

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

ANTONIO CARLOS CONTES DE SÁ

**Análise de viabilidade econômica do projeto de troca do modelo de mandril de saída  
da Linha Divisora de uma usina siderúrgica integrada**

Cubatão

2016

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

Análise de viabilidade econômica do projeto de troca do modelo de mandril de saída da Linha Divisora de uma usina siderúrgica integrada

por

Antonio Carlos Contes De Sá

Monografia de final de Curso  
(022434)

Prof. Dr. Anderson Laécio Galindo Trindade  
Orientador

Cubatão

2016

ANTONIO CARLOS CONTES DE SÁ

**Análise de viabilidade econômica do projeto de troca do modelo de mandril de saída da Linha Divisora de uma usina siderúrgica integrada**

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 Otimização de Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Laécio Galindo Trindade

Cubatão

2016

Sá, Antonio Carlos Contes de

S111a Análise de viabilidade econômica do projeto de troca do modelo de mandril de saída da Linha Divisora de uma usina siderúrgica integrada. / Antonio Carlos Contes de Sá. — Belo Horizonte, 2016.  
x, 26. : il. ; 29cm

Monografia (Especialização) – Universidade federal de Minas Gerais – Departamento de Ciência da Computação

Orientador: Anderson Laércio Galindo Trindade

1. Computação. 2. Viabilidade econômica.  
3.Siderúrgica. 4. Projeto de troca de mandril. I.Orientador.  
II. Título

519.6\*61(043)



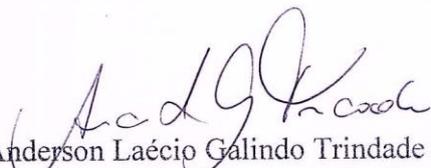
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

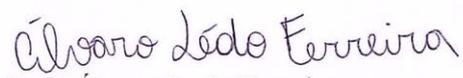
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM OTMIZAÇÃO DE SISTEMAS: ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
GESTÃO INDUSTRIAL

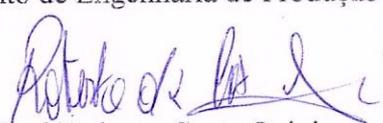
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO DE TROCA DO MODELO DE  
MANDRIL DE SAÍDA DA LINHA DIVISORA DE UMA USINA SIDERÚRGICA INTEGRADA

Antônio Carlos Contes de Sá

Monografia apresentada aos Senhores:

  
Prof. Anderson Laécio Galindo Trindade - Orientador  
Departamento de Engenharia de Produção - UFMG

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

  
Prof. Roberto Costa Quinino  
Departamento de Estatística - UFMG

Belo Horizonte, 06 de dezembro de 2016

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a DEUS por permitir chegar até este ponto e dar a saúde necessária para seguir dia a dia buscando meus objetivos, por sua infinita bondade e amor. E ser a base das minhas conquistas.

À minha esposa Juliana, com amor, admiração e gratidão por sua compreensão, carinho, presença e incansável apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho.

Aos meus pais Antonio e Miriam que me auxiliaram em todos os momentos necessários durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores pela oportunidade de poder compartilhar momentos de grande aprendizado.

A empresa USIMINAS, por permitir e incentivar a realização desta jornada acadêmica.

A Universidade Federal de Minas Gerais, pela oportunidade de realizar esta especialização nesta respeitada instituição.

Aos meus gestores pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos, apoio e paciência durante todo o curso.

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como finalidade analisar a viabilidade econômica do projeto de troca do modelo de mandril de saída da Linha Divisora de uma usina siderúrgica integrada. O estudo levantou dados e custos da atual situação do equipamento e da proposta de alteração do projeto original, que permitiu calcular e analisar indicadores de viabilidade econômica do projeto proposto. O presente estudo constatou que a implantação da troca do modelo de mandril de saída da Linha Divisora é viável dentro de um cenário de produção otimista e intermediário, posto que a análise econômica apresentou indicadores positivos e satisfatórios com relação ao retorno do capital investido.

**Palavras-chave:** Viabilidade econômica. Projeto de troca de mandril.

## **ABSTRACT**

The present work analyzes the economic viability of the project to change the exit mandrel of the dividing line of an integrated steel mill. The study collected data and costs of the current situation of the equipment and a proposal to alter the original project, which allowed to calculate and analyze indicators of economic feasibility of the proposed project. The present study found that the implementation of the project for the exchange of the exit mandrel of the dividing line is feasible within a scenario of optimistic and intermediate production, since the economic analysis presented positive and satisfactory indicators in relation to the return of invested capital.

**Keywords:** Economic feasibility. Mandrel exchange project.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de divisão de bobinas.....	11
Figura 2 – Ilustração de modo de inspeção de material na LD .....	11
Figura 3 – Imagem que mostra bobina com problema no bobinamento .....	12
Figura 4 - Imagem que mostra bobinamento corrigido pela LD .....	12
Figura 5 - Vista superior da LD.....	13
Figura 6 - Desenho do mandril instalado atualmente. ....	14
Figura 7 – Diâmetro interno da bobina.....	15
Figura 8 – Determinação gráfica da TIR. ....	21
Figura 8 – Payback do projeto para diferentes demandas de produção.....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelo de Fluxo de Caixa Descontado.....	8
Tabela 2 – Sequência de atividades na troca de mandril.....	16
Tabela 3 – Custos estimados de manutenção para troca do mandril atual .....	16
Tabela 4 – Custos estimados de manutenção para troca do mandril novo .....	17
Tabela 5 – Comparação entre os custos dos projetos de troca de mandril. ....	18
Tabela 6 – Custos estimados de montagem do novo mandril .....	18
Tabela 7 – Avaliação Econômica do projeto de troca de mandril.....	20
Tabela 8 - Valor Presente Líquido (em milhares de reais) em função da taxa Mínima de atratividade.....	21
Tabela 8 – Impacto Econômico por demanda de produção.....	23

## LISTA DE SIGLAS

LTQ	Laminador de Tiras a Quente
LD	Linha Divisora
mm	Milímetros
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
TMA	Taxa Mínima de Retorno

# SUMÁRIO

1	Introdução .....	1
1.1	Objetivo do trabalho .....	2
1.1.1	Objetivos Gerais .....	2
1.1.2	Objetivos Específicos .....	2
1.2	Organização do Trabalho .....	3
2	Referencial Teórico.....	4
2.1	Análise de viabilidade econômica .....	4
2.2	Indicadores Utilizados na análise de Investimentos .....	4
2.2.1	Fluxo de Caixa descontado.....	4
2.2.2	Valor Presente Líquido (VPL).....	5
2.2.3	Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	6
2.2.4	Período de Recuperação do Investimento - Payback .....	6
2.3	Fluxo de caixa.....	8
2.3.1	EBITDA .....	9
2.3.2	Depreciação .....	9
2.3.3	Lucro Tributável.....	9
2.3.4	Imposto de Renda (IR) .....	9
2.3.5	Lucro Líquido .....	10
2.3.6	CAPEX.....	10
2.3.7	Fluxo de Caixa Livre (FCL) .....	10
2.3.8	Fluxo de Caixa Descontado.....	10
2.3.9	Fluxo de Caixa Descontado Acumulado .....	10
3	Análise técnica e econômica do equipamento .....	11
3.1	Descrição do cenário atual.....	11
3.1.1	Descrição da planta.....	11
3.1.2	Situação do projeto atual .....	14
3.1.3	Descrição das dificuldades do projeto atual .....	15
3.1.4	Estudo de troca de mandril .....	15
3.1.5	Perda econômica e produtiva do cenário atual .....	16
3.2	Descrição do cenário proposto .....	17
3.2.1	Descrição do projeto proposto.....	17
3.2.2	Comparação dos custos de troca de mandril entre o projeto atual e projeto proposto .....	17
3.2.3	Custo do projeto proposto .....	18
3.3	Análise De Viabilidade Econômica Do Projeto .....	19
3.3.1	Premissas para a análise .....	19
3.3.2	Análise econômica.....	19
3.3.3	Análise de sensibilidade .....	22
4	Conclusões .....	25

4.1	Sugestões para trabalhos futuros .....	25
5	Referências Bibliográficas .....	26

# 1 INTRODUÇÃO

O setor siderúrgico no Brasil é um dos mais importantes dentro do setor produtivo e econômico, devido ao grande número de produtos que utilizam aço em sua composição. Atualmente o Brasil possui um parque industrial instalado de 48,9 milhões de toneladas por ano de aço bruto e é o maior produtor da América do Sul com 33,9 milhões de toneladas de aço bruto, em 2014, levando o país a ocupar a 9ª posição no ranking da produção mundial (VALOR ECONÔMICO, 2015).

A siderúrgica integrada tratada nesse trabalho é composta por duas unidades com capacidade de produção instalada de 9,5 milhões de toneladas por ano de aço bruto. Tem foco em laminados planos com alto conteúdo tecnológico. Atende mercados de alto valor agregado, como o automotivo, o de máquinas e equipamentos. Atualmente é a única fornecedora de aço para a indústria naval.

A produção é composta por chapas grossas, sincron, tiras a quente, laminados a frio, eletro galvanizados e galvanizados por imersão a quente.

O Laminador de Tiras a Quente (LTQ), com capacidade de produção de 2,3 milhões de toneladas por ano de aço laminado, tem por finalidade transformar uma peça de aço (placa) em laminado (bobina) através de conformação mecânica, que deforma plasticamente o material, resultando em redução de seção transversal e aumento de comprimento e largura.

Após o LTQ existe duas linhas de acabamento, Hot Skin Pass (HSP) e a Linha Divisora (LD), com capacidade de produção de 1,2 milhões de toneladas por ano de aço laminado. Tem por finalidade entre outras coisas, melhorar a propriedade mecânica do material, realizar inspeção e divisão de bobinas, e melhorar a produtividade do LTQ.

Com a crise econômica e a baixa demanda de produção é necessário desenvolver formas criativas de aumentar a eficiência e a produtividade das linhas de produção.

A LD tem como principal função dividir bobinas, permitindo que o LTQ possa produzir bobinas no maior peso possível, melhorando seu rendimento e sua produtividade, sem se preocupar com o peso limite de cliente.

Devido à grande disparidade que existe entre a demanda de aço no mercado mundial e a capacidade de produção de aço instalada no mundo (ACOBRAIL, 2015), as fabricas devem buscar a otimização de seus métodos e reduzir seus custos de operação.

Com isso podem se tornar mais competitivas e também proporcionar que suas plantas tenham a capacidade de produzir os mais diversos tipos de produtos possíveis, e atender o maior número de clientes possíveis.

Porém, com a baixa demanda do mercado, realizar grandes modificações no equipamento para alterar o produto final, torna o custo de produção da linha extremamente elevado, fazendo com que sua atividade seja inviável.

A LD tem como sua operação normal produzir bobinas com diâmetro interno de 762 mm. Porém, conforme solicitação de alguns clientes específicos, algumas vezes é necessário realizar a troca do mandril de saída com o objetivo de produzir bobinas com diâmetro interno de saída de 610 mm.

E é nesse ponto que estará focado esse trabalho. Realizar um estudo de viabilidade econômica do projeto de modificação do equipamento que existe atualmente, para que a fábrica possa produzir outro produto sem realizar grandes gastos e sem perder tempo de preparação. Reduzirá assim seus custos, melhorará a sua produtividade, tornando assim a fábrica mais competitiva em um mercado tão restrito.

## **1.1 OBJETIVO DO TRABALHO**

Tendo em vista a situação econômica do Brasil, que está em grave crise econômica, e mais especificamente a situação da siderurgia brasileira (DCI, 2016), onde a oferta é amplamente superior a demanda de aço no mercado, há a necessidade de se realizar investimentos assertivos e rentáveis que garantam a viabilidade da empresa e retorno rápido.

### **1.1.1 OBJETIVOS GERAIS**

O presente trabalho tem como objetivo geral realizar estudo de viabilidade econômica para a troca de um equipamento que possa reduzir custos e aumentar a produtividade, e ao final, identificar se o investimento tem rápido retorno.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para alcançar o objetivo geral, foram idealizados os seguintes objetivos específicos:

- i. Descrever a situação atual encontrada no equipamento.
- ii. Descrever o projeto proposto para alterar o equipamento existente.

- iii. Descrever os custos e perdas existentes com a situação atual do equipamento e os custos de implantação e possíveis ganhos com o novo projeto.
- iv. Analisar a viabilidade econômico-financeira do projeto.

## **1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

O Capítulo 2 apresenta os conceitos base utilizados na análise econômica do projeto deste trabalho. O Capítulo 3 apresenta a análise da situação atual do equipamento e descrição do projeto proposto para alteração do projeto original, bem como são indicados os custos e perdas com a situação atual do equipamento, o custo de implantação do novo projeto e os custos e possíveis ganhos com o novo projeto. A análise econômica da viabilidade econômica do projeto é também realizada no Capítulo 3. O Capítulo 4 apresenta as conclusões deste trabalho.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA**

A avaliação de projetos de investimentos comumente envolve um conjunto de técnicas que buscam determinar sua viabilidade econômica e financeira. A análise de investimento não compreende somente alternativas entre dois ou mais projetos para que se escolha um, mas também a análise de um único projeto com a finalidade de tomada de decisão se a implantação do investimento é interessante ou não.

O objetivo desta parte do trabalho é apresentar os principais métodos quantitativos utilizados na análise econômica de investimentos. Estes buscam justificar racionalmente as tarefas básicas de tomada de decisões relacionadas às aplicações de capital e seus retornos. Tendo em vista que o tema deste trabalho é análise de viabilidade econômica de uma troca de equipamento, o uso destes métodos de análise constitui a base do trabalho.

Dentre os vários métodos de avaliação utilizados para analisar a viabilidade econômica de um projeto, serão utilizados o período de Payback, Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL). Porém, estes indicadores são calculados para o Fluxo de Caixa do projeto, que é definido a seguir.

### **2.2 INDICADORES UTILIZADOS NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS**

#### **2.2.1 FLUXO DE CAIXA DESCONTADO**

Antes de discutir propriamente os indicadores utilizados na análise de investimentos, é preciso informar que eles, em geral, utilizam o fluxo de caixa descontado como base para a análise. Fluxo de caixa nada mais é que a soma dos custos e benefícios que ocorrem a cada período de tempo considerado.

Fluxo de caixa descontado é o fluxo de caixa (anual, mensal, etc.) trazido para o valor presente (momento da análise) utilizando-se uma taxa de juros adequada, que normalmente é chamada de TMA (Taxa Mínima de Atratividade do projeto).

A TMA é a melhor taxa, com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise. A decisão de investir, sempre terá pelo menos duas alternativas para serem avaliadas: investir no projeto ou investir na TMA.

A formação da TMA passa por uma discussão sobre o retorno requerido pelos investidores/acionistas e pelo retorno requerido pelos financiadores do investimento, bancos, instituições de crédito e fomento, empresas de arrendamento mercantil (leasing) e detentores de títulos de dívida da empresa, como debêntures e outros títulos de dívida de longo prazo. 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, 2008).

### 2.2.2 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

O VPL é resultado da diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período do horizonte de duração do projeto, e o valor presente do investimento. Basicamente, o VPL consiste no cálculo de quanto os futuros pagamentos somados a um custo inicial estariam valendo atualmente.

O método de análise de VPL pressupõe que os fluxos de caixas intermediários sejam reaplicados à taxa de desconto utilizada na avaliação do investimento. Porém, como nesse caso a taxa é definida pela empresa ou investidor, torna-se menos questionável quando comparada a TIR, na qual a taxa de reinvestimento é igual a própria taxa calculada do projeto e não a taxa de desconto mínima aceitável da decisão do investimento.

Conceitualmente o VPL é definido como valor presente das entradas de caixa deduzido do valor presente das saídas de caixa. (CAMPOS, 2009). Matematicamente, o VPL é definido pela equação (1).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \left( \frac{FC_t}{(1 + TMA)^t} \right) \quad (1)$$

Em que:

t = período (anos ou meses)

n = tempo total projeto (anos ou meses)

TMA = taxa mínima de atratividade

FC = fluxo de caixa por período

### 2.2.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A TIR pode ser definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial referente a um projeto. É um índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo, necessitando, para isso, que haja receitas envolvidas, assim como investimentos. É a taxa composta de retorno anual que a empresa obteria se concretizasse o projeto e recebesse as entradas de caixa previstas (GITMAN, 2007). Matematicamente, é o valor da taxa de desconto que anula o VPL.

Para (ABREU FILHO, 2005) o método da TIR é de longe o critério mais controverso. Alguns estudos mostraram que esse critério é extremamente perigoso, podendo levar a conclusões equivocadas.

Conceitualmente a TIR 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). Matematicamente, obter a TIR corresponde a resolver a equação (2).

$$0 = \sum_{t=1}^n \left( \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} \right) \quad (2)$$

Em que:

t = período (anos ou meses)

n = tempo total projeto (anos ou meses)

TIR = taxa interna de retorno

FC = fluxo de caixa por período

### 2.2.4 PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO INVESTIMENTO - PAYBACK

Payback é o período necessário para que o recurso financeiro utilizado no investimento seja recuperado através dos benefícios incrementais líquidos de caixa promovidos pelo investimento. De uma forma mais simples, o período de Payback determina em quanto tempo o investidor de um projeto terá o seu capital de volta e a partir de quanto tempo ele está realmente lucrando com o investimento. Ele corresponde ao prazo necessário para que o valor atual dos reembolsos (retorno de capital) se iguale ao

desembolso com o investimento efetuado, visando à restituição do capital aplicado (REBELATTO, 2004).

O Payback também pode ser visto como um importante indicador do nível de risco de um investimento. Pois, quanto maior for o tempo de retorno do investimento, maior será o risco envolvido na decisão. Por si só não é um indicador de viabilidade, porém, pode ser utilizado como critério para decidir em aceitar ou rejeitar determinado investimento, quando se comparar o período de Payback analisado e o tempo padrão de limite estabelecido.

O PayBack descontado segue o mesmo princípio, mas neste caso 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.

## 2.3 FLUXO DE CAIXA

O Fluxo de Caixa 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. A Tabela 1 apresenta o modelo de Fluxo de Caixa Descontado utilizado neste trabalho.

*Tabela 1 – Modelo de Fluxo de Caixa Descontado.*

<b>Avaliação Econômica</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
<b>EBITDA</b>	<b>R\$mil</b>		
(-) Depreciação	R\$mil		
<b>Lucro Tributável</b>	<b>R\$mil</b>		
(-) IR	R\$mil		
<b>Lucro Líquido</b>	<b>R\$mil</b>		
(+) Depreciação	R\$mil		
(-) Capex	R\$mil		
<b>Fluxo de Caixa Livre</b>	<b>R\$mil</b>		
<b>Fluxo de Caixa Descontado</b>	<b>R\$mil</b>		
<b>FC Descontado Acumulado</b>	<b>R\$mil</b>		
<b>TRR (%/mês)</b>			
<b>IR (%)</b>			
<b>Depreciação (%/mês)</b>			
<b>TIR (%)</b>			
<b>VPL (R\$mil)</b>			
<b>Payback Descontado (Meses)</b>			
<b>TIRM (%)</b>			
<b>Spread TIRM-TRR</b>			
<b>VPI (R\$mil)</b>			
<b>VPL/VPI</b>			
<b>IB/C</b>			

Fonte: O autor

Os componentes principais de uma análise de fluxo de caixa livre são apresentados a seguir:

### 2.3.1 EBITDA

EBITDA (*Earnings before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*) representa o ganho incremental com o projeto ou Lucro antes das despesas financeiras, impostos, depreciação e amortização (LAJIDA). O EBITDA pode ser calculado como

$$EBITDA = R - COF - COV - DVA \quad (3)$$

em que:

R = receitas;

COF = Custos operacionais fixos;

COV = Custos operacionais variáveis;

DVA = Despesas de vendas e administrativas

### 2.3.2 DEPRECIAÇÃO

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 análise de investimentos utiliza-se 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.

### 2.3.3 LUCRO TRIBUTÁVEL

Lucro tributável é a diferença entre EBITDA e Depreciação. O lucro tributável é a base sobre a qual incide o Imposto de Renda (IR).

### 2.3.4 IMPOSTO DE RENDA (IR)

Valor a pagar de Imposto de Renda e Contribuição Social, incidente sobre o lucro tributável. No modelo considerado neste trabalho, utiliza-se a Tributação pelo Lucro Real (o imposto é calculado sobre o lucro apurado pela confrontação das receitas e despesas do exercício). A alíquota considerada neste trabalho é, simplificada, de 34% (9%+15%+10%), sendo seus componentes dados por:

- Contribuição Social sobre o Lucro (CSLL): 9% sobre a base de cálculo
- Imposto de Renda (IR): 15% sobre a base de cálculo

- Imposto de Renda (IR) adicional: 10% sobre parcela de base de cálculo que exceder a R\$240.000,00

### **2.3.5 LUCRO LÍQUIDO**

É calculado pela diferença entre o Lucro Tributável e o Imposto de Renda

### **2.3.6 CAPEX**

*Capital Expenditure* (investimento em bens de capital), é 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. Simplificadamente, representa o Investimento realizado no projeto.

### **2.3.7 FLUXO DE CAIXA LIVRE (FCL)**

O fluxo de caixa livre é o resultado final dos desembolsos de caixa, ou seja

$$FCL = EBITDA - IR - CAPEX \quad (1)$$

É sobre esta linha que serão calculados os indicadores como VPL e TIR do projeto.

### **2.3.8 FLUXO DE CAIXA DESCONTADO**

Calculado nesta etapa como cálculo intermediário do Payback. O somatório de valores desta linha corresponde ao VPL do projeto.

### **2.3.9 FLUXO DE CAIXA DESCONTADO ACUMULADO**

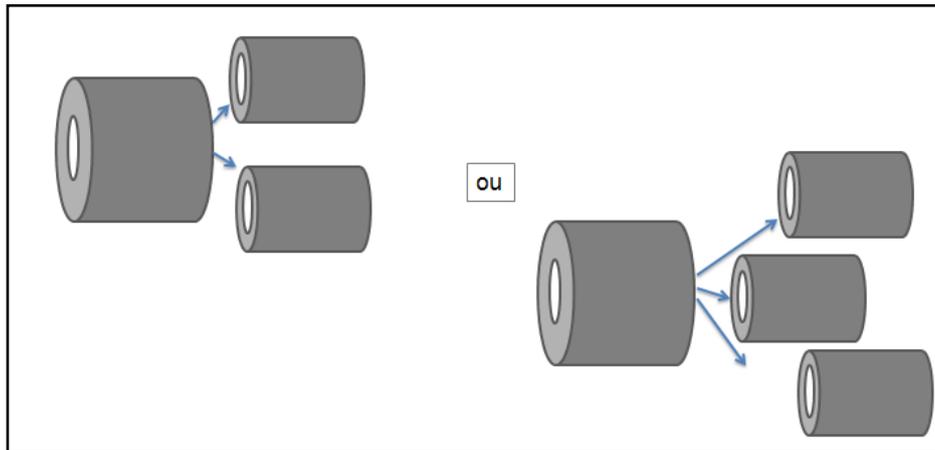
São os valores acumulados dos fluxos (anuais, mensais, etc.) descontados até o período de tempo considerado. O instante de tempo em que este fluxo acumulado passa do valor negativo ao positivo corresponde ao período de Payback descontado do projeto.

### 3 ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DO EQUIPAMENTO

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL

##### 3.1.1 DESCRIÇÃO DA PLANTA

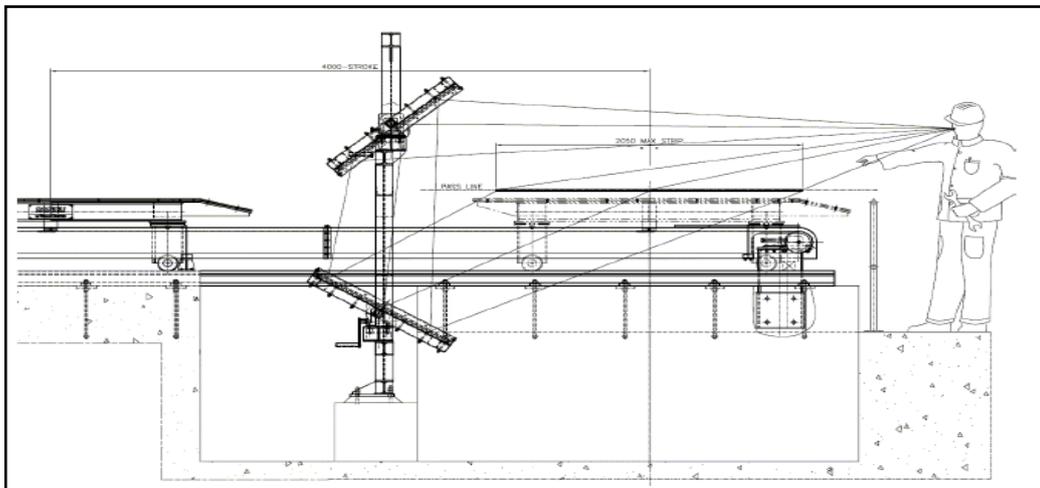
A LD, como o nome já diz, tem como principal função a divisão das bobinas produzidas no LTQ, como ilustrado na Figura 1.



*Figura 1 – Exemplo de divisão de bobinas*

Fonte: O autor

Porém a LD possui outras funções extremamente importantes para o processo de produção de aços planos como inspeção de material e melhora na qualidade de bobinamento. As Figuras 2 a 4 ilustram o processo de inspeção realizado.



*Figura 2 – Ilustração de modo de inspeção de material na LD*

Fonte: Manual de operação de equipamento da Usiminas



*Figura 3 – Imagem que mostra bobina com problema no bobinamento*

Fonte: O autor



*Figura 4 - Imagem que mostra bobinamento corrigido pela LD*

Fonte: O autor

Um dos indicadores que fazem uma linha de laminação melhorar a sua produtividade é o peso médio da matéria prima. Porém, muitas vezes, esse peso é limitado por motivos como o peso limite de cliente e peso limite de linhas posteriores. Para eliminar esse problema existe a LD. O LTQ pode laminar bobinas com o maior peso possível e a LD divide o material conforme a necessidade do cliente. Isso faz com que a produtividade da linha melhore e ocorra a otimização dos consumos, reduzindo diretamente o custo de produção.

A planta LD, ilustrada na Figura 5, pode ser dividida em 8 partes:

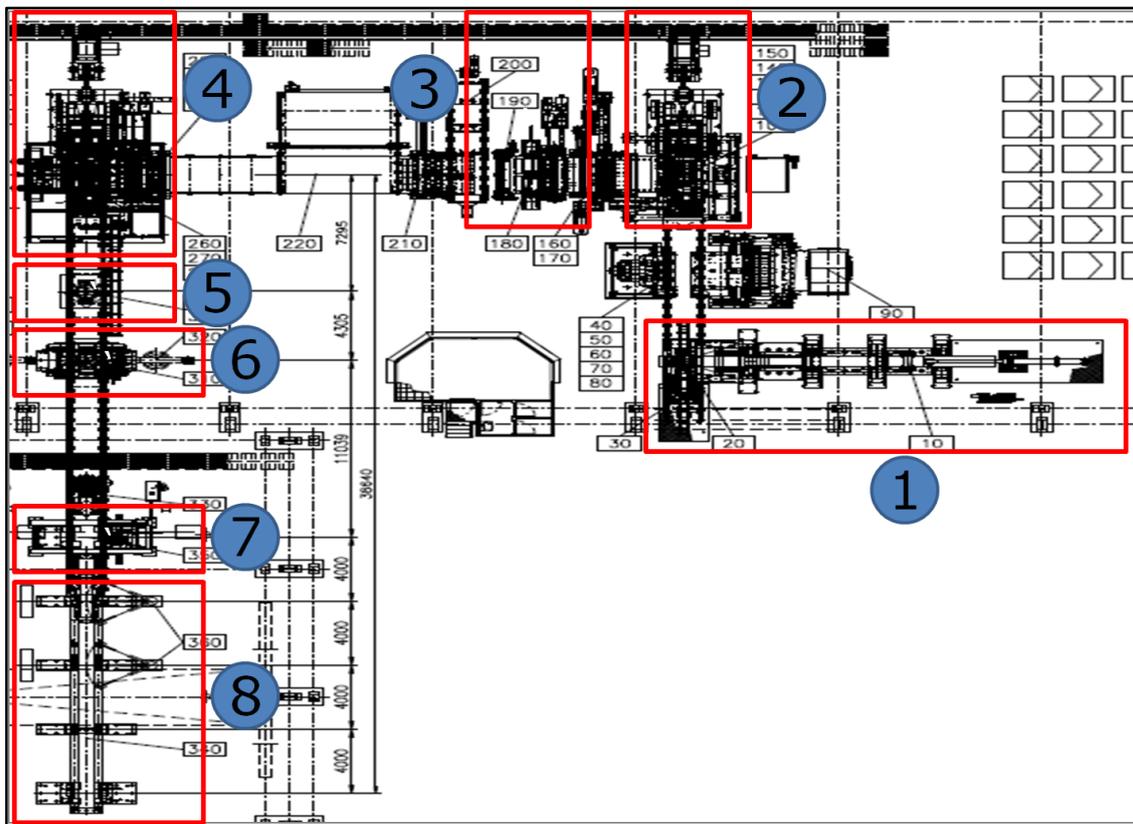


Figura 5 - Vista superior da LD.

Fonte: O autor

### 1) Walking Beam de Entrada

Equipamento onde é carregada a material prima da linha, bobinas produzidas no LTQ. Tem a função de transportar as bobinas entre as selas de transferência, através de movimentos uniformes de elevação/transversal/abaixamento/retorno.

### 2) Desbobinadeira

Equipamento onde a matéria prima é encaixada na LD e posteriormente é desbobinada. A Desbobinadeira recebe a bobina, expande o mandril, segurando a bobina pelo seu diâmetro interno, e depois alimenta o laminador.

Durante processamento normal, o desbobinamento é controlado para manter a tensão programada da tira no laminador.

### 3) Tesoura

Equipamento que realiza o corte da bobina para dividir o material conforme for necessário. Funciona com movimento de baixo para cima, sendo a lâmina superior fixa.

#### 4) Bobinadeira

Equipamento onde o material é bobinado. A bobinadeira recebe e prende a bobina na fenda do prendedor, que vai expandir segurando firmemente a ponta da bobina. A bobinadeira promove uma tensão ao material durante o processamento.

#### 5) Balança

Equipamento onde a bobina é pesada.

#### 6) Marcadora

Equipamento que marca a bobina com uma numeração.

#### 7) Cintadeira

Equipamento que embala a bobina automaticamente. Com acionamento pneumático faz o cintamento circunferencial automático da bobina. É capaz de aplicar de uma a cinco fitas.

#### 8) Walking Beam de Saída.

Equipamento responsável por retirar a bobina processada na LD para a área de estocagem de produtos produzidos.

### 3.1.2 SITUAÇÃO DO PROJETO ATUAL

O projeto que vamos analisar neste trabalho tem como objetivo alterar o projeto atual da bobinadeira (ilustrado na Figura 6). Mais especificamente, alterar o projeto do mandril da bobinadeira.

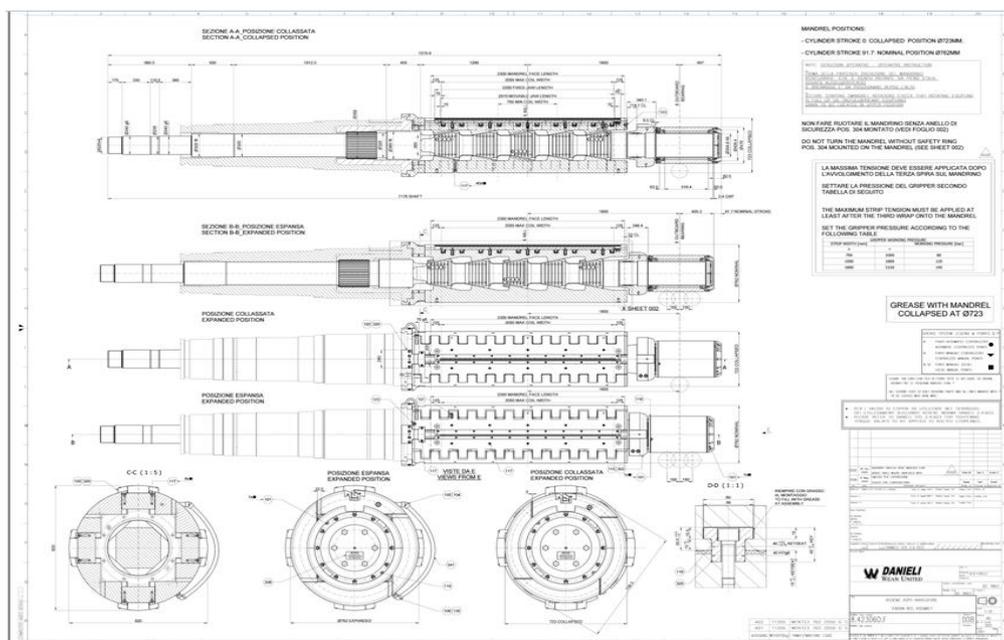


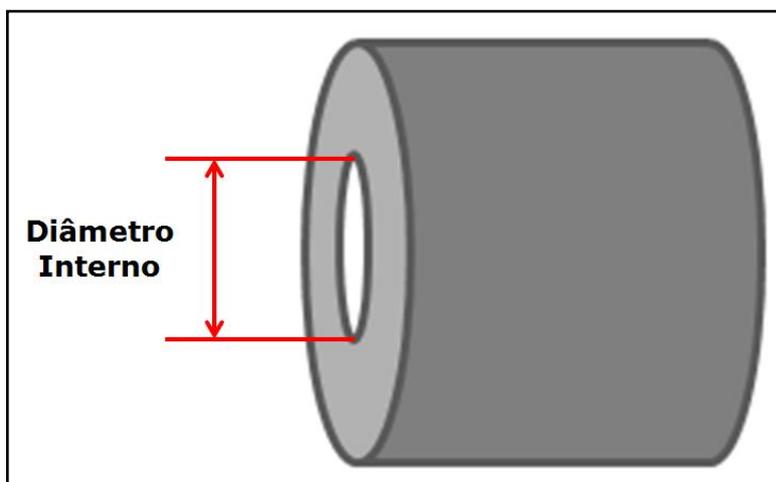
Figura 6 - Desenho do mandril instalado atualmente.

Fonte: Manual de operação de equipamento da Usiminas

O Mandril recebe e prende a ponta da bobina para que a mesma possa ser processada na LD. Durante o processamento promove tensão ao material juntamente com a desbobinadeira.

### 3.1.3 DESCRIÇÃO DAS DIFICULDADES DO PROJETO ATUAL

No projeto atual, o mandril da bobinadeira instalado na LD, só tem condição de produzir bobinas com 762 mm de diâmetro interno.



*Figura 7 – Diâmetro interno da bobina.*

Fonte: O autor

Porém existe a demanda de produção de bobinas com diâmetro interno de 610 mm. Para que a LD possa produzir bobinas com diâmetro interno de 610 mm é necessário realizar a troca de todo o mandril.

### 3.1.4 ESTUDO DE TROCA DE MANDRIL

A troca de mandril demora 48 horas para ser realizada e necessita de uma equipe de manutenção com 7 pessoas, sendo 6 mecânicos e 1 soldador.

Acompanhando a troca de mandril foi possível verificar a seguinte sequência de atividades necessária, que estão listadas na Tabela 2.

Em resumo, o setup do equipamento para se alterar o produto final é extremamente demorado e caro. Pois é necessário retirar completamente o mandril, que está preso ao motor do equipamento.

Acompanhando as atividades da equipe de manutenção é possível identificar que mesmo aumentando a quantidade de mão de obra, não ocorre a redução do tempo de atividade da manutenção. Pois, na sequência de atividades necessárias para a troca de mandril, é necessário finalizar uma tarefa para que a próxima tarefa possa ser iniciada.

*Tabela 2 – Sequência de atividades na troca de mandril.*

1. Realizar impedimento de equipamentos;
2. Retirar proteção do mandril, lado motor;
3. Retirar os rolos do carro de saída;
4. Retirar porca, flange, cilindro e conexões - lado motor;
5. Inserir dispositivo no carro de saída;
6. Inserir anel no mandril (dispositivo) / soltar chavetas do mandril;
7. Alinhar mandril no dispositivo e travar macacos;
8. Retirar mandril (610) do equipamento;
9. Retirar mandril (610) do dispositivo;
10. Inserir mandril (762) no dispositivo;
11. Inserir mandril (762) no equipamento;
12. Inserir porca (lado motor);
13. Inserir chavetas e conexões no mandril;
14. Inserir flange, conexões e proteção - lado motor;
15. Retirar anel do mandril (dispositivo);
16. Retirar dispositivo do carro de saída;
17. Retirar as bases provisórias do carro de saída;
18. Inserir os rolos de apoio no carro de saída.

Fonte: O autor

### **3.1.5 PERDA ECONÔMICA E PRODUTIVA DO CENÁRIO ATUAL**

A troca de mandril demanda custos com manutenção em forma de mão de obra. A Tabela 3 mostra a estimativa destes custos.

*Tabela 3 – Custos estimados de manutenção para troca do mandril atual*

Horas de parada: 48 horas
Hh de Manutenção: 336 (7 pessoas durante 48 horas, sendo 6 mecânicos e 1 soldador)
R\$/Hh de Manutenção: R\$ 45,00
Custo de Manutenção: R\$15.120,00

Fonte: O autor

Devido às horas em que a LD fica indisponível devido à troca de mandril, a produção da fábrica é afetada em 3.500 toneladas por troca. Isso gera um impacto

econômico de aproximadamente R\$ 1.220.930,23. Com isso, a estimativa do impacto econômico total na linha é de R\$ 1.236.050,23 (R\$ 15.120,00 + R\$ 1.220.930,23).

Como não há cobrança de extra no preço em função de alteração de diâmetro interno de 762 e 610 milímetros, estes custos representam perdas para a empresa.

## **3.2 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO PROPOSTO**

### **3.2.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO PROPOSTO**

Com o novo projeto de mandril, o tempo de setup a fim de se produzir bobinas com diâmetro interno de 610 milímetros seria de 12 horas, sendo necessário apenas 2 mecânicos. Neste cenário seriam feitos apenas pequenos ajustes no mandril, não sendo mais necessário realizar a substituição de toda a peça como é feito atualmente.

Com o novo projeto de mandril, a troca demandaria custo com manutenção como indicado na Tabela 4.

*Tabela 4 – Custos estimados de manutenção para troca do mandril novo*

Horas de parada: 12 hs
Hh de Manutenção: 24 (2 pessoas durante 12 hs, sendo 2 mecânicos)
R\$/Hh de Manutenção: R\$ 45,00
Custo de Manutenção: R\$ 1.080,00

Fonte: O autor

Devido às horas em que a LD fica indisponível devido à troca de mandril, a produção da fábrica seria afetada em 870 toneladas por troca. Isso gera um impacto econômico de aproximadamente R\$ 305.232,56. Com isso, a estimativa do impacto econômico total na linha é de R\$ 306.312,56 (R\$ 1.080,00 + R\$ 305.232,56).

### **3.2.2 COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DE TROCA DE MANDRIL ENTRE O PROJETO ATUAL E PROJETO PROPOSTO**

Com o novo projeto do mandril a fábrica deixaria de perder R\$ 929.737,67 por troca de mandril, como indica a Tabela 5.

*Tabela 5 – Comparação entre os custos dos projetos de troca de mandril.*

Cenário Atual			
Custo com Mão de Obra	R\$	15.120,00	
Impacto econômico devido linha parada	R\$	1.220.930,23	
Custo total da troca de mandril	R\$	1.236.050,23	
Cenário Proposto		Redução	
Custo com Mão de Obra	R\$	1.080,00	93%
Impacto econômico devido linha parada	R\$	305.232,56	75%
Custo total da troca de mandril	R\$	306.312,56	75%
Diferença	R\$	929.737,67	

Fonte: O autor

### 3.2.3 CUSTO DO PROJETO PROPOSTO

O novo mandril tem um custo estimado de compra de R\$ 300.000,00. A montagem do novo mandril também demanda custo com manutenção, como indicado na Tabela 6.

*Tabela 6 – Custos estimados de montagem do novo mandril*

Horas de parada: 24 hs
Hh de Manutenção: 168 (7 pessoas durante 24 hs (6 mecânicos/1 soldador))
R\$/Hh de Manutenção: R\$45,00
Custo Hh: R\$7.560,00 (6 pessoas x 24 hs x R\$45,00/h)

Fonte: O autor

Devido às horas em que a LD ficara indisponível para a montagem do novo mandril, a produção da fábrica é afetada em 1.740 toneladas. Isso gera um impacto econômico de aproximadamente R\$ 610.465,12, o que corresponde a um impacto econômico total na linha de R\$ 918.025,12 (R\$ 300.000,00 + R\$ 7.560,00 + R\$ 610.465,12).

### **3.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO**

Esta sessão tem como objetivo mostrar como foi realizada a análise econômica do projeto proposto. Mostrando as premissas e métodos utilizados, juntamente com os resultados encontrados.

#### **3.3.1 PREMISSAS PARA A ANÁLISE**

Para se realizar análise de viabilidade econômica deste projeto foi necessário definir premissas que seriam utilizadas no estudo como:

##### **3.3.1.1 TMA**

Para este estudo foi definido que a TMA necessária para se verificar a viabilidade do projeto é igual a 10% ao ano. O equivalente a 0,7974% ao mês.

##### **3.3.1.2 Período**

Para este estudo foi definido que o prazo de análise será de 12 meses. Considerando-se que a economia nacional está extremamente frágil para se realizar investimentos e que o investimento em estudo neste trabalho não tem alto valor inicial, estipulou-se que 12 meses é o prazo máximo de retorno do capital investido para que o projeto possa ser definido como viável.

##### **3.3.1.3 Depreciação**

Para este estudo foi definido que a taxa de depreciação do equipamento em análise será de 10% ao ano. O equivalente a 0,8% ao mês.

##### **3.3.1.4 Periodicidade de troca**

Verificando o histórico da planta em análise, foi verificado que ocorrem em média 4 trocas de mandril por ano, para que se possa produzir material com diâmetro interno de 610 mm devido à baixa demanda deste tipo de produto. Então, para esta análise econômica foi definido que as trocas de mandril serão trimestrais.

#### **3.3.2 ANÁLISE ECONÔMICA**

Seguindo as premissas indicadas foi realizada a análise econômica da implantação do projeto do novo mandril, que é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Avaliação Econômica do projeto de troca de mandril.

		Start-up													
Avaliação Econômica		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL
<b>(1) Redução de perda por troca</b>	R\$	0	0	929.738	0	0	929.738	0	0	929.738	0	0	929.738	0	<b>3.718.951</b>
Custo com mão de obra	R\$	0	0	14.040	0	0	14.040	0	0	14.040	0	0	14.040	0	56.160
Impacto econômico devido linha parada	R\$	0	0	915.698	0	0	915.698	0	0	915.698	0	0	915.698	0	3.662.791
<b>(2) Custo de montagem Inicial</b>	R\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>(1) - (2) EBITDA</b>	R\$	0	0	929.738	0	0	929.738	0	0	929.738	0	0	929.738	0	<b>3.718.951</b>
<b>EBITDA</b>	R\$mil	0	0	930	0	0	930	0	0	930	0	0	930	0	<b>3.719</b>
(-) Depreciação	R\$mil	0	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-92
<b>Lucro Tributável</b>	R\$mil	0	-8	922	-8	-8	922	-8	-8	922	-8	-8	922	-8	<b>3.627</b>
(-) IR	R\$mil	0	0	-314	0	0	-314	0	0	-314	0	0	-314	0	-1.254
<b>Lucro Líquido</b>	R\$mil	0	-8	609	-8	-8	609	-8	-8	609	-8	-8	609	-8	<b>2.373</b>
(+) Depreciação	R\$mil	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	92
(-) Capex	R\$mil	-918													-918
<b>Fluxo de Caixa Livre</b>	R\$mil	-918	0	616	0	0	616	0	0	616	0	0	616	0	<b>1.547</b>
<b>Fluxo de Caixa Descontado</b>	R\$mil	-918	0	607	0	0	592	0	0	578	0	0	565	0	1.424
<b>FC Descontado Acumulado</b>	R\$mil	-918	-918	-312	-312	-312	281	281	281	859	859	859	1.424	1.424	-
<b>TRR (%/mês)</b>		<b>0,797%</b>													
<b>IR (%)</b>		<b>34%</b>													
<b>Depreciação (%/mês)</b>		<b>0,8%</b>													
<b>TIR (%)</b>		<b>19,5%</b>													
<b>VPL (R\$mil)</b>		<b>1.424</b>													
<b>Payback Descontado (Meses)</b>		<b>4,5</b>													

Fonte: O autor

Considerando o investimento inicial e que trimestralmente a planta terá a troca de mandril com redução de custo, devido à implantação do novo modelo de mandril. É possível encontrar, analisar e discutir os indicadores de análise econômica.

### 3.3.2.1 Payback

Analisando os dados obtidos através da análise econômica do período de 12 meses é possível verificar que o período de retorno do capital investido é igual à 4,5 meses. O Payback encontrado na análise é compatível com a premissa inicial do trabalho. Sendo assim, se considerando somente o indicador de análise Payback, o investimento é viável e tem um tempo de retorno do capital investido inferior ao prazo máximo que foi definido como premissa para a análise.

### 3.3.2.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL obtido através da análise econômica do período de 12 meses foi de R\$ 1.424.000. Sendo assim, se considerando somente o VPL como indicador de análise, o investimento é viável

### 3.3.2.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Uma das formas de determinar a TIR graficamente é realizar o cálculo do VPL para diferentes taxas TMA e determinar a taxa TMA para a qual o VPL é nulo. A Tabela 8 mostra os diferentes VPL's calculados para taxas que variam de 2% a 30% a.m.

Tabela 8 - Valor Presente Líquido (em milhares de reais) em função da taxa Mínima de atratividade.

Valor Presente Líquido (VPL)	
taxa (a.m.)	VPL
2%	R\$ 1.254,00
4%	R\$ 1.009,00
6%	R\$ 802,00
8%	R\$ 627,00
10%	R\$ 477,00
12%	R\$ 349,00
14%	R\$ 238,00
16%	R\$ 142,00
18%	R\$ 58,00
20%	-R\$ 16,00
22%	-R\$ 81,00
24%	-R\$ 139,00
26%	-R\$ 190,00
28%	-R\$ 236,00
30%	-R\$ 277,00

Fonte: O autor

A Figura 8 apresenta os dados da Tabela 8, para uma interpretação visual da TIR.

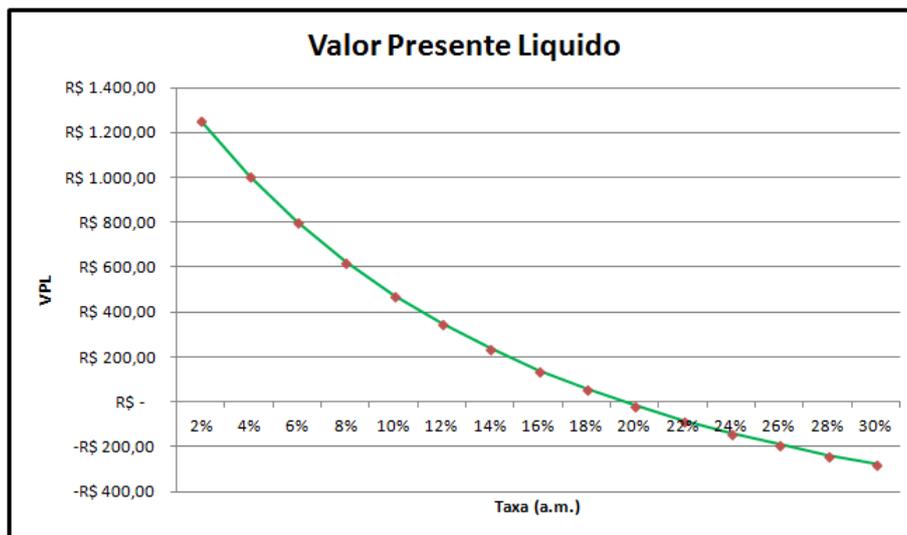


Figura 8 – Determinação gráfica da TIR.

Fonte: O autor

Observando o gráfico é possível identificar que o projeto possui VPL positivo quando usadas taxas de até aproximadamente 20% ao mês. Precisamente, a curva

intercepta o eixo horizontal no ponto onde a taxa é igual a 19,5% ao mês, conceitualmente a TIR, que torna o VPL igual a zero. Para taxas superiores à TIR, o VPL assume valores negativos, indicando que o negócio deixa de ser atraente.

Assim, analisando os dados obtidos através da análise econômica do período de 12 meses é possível verificar que a TIR do investimento é de 19,5% ao mês. Um rendimento atraente se comparado às aplicações disponíveis no mercado. Sendo assim, se considerando somente a TIR como indicador de análise, o investimento é viável e tem um retorno superior a TMA definida como premissa para a análise do projeto que é igual a 10% ao ano, o equivalente a 0,8% ao mês.

### **3.3.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE**

Conhecendo a grande disparidade que existe entre a demanda de aço no mercado mundial e a capacidade de produção de aço instalada no mundo se faz necessário realizar uma análise de sensibilidade das informações até aqui dispostas, afim de se avaliar se o projeto é viável com redução da demanda de produção.

Por isso, nesta sessão, é feita a análise de sensibilidade do Payback em relação a demanda de produção da planta. Em outras palavras, o que se pretende mostrar agora é se o projeto é viável e em qual período ocorre o retorno do capital investido mediante a variação da demanda de produção da planta.

Para se realizar a análise de sensibilidade é importante saber que, conforme ocorre redução da demanda de produção, também se reduz a interferência de uma parada de linha no seu tempo efetivo de produção. Assim, conforme a demanda de produção da planta é reduzida, o impacto econômico devido à linha estar parada também diminui. A Tabela 9 mostra uma estimativa do impacto econômico para diferentes demandas de produção.

Tabela 9 – Impacto Econômico por demanda de produção.

Diferença de impacto econômico devida linha parada por demanda de produção	
Demanda	Impacto econômico
100%	R\$ 915.697,67
60%	R\$ 915.697,67
40%	R\$ 508.720,93
20%	R\$ 101.744,19

Fonte: O autor

A Tabela 9 apresenta variações de demanda de produção da planta com relação a sua capacidade de produção instalada: 100%, 60%, 40% e 20%. A Figura 9 apresenta o impacto destas variações no Payback descontado do projeto.

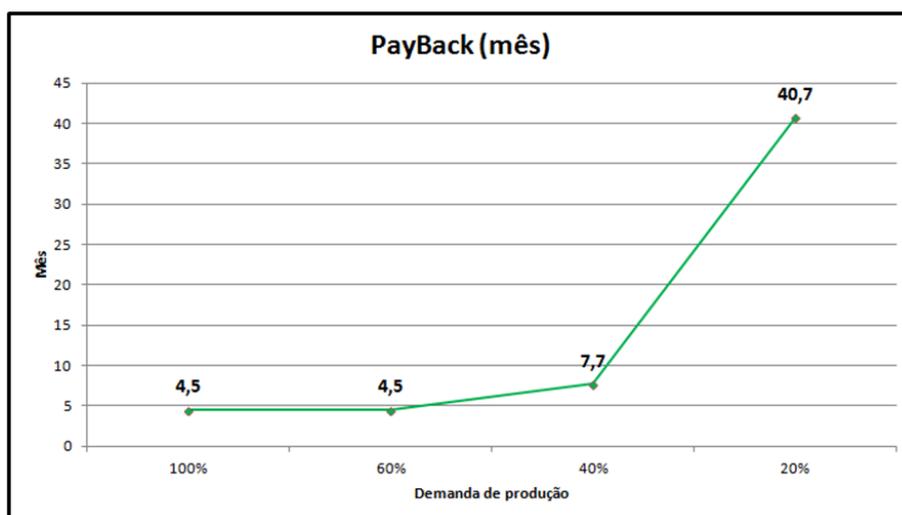


Figura 9 – Payback do projeto para diferentes demandas de produção.

Fonte: O autor

Analisando os dados encontrados é possível perceber que a implantação do projeto é viável, dentro das premissas citadas anteriormente, se houver demanda de produção próxima ou superiores a 40% da capacidade da planta.

Isso ocorre pois, conforme a demanda de produção reduz, o tempo de parada necessário para se realizar a troca do mandril interfere cada vez menos na necessidade de produção da planta. Com isso, o ganho por troca, que ocorre devido às melhorias do projeto proposto, reduz. Tornando o tempo de retorno do capital investido cada vez maior.

Como uma das premissas citadas no trabalho é de que o Payback seja inferior a 12 meses, considerando a faixa de demanda considerada, caso a demanda de produção da planta seja inferior a 40% da capacidade instalada, o projeto do novo mandril não é viável.

## **4 CONCLUSÕES**

O presente trabalho discorreu sobre um assunto relevante para toda empresa que tem a intenção de realizar investimento. Dada à necessidade cada vez maior de se realizar investimentos assertivos e rentáveis, faz-se extremamente necessária a elaboração de análises financeiras com o objetivo de fornecer dados e informações que possam direcionar e embasar o processo de tomada de decisão quanto a investimentos de melhorias ou de compra de novos equipamentos.

Com base nos dados encontrados no trabalho é possível identificar que a análise de viabilidade se mostrou favorável ao investimento na troca do mandril em todos os indicadores (Payback descontado, VPL e TIR), partindo-se das premissas adotadas para o projeto.

Com isso podemos concluir que o investimento no projeto do novo mandril para a LD é viável em um horizonte de 12 meses se a previsão de demanda de produção for igual ou superior a 40% da capacidade instalada do equipamento, implicando em um Payback máximo de 7,7 meses.

### **4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

O projeto apresentado mostrou-se viável, mesmo para uma grande variação negativa na demanda, sendo esta variável aquela considerada “incerta” na análise. Assim, uma simulação de Monte Carlo poderia ser realizada para avaliar o efeito de uma variação probabilística na demanda, bem como nas estimativas do tempo necessário de troca do novo mandril (custos de manutenção), e avaliar como as duas variáveis combinadas afetariam a viabilidade do projeto proposto.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU FILHO, J. C. F. D., SOUZA, C. P., GONÇALVES, D. A., & CURY, M. V. (2005). Finanças corporativas. Rio de Janeiro: FGV.

Galvão, Alexandre, Aureliano Angel Bressan, and Breno De Campos. Finanças corporativas: teoria e prática empresarial no Brasil. Elsevier, 2008.

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

GITMAN, Lawrence, and Carl McDaniel. The future of business: the essentials. Cengage Learning, 2007.

REBELATTO, Daisy. Projeto de investimento. Editora Manole Ltda, 2004.

Valor Econômico, Produção global de aço cresce 1,2% no mundo e cai 0,7% no Brasil. Disponível em : <<http://www.valor.com.br/empresas/3873604/producao-global-de-aco-cresce-12-no-mundo-e-cai-07-no-brasil.html>> Acesso em: 20 de Julho de 2016.

Instituto Aço Brasil, Aço Brasil Informa. Disponível em: <[http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/Aco\\_Brasil\\_Informa\\_Abr15\\_novo.pdf](http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/Aco_Brasil_Informa_Abr15_novo.pdf)> Acesso em: 22 de Julho de 2016.

DCI, Indústria do aço do Brasil piora estimativas para 2016 e vê recuperação difícil em 2017. Disponível em: <<http://www.dci.com.br/industria/industria-do-aco-do-brasil-piora-estimativas-para-2016-e-ve-recuperacao-dificil-em-2017-id553680.html>> Acesso em: 29 de Julho de 2016.