cenário 1.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (m³/t)	Consumo total (m³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (m³/t)	Consumo total (m³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,228	0	HN	0	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	0	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		40.500	HN (atual)	13,786	558.328	R\$ 127.393	R\$ 3,15	40.500	HICON/H2 (convertido)	1,999	80.962	R\$ 18.473	R\$ 0,46
Recozimento 5		22.800	HICON/H2	1,999	45.579	R\$ 10.400	R\$ 0,46	22.800	HICON/H2	1,999	45.579	R\$ 10.400	R\$ 0,46
Total		63.300			603.907	R\$ 137.792	R\$ 2,18	63.300			126.541	R\$ 28.873	R\$ 0,46

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 108.920	R\$ 1.307.038	R\$ 1,72

Fonte: *O autor*

Tabela 29 – Redução nos gastos com água para o Cenário 2.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (m³/t)	Consumo total (m³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (m³/t)	Consumo total (m³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,228	0	HN	0	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	0	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	13,786	817.503	R\$ 186.528	R\$ 3,15	59.300	HICON/H2 (convertido)	1,999	118.545	R\$ 27.048	R\$ 0,46
Recozimento 5		22.800	HICON/H2	1,999	45.579	R\$ 10.400	R\$ 0,46	22.800	HICON/H2	1,999	45.579	R\$ 10.400	R\$ 0,46
Total		82.100			863.081	R\$ 196.928	R\$ 2,40	82.100			164.124	R\$ 37.448	R\$ 0,46

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 159.480	R\$ 1.913.761	R\$ 1,94

Fonte: *O autor*

Tabela 30 – Redução nos gastos com água para o Cenário 3.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (m³/t)	Consumo total (m³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (m³/t)	Consumo total (m³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,228	17.800	HN	0	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	0	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	13,786	817.503	R\$ 186.528	R\$ 3,15	77.100	HICON/H2 (convertido)	1,999	154.128	R\$ 35.167	R\$ 0,46
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	1,999	45.579	R\$ 10.400	R\$ 0,46	22.800	HICON/H ₂	1,999	45.579	R\$ 10.400	R\$ 0,46
Total		99.900			863.081	R\$ 196.928	R\$ 1,97	99.900			199.707	R\$ 45.567	R\$ 0,46

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 151.361	R\$ 1.816.333	R\$ 1,52

Fonte: O autor

Tabela 31 – Redução nos gastos com água para o Cenário 4.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (m³/t)	Consumo total (m³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (m³/t)	Consumo total (m³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,228	17.800	HN	0,00	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	0,00	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	13,786	817.503	R\$ 186.528	R\$ 3,15	89.128	HICON/H2 (convertido)	1,999	178.174	R\$ 40.654	R\$ 0,46
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	1,999	45.579	R\$ 10.400	R\$ 0,46	22.800	HICON/H ₂	1,999	45.579	R\$ 10.400	R\$ 0,46
Total		99.900		8,639	863.081	R\$ 196.928	R\$ 1,97	111.928		1,999	223.752	R\$ 51.053	R\$ 0,46

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 169.585	R\$ 2.035.025	R\$ 1,52

Fonte: O autor

3.3.8 GASTOS COM HIDROGÊNIO:

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H2®), haverá um aumento no consumo de Hidrogênio, tendo em vista o novo processo precisar utilizar este produto químico. Para os cálculos das tabelas 32 a 35, considerou-se a seguinte base: Produção (t/mês) x consumo específico (Nm³/t) = Consumo total (Nm³/mês). Produção (t/mês) x consumo específico (R\$/t) = Consumo total (R\$/mês).

Dados das Tabelas 32 a 35 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. Desta forma, projeta-se a redução de gastos para os cenários mostrados nas Tabelas de 32 a 35.

Tabela 32 – Gastos com hidrogênio para o Cenário 1.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 1,240	0	HN	1,512	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	0	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		40.500	HN (atual)	0,912	36.953	R\$ 45.816	R\$ 1,13	40.500	HICON/H2 (convertido)	4	162.000	R\$ 200.854	R\$ 4,96
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	4	91.200	R\$ 113.073	R\$ 4,96	22.800	HICON/H ₂	4	91.200	R\$ 113.073	R\$ 4,96
Total		63.300			128.153	R\$ 158.889	R\$ 2,51	63.300			253.200	R\$ 313.927	R\$ 4,96

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (155.039)	R\$ (1.860.463)	R\$ (2,45)

Fonte: O autor

Tabela 33 – Gastos com hidrogênio para o Cenário 2.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 1,240	0	HN	1,512	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	1,512	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	0,912	54.106	R\$ 67.083	R\$ 1,13	59.300	HICON/H2 (convertido)	4	237.200	R\$ 294.090	R\$ 4,96
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	4	91.200	R\$ 113.073	R\$ 4,96	22.800	HICON/H ₂	4	91.200	R\$113.073	R\$ 4,96
Total		82.100			145.306	R\$ 180.156	R\$ 2,19	82.100			328.400	R\$ 407.163	R\$ 4,96

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (227.007)	R\$ (2.724.085)	R\$ (2,77)

Fonte: O autor

Tabela 34 – Gastos com hidrogênio para o Cenário 3.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 1,240	17.800	HN	1,512	26.914	R\$ 33.369	R\$ 1,87	0	HN	1,512	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	0,912	54.106	R\$ 67.083	R\$ 1,13	77.100	HICON/H2 (convertido)	4	308.400	R\$ 382.367	R\$ 4,96
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	4	91.200	R\$ 113.073	R\$ 4,96	22.800	HICON/H ₂	4	91.200	R\$ 113.073	R\$ 4,96
Total		99.900			172.220	R\$ 213.525	R\$ 2,14	99.900			399.600	R\$ 495.440	R\$ 4,96

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (281.915)	R\$ (3.382.982)	R\$ (2,82)

Fonte: O autor

Tabela 35 – Gastos com hidrogênio para o Cenário 4.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Nm³/t)	Consumo total (Nm³/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 1,240	17.800	HN	1,512	26.914	R\$ 33.369	R\$ 1,87	0	HN	1,512	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	0,912	54.106	R\$ 67.083	R\$ 1,13	89.128	HICON/H2 (convertido)	4,00	356.513	R\$ 442.019	R\$ 4,96
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	4,00	91.200	R\$ 113.073	R\$ 4,96	22.800	HICON/H ₂	4,00	91.200	R\$ 113.073	R\$ 4,96
Total		99.900		1,724	172.220	R\$ 213.525	R\$ 2,14	111.928		4,00	447.713	R\$ 555.093	R\$ 4,96

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ (315.859)	R\$ (3.790.303)	R\$ (2,82)

Fonte: O autor

3.3.9 REDUÇÃO DE GASTOS COM ENERGIA ELÉTRICA

Com a modificação da planta do Recozimento 2 de processo convencional (HN) para Recozimento de alta convecção (HICON-H2®), será possível a redução no consumo de Energia Elétrica, tendo em vista a diferença de consumos específicos entre as plantas de Recozimento. Para os cálculos das tabelas 28 a 31, considerou-se a seguinte base: Produção (t/mês) x consumo específico (kWh/mês) = Consumo total (kWh/mês). Produção (t/mês) x consumo específico (R\$/t) = Consumo total (R\$/mês).

Dados das Tabelas 36 a 39 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. Desta forma, projeta-se a redução de gastos para os cenários mostrados nas Tabelas de 36 a 39.

Tabela 36 – Redução nos gastos com energia elétrica para o Cenário 1.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte:SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Kwh/t)	Consumo total (Kwh/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Kwh/t)	Consumo total (Kwh/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,261	0	HN	34,50	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	34,50	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		40.500	HN (atual)	30,90	1.251.332	R\$ 327.212	R\$ 8,08	40.500	HICON/H2 (convertido)	23,07	934.332	R\$ 244.319	R\$ 6,03
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	23,07	525.994	R\$ 137.543	R\$ 6,03	22.800	HICON/H ₂	23,07	525.994	R\$ 137.543	R\$ 6,03
Total		63.300			1.777.326	R\$ 464.755	R\$ 7,34	63.300			1.460.327	R\$ 381.862	R\$ 6,03

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 82.893	R\$ 994.710	R\$ 1,31

Fonte: O autor

Tabela 37 – Redução nos gastos com energia elétrica para o Cenário 2.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Kwh/t)	Consumo total (Kwh/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Kwh/t)	Consumo total (Kwh/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,261	0	HN	34,50	0	R\$ -	R\$ -	0	HN	34,50	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	30,90	1.832.197	R\$ 479.103	R\$ 8,08	59.300	HICON/H2 (convertido)	23,07	1.368.047	R\$ 357.732	R\$ 6,03
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	23,07	525.994	R\$ 137.543	R\$ 6,03	22.800	HICON/H ₂	23,07	525.994	R\$ 137.543	R\$ 6,03
Total		82.100			2.358.191	R\$ 616.646	R\$ 7,51	82.100			1.894.041	R\$ 495.275	R\$ 6,03

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 121.371	R\$ 1.456.452	R\$ 1,48

Fonte: O autor

Tabela 38 – Redução nos gastos com energia elétrica para o Cenário 3.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Kwh/t)	Consumo total (Kwh/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Kwh/t)	Consumo total (Kwh/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,261	17.800	HN	34,50	614.100	R\$ 160.582	R\$ 9,02	0	HN	34,50	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	30,90	1.832.197	R\$ 479.103	R\$ 8,08	77.100	HICON/H2 (convertido)	23,07	1.778.692	R\$ 465.112	R\$ 6,03
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	23,07	525.994	R\$ 137.543	R\$ 6,03	22.800	HICON/H ₂	23,07	525.994	R\$ 137.543	R\$ 6,03
Total		99.900			2.972.291	R\$ 777.227	R\$ 7,78	99.900			2.304.686	R\$ 602.654	R\$ 6,03

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 174.573	R\$ 2.094.873	R\$ 1,75

Fonte: O autor

Tabela 39 – Redução nos gastos com energia elétrica para o Cenário 4.

Planta de Recozimento	Tarifa (R\$/Mcal) Fonte: SAP - dez15	SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO PROPOSTA					
		Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Kwh/t)	Consumo total (Kwh/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)	Produções (t/mês)	Tipo	Consumo específico (Kwh/t)	Consumo total (Kwh/mês)	Custo total (R\$/mês)	Custo específico (R\$/t)
Recozimento 1	R\$ 0,261	17.800	HN	34,50	614.100	R\$ 160.582	R\$ 9,02	0	HN	34,50	0	R\$ -	R\$ -
Recozimento 2		59.300	HN (atual)	30,90	1.832.197	R\$ 479.103	R\$ 8,08	89.128	HICON/H2 (convertido)	23,07	2.056.183	R\$ 537.673	R\$ 6,03
Recozimento 5		22.800	HICON/H ₂	23,07	525.994	R\$ 137.543	R\$ 6,03	22.800	HICON/H ₂	23,07	525.994	R\$ 137.543	R\$ 6,03
Total		99.900		29,75	2.972.291	R\$ 777.227	R\$ 7,78	111.928		23,07	2.582.177	R\$ 675.216	R\$ 6,03

	Custo total (R\$/mês)	Custo total (R\$/ano)	Custo específico (R\$/t)
Redução de Custo	R\$ 195.592	R\$ 2.347.102	R\$ 1,75

Fonte: O autor

3.3.10 RESUMO DAS REDUÇÕES DE GASTOS ESPERADOS

Os dados da Tabela 40 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio. A Tabela 40 mostra a projeção de reduções.

Para o resumo das reduções de gastos esperados nos quatro cenários, foi considerado as produções projetadas e os custos separados por classe. Na redução com a parte orgânica (pessoal) foi constatado que todos os cenários tiveram redução dos gastos.

Para as classes Materiais de Manutenção, Energia Elétrica, Gás Natural, Nitrogênio e Água, constatou-se que todos os cenários tiveram redução dos gastos.

Para a classe Serviços de Manutenção não houve redução de gastos nos cenário 1 e 2, onde o Recozimento 1 encontra-se em operação (situação atual), já nos cenário 3 e 4 obteve um ganho devido não ser mais necessário o Recozimento 1 em operação (situação proposta).

Para a classe Materiais de Operação não houve redução de gastos nos quatro cenários, isto devido o principal item desta classe ser os Abafadores.

Para a classe Hidrogênio não houve redução de gastos nos quatro cenários, isto devido o novo processo atuar com este produto químico.

Os quatro cenários tiveram um ganho com a redução de gastos conforme o aumento do volume de produção dos Recozimentos.

Tabela 40 –Resumo das reduções de gastos esperados para os cenários.

Classes de Custo	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3			Cenário 4		
	Produção até 64 kt/mês			Produção acima de 64 kt/mês, até 82 kt/mês			Produção acima de 82 kt/mês, até 99 kt/mês			Produção acima de 99 kt/mês, até 112 kt/mês		
	R\$/mês	R\$/ano	R\$/t	R\$/mês	R\$/ano	R\$/t	R\$/mês	R\$/ano	R\$/t	R\$/mês	R\$/ano	R\$/t
Pessoal	17.678	212.135	0,28	53.022	636.268	0,65	85.866	1.030.393	0,86	85.866	1.030.393	0,77
Materiais de Manutenção	210.390	2.524.683	3,32	308.053	3.696.635	3,75	733.388	8.800.655	7,34	821.690	9.860.280	7,34
Serviços de Manutenção	(10.334)	(124.012)	(0,16)	(15.131)	(181.578)	(0,18)	550.146	6.601.748	5,51	616.385	7.396.619	5,51
Materiais de Operação	(92.969)	(1.115.634)	(1,47)	(136.126)	(1.633.508)	(1,66)	(185.375)	(2.224.500)	(1,86)	(207.695)	(2.492.336)	(1,86)
Energia Elétrica	82.893	994.710	1,31	121.371	1.456.452	1,48	174.573	2.094.873	1,75	195.592	2.347.102	1,75
Gás natural	481.441	5.777.289	7,61	704.924	8.459.093	8,59	1.024.393	12.292.718	10,25	1.147.733	13.772.798	10,25
Nitrogênio	65.312	783.743	1,03	95.630	1.147.555	1,16	152.761	1.833.130	1,53	171.154	2.053.845	1,53
Hidrogênio	(155.039)	(1.860.463)	(2,45)	(227.007)	(2.724.085)	(2,77)	(281.915)	(3.382.982)	(2,82)	(315.859)	(3.790.303)	(2,82)
Água	108.920	1.307.038	1,72	159.480	1.913.761	1,94	151.361	1.816.333	1,52	169.585	2.035.025	1,52
Total	708.291	8.499.490	11,19	1.064.216	12.770.593	12,96	2.405.197	28.862.369	24,08	2.684.452	32.213.422	23,98

Fonte: O autor

3.4 INVESTIMENTOS ESTIMADOS

Para os investimentos estimados, projeta-se os custos para os cenários mostrados nas Tabelas de 41 a 44. Os preços da proposta têm como base a data de referência (julho de 2016) e são válidos por um ano. Todos os preços mencionados já incluem PIS e COFINS. O valor sobre os Serviços não inclui o ISS, que alíquota é de 5%, e este imposto será incluído no preço. O valor referente às partes dos fornos não inclui ICMS, que alíquota é de 12%. Tal imposto será incluído no preço. O IPI é, no momento, reduzido à alíquota zero. Os dados das Tabelas 41 a 44 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas aplicativos de produção – Controles operacionais da linha a frio.

Considerando o projeto para o cenário 1, as principais despesas serão nos seguintes itens:

- 25 Bases de alta convecção
- 13 Fornos
- 25 Abafadores
- 12 Resfriadores
- 25 Bancos de válvulas com controle de vazão de H2
- Demais equipamentos de acordo com a proposta de fornecimento (DPC-492) do proponente a fornecedor.
- Instalação, supervisão e comissionamento.

A Tabela 41 mostra esta projeção.

Tabela 41 – Valor do investimento para o cenário 1.

Item	Valor
Montagem e Supervisão dos Serviços	R\$ 8.491.000,00
Fornecimento dos Equipamentos	R\$ 8.542.000,00
Total:	R\$ 17.035.810,00

Fonte: *O autor*

Considerando o projeto para o cenário 2, as principais despesas serão nos seguintes itens:

- 36 Bases de Alta Convecção
- 19 Fornos
- 36 Abafadores

- 17 Resfriadores
- 36 Bancos de válvulas com controle de vazão de H2
- Demais equipamentos de acordo com a proposta de fornecimento (DPC-492) do proponente a fornecedor.
- Instalação, supervisão e comissionamento.

A Tabela 42 mostra esta projeção.

Tabela 42 – Valor do investimento para o cenário 2.

Item	Valor
Montagem e Supervisão dos Serviços	R\$ 12.143.000,00
Fornecimento dos Equipamentos	R\$ 12.216.000,00
Total:	R\$ 24.362.236,00

Fonte: *O autor*

Considerando o projeto para o cenário 3, as principais despesas serão nos seguintes itens:

- 47 Bases de Alta Convecção
- 24 Fornos
- 47 Abafadores
- 23 Resfriadores
- 47 Bancos de válvulas com controle de vazão de H2
- Demais equipamentos de acordo com a proposta de fornecimento (DPC-492) do proponente a fornecedor.
- Instalação, supervisão e comissionamento.

A Tabela 43 mostra esta projeção.

Tabela 43 – Valor do investimento para o cenário 3.

Item	Valor
Montagem e Supervisão dos Serviços	R\$ 15.789.000,00
Fornecimento dos Equipamentos	R\$ 15.885.000,00
Total:	R\$ 31.678.429,00

Fonte: *O autor*

Considerando o projeto para o cenário 4, as principais despesas serão nos seguintes itens:

- 54 Bases de Alta Convecção
- 28 Fornos
- 54 Abafadores
- 26 Resfriadores
- 54 Bancos de válvulas com controle de vazão de H2
- Demais equipamentos de acordo com a proposta de fornecimento (DPC-492) do proponente a fornecedor.
- Instalação, supervisão e comissionamento.

A Tabela 44 mostra esta projeção.

Tabela 44 – Valor do investimento para o cenário 4.

Item	Valor
Montagem e Supervisão dos Serviços	R\$ 18.250.000,00
Fornecimento dos Equipamentos	R\$ 18.360.000,00
Total:	R\$ 36.615.000,00

Fonte: O autor

Os investimentos e benefícios possuem um paralelismo interessante, indicam que, para os cenários apresentados quanto maior for o investimento, maior será o benefício. A figura 8 apresenta a evolução dos investimentos e benefícios para os cenários considerados.

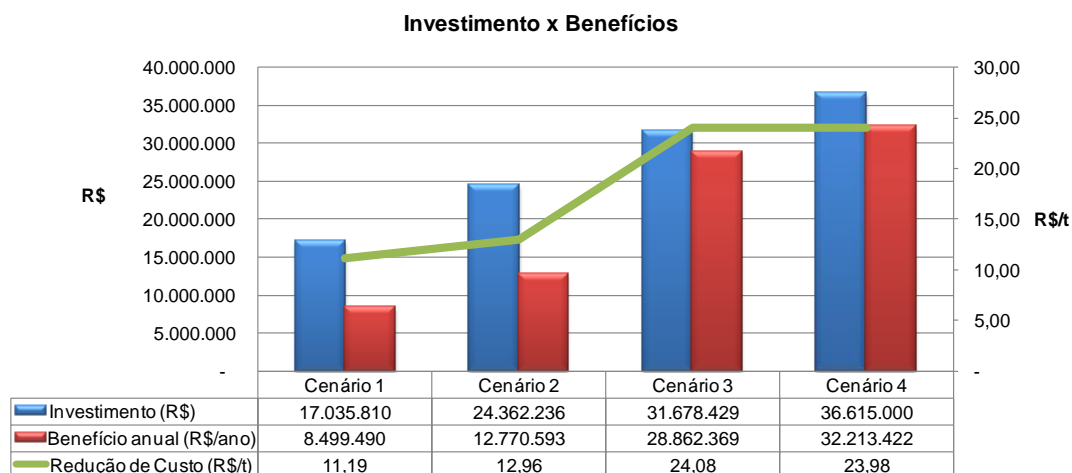


Figura 8 – Investimentos e Benefícios - Linha de Recozimento 6

Fonte: O autor

3.5 ANÁLISES DOS FLUXOS DE CAIXA DOS CENÁRIOS DE PRODUÇÃO DO RECOZIMENTO

Os fluxos de caixa apresentam a avaliação econômica entre os anos de 2016 à 2025. As Tabelas 45 a 48 apresentam o fluxo de caixa e os indicadores calculados para cada um dos quatro cenários considerados. O projeto em todos os cenários apresenta um EBITIDA crescente ou estável ao longo dos anos, mantendo-se a depreciação por se tratar de um equipamento a base de inox (material resistente). O lucro líquido cresce, os critérios de rentabilidade do fluxo de caixa descontado acumulado (FCDA) apresentam resultados positivos a partir do quarto ano do investimento. Os dados das Tabelas 45 a 48 foram coletados a partir do banco de dados dos sistemas SAP/R3 – Sistema de Administração da Produção – Modo produtivo.

Tabela 45 – Fluxo de caixa e indicadores para o Cenário 1.

Avaliação Econômica		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	TOTAL
EBITDA	R\$mil	680	4.760	8.499	8.499	8.499	8.499	8.499	8.499	8.499	8.499	73.436
(-) Depreciação	R\$mil	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(17.036)
Lucro Tributável	R\$mil	(1.024)	3.056	6.796	6.796	6.796	6.796	6.796	6.796	6.796	6.796	56.400
(-) IR	R\$mil	0	(1.039)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(19.524)
Lucro Líquido	R\$mil	(1.024)	2.017	4.485	4.485	4.485	4.485	4.485	4.485	4.485	4.485	36.876
(+) Depreciação	R\$mil	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	17.036
(-) Capex	R\$mil	(8.919)	(8.117)									(17.036)
Fluxo de Caixa Livre	R\$mil	(8.239)	(4.396)	6.189	6.189	6.189	6.189	6.189	6.189	6.189	6.189	36.876
Fluxo de Caixa Descontado	R\$mil	(8.239)	(3.979)	5.069	4.587	4.151	3.757	3.400	3.077	2.784	2.520	17.126
FC Descontado Acumulado	R\$mil	(8.239)	(12.217)	(7.149)	(2.562)	1.589	5.346	8.746	11.822	14.606	17.126	-
TRR (%/ano)												10,5%
Depreciação (%/ano)												10%
IR (%)												34%
TIR (%)												36%
VPL (R\$mil) @ 2016												17.126
TIRM (%)												22%
Spread TIRM-TRR												11%
Payback Descontado (Anos)												4,6
VPI (R\$mil)												16.265
VPL/VPI												1,05

Fonte: O autor

Tabela 46 – Fluxo de caixa e indicadores para o Cenário 2.

Avaliação Econômica		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	TOTAL
EBITDA	R\$mil	680	4.760	11.352	12.771	12.771	12.771	12.771	12.771	12.771	12.771	106.185
(-) Depreciação	R\$mil	(2.436)	(2.436)	(2.436)	(2.436)	(2.436)	(2.436)	(2.436)	(2.436)	(2.436)	(2.436)	(24.362)
Lucro Tributável	R\$mil	(1.756)	2.323	8.915	10.334	10.334	10.334	10.334	10.334	10.334	10.334	81.823
(-) IR	R\$mil	0	(790)	(3.031)	(3.514)	(3.514)	(3.514)	(3.514)	(3.514)	(3.514)	(3.514)	(28.417)
Lucro Líquido	R\$mil	(1.756)	1.534	5.884	6.821	6.821	6.821	6.821	6.821	6.821	6.821	53.406
(+) Depreciação	R\$mil	2.436	2.436	2.436	2.436	2.436	2.436	2.436	2.436	2.436	2.436	24.362
(-) Capex	R\$mil	(9.745)	(10.963)	(3.654)								(24.362)
Fluxo de Caixa Livre	R\$mil	(9.065)	(6.993)	4.666	9.257	9.257	9.257	9.257	9.257	9.257	9.257	53.406
Fluxo de Caixa Descontado	R\$mil	(9.065)	(6.329)	3.821	6.861	6.209	5.619	5.085	4.602	4.165	3.769	24.737
FC Descontado Acumulado	R\$mil	(9.065)	(15.394)	(11.572)	(4.711)	1.498	7.116	12.201	16.803	20.968	24.737	-
TRR (%/ano)		10,5%										
Depreciação (%/ano)		10%										
IR (%)		34%										
TIR (%)		37%										
VPL (R\$mil) @ 2016		24.737										
TIRM (%)		23%										
Spread TIRM-TRR		12%										
Payback Descontado (Anos)		4,8										
VPI (R\$mil)		22.659										
VPL/VPI		1,09										

Fonte: O autor

Tabela 47 – Fluxo de caixa e indicadores para o Cenário 3.

Avaliação Econômica		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	TOTAL
EBITDA	R\$mil	680	4.760	8.499	8.499	8.499	8.499	8.499	8.499	8.499	8.499	73.436
(-) Depreciação	R\$mil	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(1.704)	(17.036)
Lucro Tributável	R\$mil	(1.024)	3.056	6.796	6.796	6.796	6.796	6.796	6.796	6.796	6.796	56.400
(-) IR	R\$mil	0	(1.039)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(2.311)	(19.524)
Lucro Líquido	R\$mil	(1.024)	2.017	4.485	4.485	4.485	4.485	4.485	4.485	4.485	4.485	36.876
(+) Depreciação	R\$mil	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	1.704	17.036
(-) Capex	R\$mil	(8.919)	(8.117)									(17.036)
Fluxo de Caixa Livre	R\$mil	(8.239)	(4.396)	6.189	6.189	6.189	6.189	6.189	6.189	6.189	6.189	36.876
Fluxo de Caixa Descontado	R\$mil	(8.239)	(3.979)	5.069	4.587	4.151	3.757	3.400	3.077	2.784	2.520	17.126
FC Descontado Acumulado	R\$mil	(8.239)	(12.217)	(7.149)	(2.562)	1.589	5.346	8.746	11.822	14.606	17.126	-
TRR (%/ano)		10,5%										
Depreciação (%/ano)		10%										
IR (%)		34%										
TIR (%)		61%										
VPL (R\$mil) @ 2016		66.309										
TIRM (%)		33%										
Spread TIRM-TRR		22%										
Payback Descontado (Anos)		3,8										
VPI (R\$mil)		28.798										
VPL/VPI		2,30										

Fonte: O autor

Tabela 48 – Fluxo de caixa e indicadores para o Cenário 4.

<u>Avaliação Econômica</u>		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	TOTAL
EBITDA	R\$mil	680	4.760	20.879	29.827	32.213	32.213	32.213	32.213	32.213	32.213	249.427
(-) Depreciação	R\$mil	(3.662)	(3.662)	(3.662)	(3.662)	(3.662)	(3.662)	(3.662)	(3.662)	(3.662)	(3.662)	(36.615)
Lucro Tributável	R\$mil	(2.982)	1.098	17.218	26.166	28.552	28.552	28.552	28.552	28.552	28.552	212.812
(-) IR	R\$mil	0	(373)	(5.854)	(8.896)	(9.708)	(9.708)	(9.708)	(9.708)	(9.708)	(9.708)	(73.370)
Lucro Líquido	R\$mil	(2.982)	725	11.364	17.269	18.844	18.844	18.844	18.844	18.844	18.844	139.442
(+) Depreciação	R\$mil	3.662	3.662	3.662	3.662	3.662	3.662	3.662	3.662	3.662	3.662	36.615
(-) Capex	R\$mil	(10.985)	(10.985)	(10.985)	(3.662)							(36.615)
Fluxo de Caixa Livre	R\$mil	(10.305)	(6.598)	4.041	17.269	22.506	22.506	22.506	22.506	22.506	22.506	139.442
Fluxo de Caixa Descontado	R\$mil	(10.305)	(5.971)	3.309	12.799	15.095	13.661	12.363	11.188	10.125	9.163	71.428
FC Descontado Acumulado	R\$mil	(10.305)	(16.276)	(12.967)	(167)	14.928	28.589	40.952	52.140	62.265	71.428	-

TRR (%/ano)	10,5%
Depreciação (%/ano)	10%
IR (%)	34%
TIR (%)	60%
VPL (R\$mil) @ 2016	71.428
TIRM (%)	33%
Spread TIRM-TRR	23%
Payback Descontado (Anos)	4,0
VPI (R\$mil)	32.635
VPL/VPI	2,19

Fonte: O autor

A Figura 9 apresenta um comparativo entre a taxa interna de retorno (TIR) e taxa interna de retorno modificada (TIRM) com a taxa de retorno requerida (TRR). Nos cenários 3 e 4 obteve um aumento dos ganhos em comparado ao cenário 1 e 2 devido não ser necessário o Recozimento 1 em operação. Todos os cenários mostraram-se economicamente viáveis.

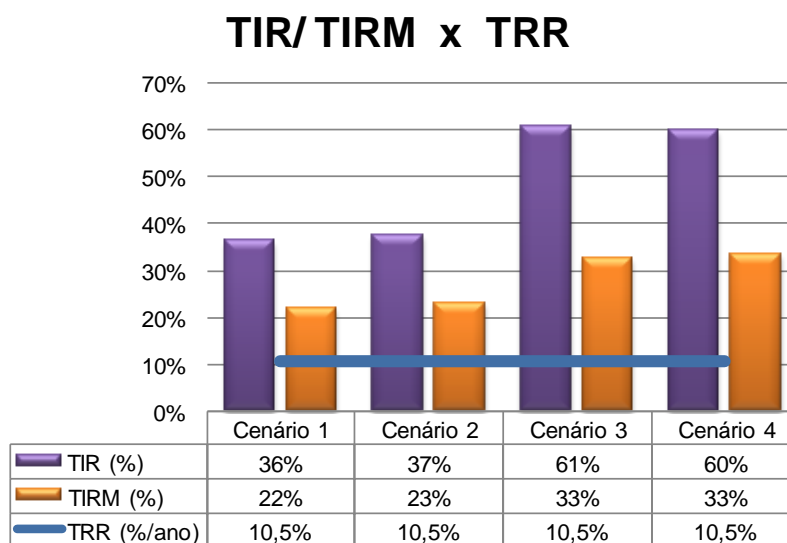


Figura 9 – Análise comparativa da taxa de retorno, taxa de retorno modificada e a taxa de retorno requerida nos 4 cenários - Linha de Recozimento 6

Fonte: O autor

A Figura 10 apresenta os valores dos *paybacks* descontados para os cenários considerados. O tempo de *payback* oscilou entre 3,5 e 5,0 anos nos cenários considerados.

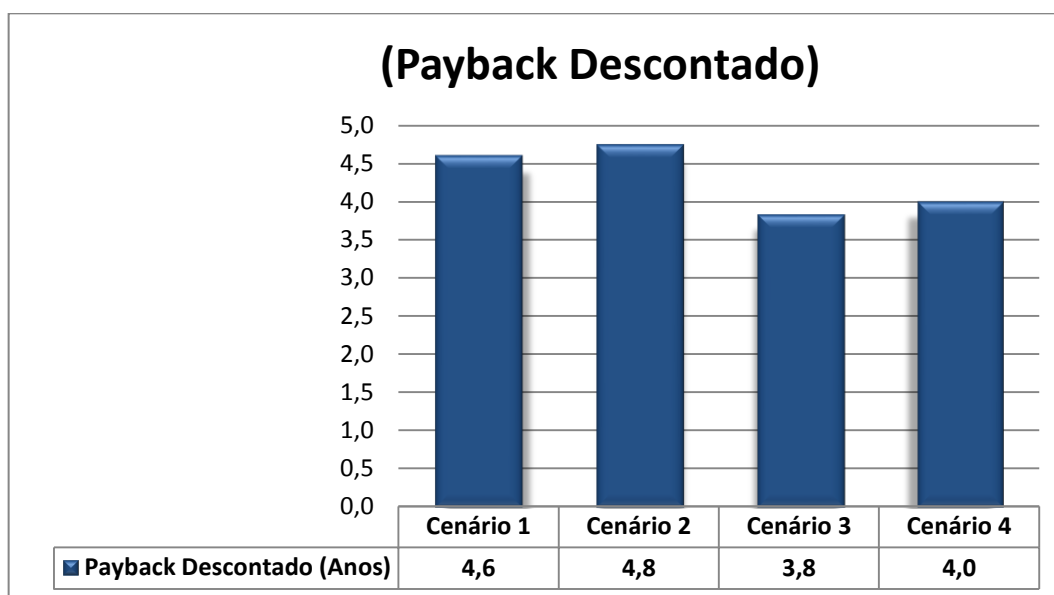


Figura 10 – Análise do Payback descontado por anos para os 4 cenários - Linha de Recozimento 6

Fonte: O autor

A Figura 11 apresenta os valores dos VPL's para os cenários considerados. Todos os VPL's foram positivos (indicando viabilidade nos cenários), sendo que cenários de maior capacidade de produção (i.e., cenários com número mais alto) apresentaram maior VPL.

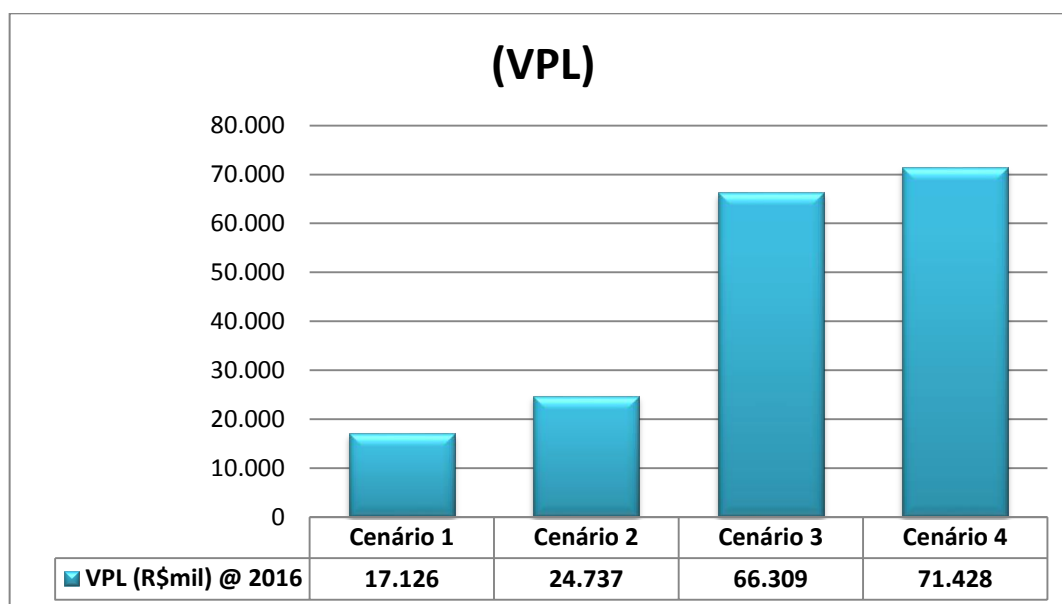


Figura 11 – Análise do Valor presente líquido para os 4 cenários - Linha de Recozimento 6

Fonte: O autor

4 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados da parte empírica e as considerações finais que seguem neste capítulo, acredita-se ter atingido o objetivo geral e os específicos deste trabalho.

Para a análise de viabilidade econômica relada neste documento, pode-se concluir que, os ganhos foram diversos, resultantes das substituições das bases do Recozimento HN por bases HICON-H₂®.

Estes ganhos econômicos financeiros tiveram impacto direto na área de custos, tais como: redução dos gastos com mão de obra (implantação da nova sala de controle atendendo as atividades operacionais de ambas as plantas); aumento dos gastos com materiais de operação; aumento da vida útil dos abafadores; redução dos gastos com materiais de manutenção (sobressalentes mecânicos); redução dos consumos do processo (gás natural, nitrogênio, água, energia elétrica); aumento do consumo de hidrogênio (base para o funcionamento do processo H₂).

As vantagens obtidas nas áreas operacionais e de qualidade foram determinantes para a escolha desta tecnologia 100% H₂, entre elas o aumento significativo da qualidade do produto final no cliente e o aumento da produtividade efetiva dos fornos de Recozimento.

Para os investimentos necessários e benefícios alcançados nos 04 cenários apresentados, a análise de viabilidade mostrou-se atrativa, tanto na taxa interna de retorno (TIR) como na taxa interna de retorno modificada (TIR-M). A análise de Payback descontado, o tempo de recuperação de capital teve resultados satisfatórios, onde o tempo de recuperação dos investimentos oscilaram entre 3 e 5 anos. O valor presente líquido (VPL) concluiu que, quanto maior for o cenário de produção, maior será a VPL, tornando o projeto viável.

O investimento se apresenta viável para qualquer cenário de produção dos Recozimentos. Logo recomenda se a substituição das bases de Recozimento de HN por bases de Recozimento HICON-H₂®, de forma escalonada, em módulos, de acordo com a previsão de demanda de produção e da disponibilidade de caixa da Empresa.

4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento de novos produtos é um processo complexo e qualquer trabalho neste tema possui limitações. Após a implantação das novas bases de Recozimento HICON-H₂® na área física do Recozimento nº2, visando o atendimento da demanda atual de produção da empresa, seria indicado atuar na atualização tecnológica do Recozimento nº5 (existente), com esse Revamp (atualização) na linha, os dois Recozimentos teriam as mesmas especificações tecnológicas, reduções de custo no processo de tratamento térmico, otimização do preenchimento das cargas na base, como resultado haveria ainda mais ganhos econômicos financeiros para o processo industrial desta usina siderúrgica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V.C., BAGGER,K.K. Nova Decapagem da Usiminas Cubatão. In: SEMINÁRIO DE LAMINAÇÃO – PROCESSOS E PRODUTOS LAMINADOS E REVESTIDOS, 47, 2010, Belo Horizonte. Minas Gerais, ABM, 2010. São Paulo: ABM, 2010.

ANDRITZ METALS. Especificação Técnica da Nova Linha de Decapagem. São Paulo: 2012.

Arquivo Técnico Industrial - USIMINAS – Acesso interno em: junho 2016.

BAGGER, K.K., ET AL. A Nova Linha de Decapagem da Usiminas. In: SEMINÁRIO DE LAMINAÇÃO – PROCESSOS E PRODUTOS LAMINADOS E REVESTIDOS, 51, 2014, Foz do Iguaçu. Paraná, ABM, 2014. Paraná: ABM, 2014.

BEULKE, R. Gestão de Custos. São Paulo. Saraiva, 2005.

BM&F Brasil – Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2016.

CAMPOS et al. Finanças Corporativas: Teoria e Prática Empresarial no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Campos/Elsevier, 2008. 604 p

CAMPOS, Breno. Administração Financeira e Análise de Investimento. Belo Horizonte: IBMEC, 2009.

Cavalcante & Associados – Treinamento e Consultorias – Administração Financeira e Análise de Investimento – disponível em <http://www.cavalcanteassociados.com.br> - Acesso em: novembro de 2016.

Custos Industriais – Prof. Edson de Oliveira Pamplona, Dr. – Universidade Federal de ITAJUBÁ – UNIFEI 2005 – disponível em <http://www.iem.efei.br/edson>. Acesso em: novembro de 2016.

EBNER;LEITNER,1999 – Industria de Fornos de Recozimento para Tratamento Térmico – Áustria.

INTERBRAND - Consultoria Empresarial - 2016.

IBS. Instituto Brasileiro de Siderurgia. A siderurgia em números – pocket yearbook 2007. Rio de Janeiro: IBS, 2007.

PINHO, M. S. Reestruturação produtiva e inserção internacional da siderurgia brasileira. 2001. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, Unicamp, Campinas, 2001.

PINHO, M. S.; LOPES, A. L. Dinâmica tecnológica e internacionalização da siderurgia: oportunidades para indústria brasileira. In: FURTADO, J. (org). Globalização das cadeias produtivas do Brasil. São Carlos: EdUFSCar, 2003.

PEREZ JUNIOR, J.H. ET AL. Gestão Estratégica de Custos. São Paulo. ATLAS, 2005.

RODARTE - Educação corporativa e consultoria organizacional (IECCOS) – Análise de Investimentos – Prof.: José Rodarte – disponível em: <http://www.ieccos.com.br> - Acesso em: novembro de 2016.

SAP/R3 – Sistema de Administração da Produção – (Modo produtivo – USIMINAS).

SLACK, N. ET AL “Administração da Produção”. ATLAS. 2009.

TAYLOR, James L.; Dicionário Metalúrgico, 2ª edição. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Minerais, 2000.

TORRES, L. V.; OLIVEIRA NETO, J. D.; KASSAI, S. Gestão de custos na Cafeicultura – Uma experiência na implantação de projetos. Texto para discussão – Série Contabilidade. N. 5, 2000.