

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

DANIEL DA SILVA COSTA

Análise de viabilidade de projeto de implantação de um sistema de resfriamento forçado em
uma usina siderúrgica

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 de projeto de implantação de um sistema de
resfriamento forçado em uma usina siderúrgica

por

Daniel da Silva Costa

Monografia de Final de Curso
(022434)

Prof. Dr. Anderson Laécio Galindo Trindade
Orientador

BELO HORIZONTE

2016

DANIEL DA SILVA COSTA

ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
RESFRIAMENTO FORÇADO EM UMA USINA SIDERÚRGICA

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 obtenção do grau de Especialista em Otimização de Sistemas.

Área de concentração: Gestão Industrial

Orientador: Prof. Dr. Anderson Laécio Galindo Trindade

BELO HORIZONTE

2016

© 2016, Daniel da Silva Costa.
Todos os direitos reservados

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do ICEx - UFMG

Costa, Daniel da Silva.

C 837a Análise de viabilidade de projeto de implantação de um sistema de resfriamento forçado em uma usina siderúrgica. / Daniel da Silva Costa. – Belo Horizonte, 2016.
xi, 39 f.: il.; 29 cm.

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

Orientador: Anderson Laércio Galindo Trindade

1. Computação. 2. Otimização combinatória. 3. Viabilidade econômica. 4. Resfriamento. 5. Siderurgia. I. Orientador. II. Título.

CDU 519.6*61 (043)




UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

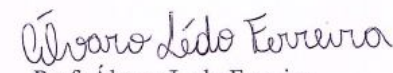
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS: ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
GESTÃO INDUSTRIAL

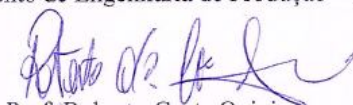
ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
RESFRIAMENTO FORÇADO EM UMA USINA SIDERÚRGICA

Daniel da Silva Costa

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

A DEUS pelo milagre da vida e por proporcionar uma família amorosa e grandes amigos.

Agradeço ao orientador deste trabalho, Prof. Dr. Anderson Laécio Galindo Trindade, pela grande atenção e paciência dedicada durante esta trajetória.

À minha esposa Maria Bernardete, pelo amor, admiração e gratidão por sua compreensão e incansável apoio ao longo do período de estudo e de elaboração deste trabalho.

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

A empresa USIMINAS, aos Gerentes Gileno Antônio de Oliveira e Márcio Antônio da Silva pela oportunidade de crescimento intelectual e total apoio durante o curso.

Aos amigos de trabalho, Dr. Angelo Varandas Junior e Michelle Santana Alves Guirlanda Ferrari pela colaboração e disponibilidade em sempre ajudar o próximo.

RESUMO

O setor de aço no Brasil está enfrentando a sua pior crise da história por fatores conjunturais e estruturais. Em momentos de crise exigiu-se que se desenvolvesse um maior aprendizado, o uso de criatividade sem limites e a capacitação técnica em diversos setores. De modo que é imprescindível colocar em prática os planos opcionais para atingir um crescimento da produtividade, a partir das buscas por redução de custos, aperfeiçoamento dos processos produtivos e operacionais que tragam as melhorias da qualidade dos produtos com o menor custo de produção.

Neste contexto, este trabalho buscou avaliar a viabilidade econômica para implantação do sistema de resfriamento forçado de placas da área de condicionamento de placas de uma usina siderúrgica. O projeto busca melhoria da performance do resfriamento de placas atual para a eliminação dos custos adicionais com movimentação de placas para outros locais de resfriamento. O resultado indica a viabilidade das modificações propostas.

Palavras-Chaves: Otimização, Resfriamento de Placas, Melhoria de Processos.

ABSTRACT

The steel sector in Brazil is facing its worst crisis in history due to conjunctural and structural factors. Times of crisis require the use of creativity without limits, and technical training in various sectors. Therefore, it is essential to put into practice the optional plans to achieve productivity growth, from the search for cost reduction, improvement of production and operational processes that bring improvements in product quality with the lowest cost of production.

In this context, this work sought to evaluate the economic viability for the implementation of the forced cooling system of slabs from the plate-conditioning area of a steel mill. The project seeks to improve the performance of current plate cooling to eliminate the additional costs of moving plates to other cooling sites. The conclusion indicates the economic feasibility of the proposed changes.

Keywords: Optimization, Slabs Cooling, Process Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fluxo simplificado do processo	15
Figura 2 Modelo de fluxo de caixa	22
Figura 3 Leito de resfriamento de placas 2	26
Figura 4 Leito de resfriamento de placas 2.	26
Figura 5 Leito de resfriamento de placas 1.	27
Figura 6 Leito de resfriamento de placas 3	27
Figura 7 Layout do acondicionamento de placas 1.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Histórico da produção do acondicionamento de placas.....	24
Tabela 2 Critérios para resfriamento de placas.	25
Tabela 3 Custos operacionais do acondicionamento de placas 1.	30
Tabela 4 Custos operacionais do acondicionamento de placas 2.	31
Tabela 5 Custos operacionais projetado.....	34
Tabela 6 Detalhes do Capex.	36
Tabela 7 - Fluxo de caixa e avaliação econômica do projeto.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização do problema.....	12
1.2	Objetivo	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	História do aço	14
2.2	Importância	14
2.3	Etapas da produção Siderúrgica	15
2.3.1	Áreas primárias	15
2.3.2	Redução	16
2.3.3	Aciaria	16
2.3.4	Laminação.....	17
2.4	Mercado siderúrgico.....	17
2.5	Investimentos de um projeto.....	18
2.6	O que é Capex.....	19
2.7	Métodos para análise de viabilidade econômica de um projeto	19
2.7.1	Método do Payback.....	20
2.7.2	Método do Valor Presente Líquido – VPL.....	20
2.7.3	Método da Taxa Interna de Retorno – TIR.....	21
3	DETALHAMENTO DO PROJETO	22
3.1	Fluxo de caixa descontado.....	22
3.2	Descrição do cenário atual.....	24
3.3	Restrição do processo.....	25
3.4	Descrição do cenário proposto.....	28
3.5	Custo operacional atual	29
3.5.1	Custo operacional do Acondicionamento de placas 1	29
3.5.2	Custo operacional do Acondicionamento de placas 2.....	31
3.6	Detalhamento do projeto Proposto.....	32
3.6.1	Escopo resumido	32
3.6.2	Cronograma de Implementação do Projeto	33
3.6.3	Custo operacional do projeto proposto.....	33
3.7	Benefícios Estimados	35

3.7.1	Premissa para o cálculo do benefício	35
3.8	Investimento do projeto - Capex.....	36
3.9	Fluxo de caixa resultante e avaliação econômica	36
4	CONCLUSÕES	38
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do problema

O processo de acondicionamento de placas de uma usina siderúrgica consiste no ato de armazenar, resfriar, escarfar e inspecionar as placas produzidas pelo processo anterior chamado de lingotamento contínuo.

O pátio de condicionamento de placas é a área onde as placas produzidas são inspecionadas e, quando necessário, ajustadas para atender aos requisitos dos clientes. (BERGER, 2007).

Quando as placas lingotadas saem do veio seguem para o próximo processo denominado acondicionamento de placas, elas recebem sua identificação através da máquina de identificação e através das pontes rolantes, são alocadas no pátio de placas. O direcionamento do armazenamento no pátio dependerá de fatores como, por exemplo, seu estado físico, sua temperatura e condições para não sucateamento.

A armazenagem de produto siderúrgico merece grande atenção não só por ser uma área de grande capacidade de inovação e melhoria de seus processos, mas por ser colaboradora com uma boa fatia dos custos logísticos das empresas (SOARES et al., 2012).

Para as placas que necessitam passar pela avaliação final de qualidade é necessário que as placas estejam com temperatura superficial de no máximo 50°C.

A usina siderúrgica dispõe de dois lugares para o resfriamento de placas. Os leitos de resfriamento 1 e 2 localizam-se na área do acondicionamento de placas 1 já leito de resfriamento 3 localiza-se área do acondicionamento de placas 2. Essas duas áreas são separadas fisicamente por uma distância de aproximadamente 6 quilômetros de trajeto ferroviário de ida e volta.

Os leitos de resfriamento 1 e 2 do acondicionamento de placas 1, não possuem recursos para obter um resfriamento forçado e acelerado de forma eficiente. Em sequenciamento de processos a prioridade para destinação das placas para avaliação deveria ser essa área. Porém, o tempo de resfriamento é muito grande e a produção de placas é contínua, criando assim uma restrição do processo do acondicionamento.

Para atenuar o problema da ineficiência do resfriamento, direciona-se o excedente dessas placas para a segunda área de resfriamento.

Neste contexto, a usina siderúrgica tem sua operação e movimentação de placas com um custo adicional não necessário e como solução para retirada da restrição iremos avaliar a viabilidade da implantação do sistema de resfriamento forçado nos leitos de resfriamento 1 e 2 da área de acondicionamento de placas 1.

1.2 Objetivo

O trabalho tem como objetivo avaliarmos a viabilidade econômica da implantação do sistema de resfriamento forçado nos leitos de resfriamento de placas 1 e 2 da área operacional do acondicionamento de placas 1. Com o objetivo de reduzir/eliminar a necessidade de manter operacionalmente a área do acondicionamento de placas 2.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 História do aço

O homem teve os primeiros contatos com o metal ferro, a partir dos meteoritos. Aproximadamente um terço dos meteoritos que atingem a superfície da Terra é de ferro, possibilitando desde os tempos remotos sua utilização pelo homem na fabricação de ferramentas, adornos e armas (MOURÃO, 2007).

Há cerca de 4.500 anos, o Ferro metálico usado pelo homem era encontrado em sua forma natural em meteoritos recolhidos pelas tribos nômades nos desertos da Ásia Menor. O uso do Ferro nesse período sempre foi algo acidental, esse fenômeno, hoje, é facilmente explicável: o calor da fogueira havia derretido e quebrado as pedras, assim acontecia quando pedras de minério de Ferro usadas para proteger uma fogueira, depois de aquecidas, se transformaram em bolinhas brilhantes [...]. Aos poucos, o Ferro passou a ser usado mais frequentemente, a partir do momento em que se descobriu como extraí-lo de seu minério. A exploração regular de jazidas começou em torno de 1.500 a.C., provavelmente no Oriente Médio (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2016).

Os séculos XVIII e XIX foram conceituados como “Revolução Industrial”, onde surgiu uma série de invenções técnicas que modificaram as condições de produção em diversos setores da indústria. Segundo Mourão (2007), na indústria metalúrgica, Darby substituiu o carvão vegetal pelo carvão mineral no tratamento do Ferro. Corty desenvolveu em 1784 um processo chamado “puddlage” (fabricação do aço submetendo-se o Ferro fundido à ação do Oxigênio), por meio da manipulação manual com bastões, onde transformava o Ferro líquido em aço. Até 1856 o processo era lento e pouco produtivo, Henry Bessemer, desenvolveu o processo de sopro de ar no Ferro líquido, onde deu início a idade do aço. Esse processo foi aperfeiçoado pelo alemão Siemens e pelo francês Pierre Martin que desenvolveram o processo Siemens-Martin. Em 1949 o processo de sopro de Oxigênio (BOF sigla do inglês Basic Oxygen Furnace) tornaram-se cada vez mais eficazes. Todos estes processos usavam o minério de Ferro reduzido pelo carvão mineral (coque) ou o carvão vegetal.

2.2 Importância

O aço é muito importante nos dias atuais, pois está presente em nossa vida a todo o momento, desde objetos mais simples como talheres, panelas, pregos, parafusos, aos mais

complexos como máquinas, automóveis e aviões, fazendo com que a humanidade possa ter sua vida facilitada e muitas vezes mais segura. Assim notamos que imaginar o mundo nos dias atuais sem aço seria impossível (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2009).

2.3 Etapas da produção Siderúrgica

O processo de fabricação do aço é dividido em quatro etapas: preparação da carga, redução, refino e laminações. O aço é produzido a partir do minério de ferro, carvão e cal.

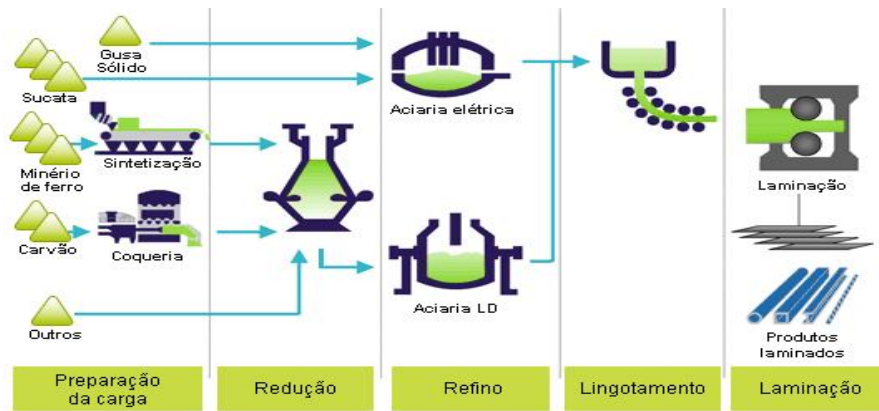


Figura 1 Fluxo simplificado do processo

Fonte: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/processo.html>

2.3.1 Áreas primárias

A primeira etapa do processo consiste na preparação das matérias primas, onde ocorre a transformação do minério de ferro em Sínter e o carvão mineral em Coque. Esta transformação ocorre no processo de Redução que é dividido entre Coqueria, Sinterização e Altos Fornos (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2009).

Na Coqueria o carvão mineral é transformado em coque metalúrgico. Inicialmente é feito uma mistura de carvões, empregando o processo de destilação (coqueificação) do carvão mineral, onde há o aquecimento da mistura de carvão em uma célula fechada sem contato com o ar, extraindo todo material volátil. O carvão permanece por horas a uma temperatura superior a 1000 °C, obtendo-se o coque metalúrgico, que é o principal combustível dos altos fornos.

Na Sinterização, o minério de ferro juntamente com o coque metalúrgico e o fundente carbonato de cálcio formam o sinter para redução em altos fornos na produção do ferro gusa. A mistura é aquecida antes de ir para a redução no alto forno.

2.3.2 Redução

A segunda etapa se dá no processo de Redução. O forno é carregado na parte superior com o sinter, coque metalúrgico e uma complementação de minério de ferro e pelotas. Na parte inferior dos fornos é soprado pelas ventaneiras ar quente e oxigênio, sendo que também é injetado carvão pulverizado. Estes reagem com o coque, gerando calor e um ambiente redutor, que permitirá a redução do óxido do ferro e fusão das matérias primas em ferro líquido gusa.

O alto forno é um equipamento que recebe o sinter de minério de ferro, coque e ar aquecido, produzindo o gusa (sistema líquido que contém essencialmente ferro e carbono em solução, a uma temperatura perto de 1.500°C) (MOURÃO, 2007).

2.3.3 Aciaria

A terceira etapa do processo se dá na Aciaria, que consiste na transformação do ferro fusa em aço. Na Aciaria o ferro gusa passa por processos de dessulfuração, refino e lingotamento até obtenção do aço solidificado (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2009).

Na dessulfuração, é injetado oxigênio no ferro gusa a fim de obter a redução no seu teor de enxofre.

A transformação do gusa líquido em aço é realizada no convertedor (ou conversor), dentro do qual ocorre a retirada do carbono do gusa através do sopro com oxigênio. O sopro de oxigênio proporciona rapidez na transformação do ferro gusa em aço, além de possibilitar o reaproveitamento de sucata gerada na própria usina. O Refino Primário consiste em um processo de diminuição e ajuste do teor de carbono e dos demais elementos químicos (a maioria impurezas) do ferro-gusa e sucata, para a obtenção do aço com a composição química ajustada para a aplicação final. Durante o vazamento do aço são feitas as adições de ferro-ligas com o objetivo de desoxidar o aço e ajustar a composição química para os valores especificados.

No Refino Secundário, o aço será tratado ainda no estado líquido e terá sua composição química ajustada e homogeneizada de forma a preparar o metal para o processo de solidificação (lingotamento).

Posteriormente, o aço é vazado no processo de lingotamento contínuo, onde não ocorre mais modificação química no aço, onde é solidificado em formas predefinidas como, por exemplo: lingotes, tarugos, barras e placas.

2.3.4 Laminação

A quarta etapa refere-se ao processo de laminação, podendo passar pelo processo de laminação à quente ou laminação à frio.

O aço produzido por uma indústria siderúrgica é moldado de diversas formas através de conformações mecânicas, sendo que esses processos dependem da aplicação específica do produto final obtido para, por exemplo, a produção de pregos, fios de aço para concreto armado, etc (GAUTO, 2013).

As placas são processadas pelos laminadores, aumentando suas dimensões. Existe uma grande variedade de produtos siderúrgicos, como bobinas, chapas grossas e finas, vergalhões entre outros que são destinadas a diversos segmentos do mercado.

2.4 Mercado siderúrgico

A produção de aço é uma atividade de grande relevância para o crescimento econômico e social de um país.

A indústria siderúrgica, historicamente, vem ocupando um papel de destaque no âmbito da economia brasileira. A constituição da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), nos anos 1940, foi um dos traços mais marcantes do esforço de industrialização do país. Cinco décadas depois, a privatização das grandes companhias siderúrgicas representou uma ruptura na forma de atuação do Estado na economia. Nos anos recentes, algumas companhias siderúrgicas brasileiras ampliaram seus investimentos no exterior, transformando-se em expoentes das multinacionais do país (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, 2010).

A siderurgia é uma indústria de extrema importância devido a sua produção e consumo estar diretamente ligado ao crescimento econômico de um país. Isso ocorre devido

ao aço e seus subprodutos estarem presentes em diversos materiais e produtos acabados que usamos em nosso cotidiano.

“A siderurgia continua sendo uma indústria essencial para o Brasil, na medida em que é o alicerce de varias cadeias produtivo, tais como automotiva, construção civil, bens de capital, dentre outras” (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, 2010).

O mercado siderúrgico nacional passa por um processo de atualização tecnológica, se tornando apto a entregar ao mercado qualquer tipo de produto siderúrgico, justificando assim o seu investimento em tecnologia para o maior alcance econômico. As siderúrgicas investiram US\$36,4 bilhões entre 1994 a 2011 visando sua modernização e consequentes atualizações tecnológicas, atingindo uma capacidade de produção de 48 milhões de toneladas (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2009).

Com a privatização das empresas do ramo, houve um aumento expressivo na concorrência de capitais nas composições acionárias, dando maior diversidade ao mercado (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2009).

2.5 Investimentos de um projeto

De um modo geral podemos caracterizar um investimento como sendo um sacrifício que fazemos hoje para que possamos obter uma série de benefícios no futuro. Os conceitos de sacrifício e benefícios futuros estão associados aos fluxos de caixa necessários e gerados pelo investimento. Então de uma maneira geral, podemos dizer que a análise de investimentos consiste, basicamente, em uma análise da projeção de fluxos de caixa.

Do ponto de vista da decisão financeira empresarial, os investimentos podem ser de duas naturezas distintas: Investimento Financeiro propriamente dito (compras de títulos e valores mobiliários, que são caracterizados por uma maior liquidez e pela possibilidade de obtenção de informações relevantes nos mercados de capitais ou financeiros) ou Investimento de Capital (nesta categoria estão os gastos corporativos mais vultosos, como a aquisição de novas máquinas, a reforma de uma planta industrial, a abertura de uma nova filial, etc.). A perspectiva de investimento de capital chamará de Projeto de Investimento.

O processo de avaliação de projetos de investimentos envolve a estimativa de fluxos de caixa futuros: com base nos ativos operacionais necessários ao investimento são estimados os fluxos de caixa, dentro do período de análise ou horizonte de projeção. Os fluxos são

estimados com base no conceito de incremento (apenas valores associados às variações decorrentes do novo investimento são modelados) das operações (apenas valores associados às operações do investimento são analisados, o que exclui o pagamento e o eventual benefício fiscal do pagamento de juros e demais desembolsos com despesas financeiras) e analisados em sua forma líquida – excluídos os gastos com Imposto de Renda.

2.6 O que é Capex

Capex é a sigla da expressão inglesa Capital Expenditure (em português, despesas de capital ou investimento em bens de capital) e que designa o montante de dinheiro dispendido na aquisição (ou introdução de melhorias) de bens de capital de uma determinada empresa. O Capex é, portanto, o montante de investimentos realizados em equipamentos e instalações de forma a manter a produção de um produto ou serviço ou para manter em funcionamento um negócio ou um determinado sistema. Por exemplo, a aquisição de uma máquina é Capex.

Capex são gastos de capitais ocorridos quando uma empresa investe na compra, melhoramento, desenvolvimento ou extensão da vida de activos corpóreos, tais como infra-estruturas, equipamento, sistemas, propriedades, etc. que tenham um período de vida útil (produzam benefícios) superior ao exercício (um ano); é portanto sujeito a reconhecimento do respectivo custo via amortizações.

2.7 Métodos para análise de viabilidade econômica de um projeto

O objetivo de analisarmos um projeto é determinar se ele é viável ou não. Em outras palavras, analisamos projetos para obter resposta à seguinte pergunta – O projeto pode ser implementado com sucesso e atingir os resultados esperados pelos investidores? Para verificarmos, de uma forma ampla, geral e sistêmica, se um projeto é viável, devemos, obviamente, além de verificar se existe mercado para os produtos, também verificar a disponibilidade dos insumos, tais como a tecnologia necessária, a mão de obra especializada requerida, as máquinas e os equipamentos, o espaço físico, a logística e os meios de transporte, a matéria-prima, os suprimentos e as fontes de energia e as comunicações, por exemplo.

Os métodos tradicionais calculam indicadores, baseados no fluxo de caixa descontado tradicional, como por exemplo, o VPL (valor presente líquido), a TIR (taxa interna de retorno), o ROI (retorno sobre investimento), o IL (índice de lucratividade) e o payback. Geralmente é utilizada como parâmetro a TMA (taxa mínima de atratividade), que serve como parâmetro para a aceitação ou rejeição de um determinado projeto de investimento, o mínimo a ser alcançado pelo investimento para que ele seja economicamente viável (REBELATTO, 2004).

2.7.1 Método do Payback

Método de payback significa o período de tempo para o projeto se pagar de volta aos investidores. Ou seja, o tempo requerido para que o projeto pague de volta, a seu investidor, o investimento inicial. Conhecido o período payback para um projeto, precisamos saber se a vida economicamente útil desse projeto é maior ou menor do que seu período payback, ou seja, se o projeto vai durar o suficiente para se pagar. Quando envolve a comparação de mais de um investimento similar, o critério é decidir por aquele investimento que oferece menor período payback. (ABREU FILHO, 2005).

Por meio da avaliação utilizando o método payback, a administração da empresa, com base em seus padrões de tempo para recuperação do investimento, no tempo de vida esperado do ativo, nos riscos associados e em sua posição financeira, decide pela aceitação ou rejeição do projeto. 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).

2.7.2 Método do Valor Presente Líquido – VPL

O método do valor presente líquido serve para medir o lucro ou o prejuízo em valores. O VPL é a diferença entre quanto recebemos do projeto, valor presente e quanto investimos no projeto na mesma data base dos fluxos de caixa. O método do VPL consiste em trazer as entradas e saídas de capital para a data zero do investimento, descontada a taxa de juros denominada Taxa Mínima de Atratividade, ou seja, simplesmente é a diferença entre o valor presente do projeto e o custo do projeto na data de hoje (REBELATTO, 2004).

2.7.3 Método da Taxa Interna de Retorno – TIR

Pode ser definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente líquido (VPL) de uma oportunidade de investimento a R\$ 0,00 porque o valor presente das entradas de caixa se iguala ao investimento inicial. É a taxa composta de retorno anual que a empresa obteria se concretizasse o projeto e recebesse as entradas de caixa previstas (GITMAN, 2007).

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. Por essa razão, se calcularmos o VPL de um projeto utilizando como taxa de desconto a TIR, o VPL será zero. Em outras palavras, a TIR é a taxa que anula o VPL. Portanto, uma das maneiras de obtermos TIR é traçando o gráfico da variação do VPL em função de variações da taxa de desconto.

3 DETALHAMENTO DO PROJETO

3.1 Fluxo de caixa descontado

O 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 extraírem alguns indicadores (VPL, TIR, Payback etc) que embasarão a tomada de decisão. A figura 2 a seguir será à base do modelo do fluxo de caixa.

Avaliação Econômica		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
EBITDA	R\$mil											
(-) Depreciação	R\$mil											
Lucro Tributável	R\$mil											
(-) IR	R\$mil											
Lucro Líquido	R\$mil											
(+) Depreciação	R\$mil											
(-) Capex	R\$mil											
Fluxo de Caixa Livre	R\$mil											
Fluxo de Caixa Descontado	R\$mil											
FC Descontado Acumulado	R\$mil											
TRR (%/mês)												
IR (%)												
Depreciação (%/mês)												
TIR (%)												
VPL (R\$mil)												
Payback Descontado (Meses)												
TIRM (%)												
Spread TIRM-TRR												
VPI (R\$mil)												
VPL/VPI												
IB/C												

Figura 2 Modelo de fluxo de caixa

Fonte: O autor

O Quadro 1 apresenta um detalhamento dos itens que compõem o fluxo de caixa apresentado na Figura 2.

Quadro 1 Descrição dos itens do fluxo de caixa

Item	Descrição
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).
(-) Depreciação (+) 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,
Lucro Tributável	(=) EBITDA - Depreciação. Base para o cálculo do Imposto de Renda (IR)
(-) IR	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	(=) Lucro Tributável - IR
(-) 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.
Fluxo de Caixa Livre	Resultado dos desembolsos de caixa (Receitas - custos - despesas - IR -CAPEX)
Fluxo de Caixa Descontado	Fluxo de caixa (anual, mensal, etc.) trazido a valor presente pela TRR (Taxa Requerida de Retorno do projeto).
FC Descontado Acumulado	Valores acumulados dos fluxos (anuais, mensais, etc.) descontados, onde o último valor é o indicador VPL (Valor Presente Líquido).

Fonte: O autor

3.2 Descrição do cenário atual

A usina siderúrgica do estudo conta com dois processos de acondicionamento de placas. A distancia entre áreas tem aproximadamente 6 quilômetros de percurso em malha ferroviária.

O acondicionamento de placas 1 é responsável por armazenar, resfriar, escarfar, efetuar cortes para enquadramento dimensional e inspecionar toda a produção de placas geradas pelo processo do lingotamento contínuo.

Devido a restrição de na área de resfriamento das placas é necessário a transferência de uma parte da produção de placas para área do acondicionamento de placas 2. Dessa forma, é gerado um custo adicional desnecessário no custo do produto final da empresa.

A capacidade produtiva atualmente do acondicionamento de placas 1 é de 150.000 t/mês, já do acondicionamento de placas 2 é de 50.000 t/mês. Essa capacidade é determinada pela linha de inspeção final, já a capacidade de resfriamento de cada leito de resfriamento varia conforme o mix do material a ser resfriado. Cada tipo de placa possui um tempo e modo de resfriamento.

No ano de 2015, o acondicionamento de placas 1 teve uma produção média de 94.556 t/mês e o acondicionamento de placas 2 teve uma produção média de 41.011 t/mês conforme Tabela 1:

Tabela 1 Histórico da produção do acondicionamento de placas

Volume real (t)	Área 1 (t)	Área 2 (t)	Total (t)
jan/15	78.480	44.115	122.595
fev/15	75.490	45.392	120.882
mar/15	81.990	42.376	124.366
abr/15	79.430	38.989	118.419
mai/15	102.800	44.879	147.679
jun/15	97.510	37.750	135.260
jul/15	108.880	45.774	154.654
ago/15	118.560	39.997	158.557
set/15	111.060	37.478	148.538
out/15	113.130	36.366	149.496
nov/15	81.550	36.298	117.848
dez/15	85.790	42.719	128.509
Total	94.556	41.011	135.567

Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

3.3 Restrição do processo

O fluxo das placas no acondicionamento depende do tipo de placa/esboço a ser fabricado, o material deverá seguir um determinado trajeto.

A variável determinante para a tomada de decisão será o tipo de resfriamento necessário para o material em questão. As regras para o tipo de resfriamento necessário estão descritas conforme a Tabela 2.

Esse fator para determinar o tipo de resfriamento é vinculado a quantidade de carbono que o material tem. Quanto maior a quantidade de carbono, menor é a resistência do material. Aços mais resistentes (menor quantidade de carbono) tendem a passar maior tempo resfriando.

Tabela 2 Critérios para resfriamento de placas.

TIPO DE RESFRIAMENTO	CRITÉRIOS	SEM ÁGUA	COM ÁGUA	TIPO DE INSPEÇÃO
Tipo 0 - Ultra Alto Carbono	Aços com $C \geq 0,40\%$ e/ou $C_{eq} \geq 0,60\%$	até 17 horas	Não aplica	Visual a quente
Tipo 1 - Crítico	Aços com $0,28\% \leq C \leq 0,39\%$ e/ou $0,50\% \leq C_{eq} \leq 0,59\%$	até 17 horas	Não aplica	Visual a quente
Tipo 2 - Alta Resistência 1	Aços alta resistência COM elementos de liga	36 horas	10 horas	A frio ($\leq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Tipo 3 - Alta Resistência 2	Aços alta resistência SEM elementos de liga	36 horas	10 horas	A frio ($\leq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Tipo 4 - Baixa Resistência/Média Resistência	Aços baixa e média resistência	10 horas	10 horas	A frio ($\leq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Tipo 5 - Semicrítico	Aços com $0,28\% \leq C \leq 0,39\%$ e/ou $0,43\% \leq C_{eq} \leq 0,49\%$	120 horas	Não aplica	A frio ($\leq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Fonte: Norma operacional da empresa do estudo

A restrição atual do processo de acondicionamento de placas 1 é formada pelo mix de demanda de resfriamento (volume x tempo de resfriamento).

As figuras 2,3,4 e 5 é referente a situação atual dos leitos de resfriamento da área do acondicionamento de placas 1. As placas ficam dispostas sobre grelhas e com resfriamento ao ar. Na figura 6 refere-se à condição operacional atual da área do leito de resfriamento do acondicionamento de placas 2.



Figura 3 Leito de resfriamento de placas 2

Fonte: O autor



Figura 4 Leito de resfriamento de placas 2.

Fonte: O autor



Figura 5 Leito de resfriamento de placas 1.

Fonte: O autor



Figura 6 Leito de resfriamento de placas 3

Fonte: O autor

3.4 Descrição do cenário proposto

Implantarmos o sistema de resfriamento forçado nos leitos 1 e 2 do acondicionamento de placas 1, de tal forma que, todo o fluxo de placas passarão por um único local de resfriamento para consequentemente as placas serem inspecionadas.

Neste contexto, haverá redução nos custos de operação e também redução do lead time de todo o processo com a exclusão da restrição do fluxo pelo leito de resfriamento.

A figura a seguir ilustra o fluxo de placas:

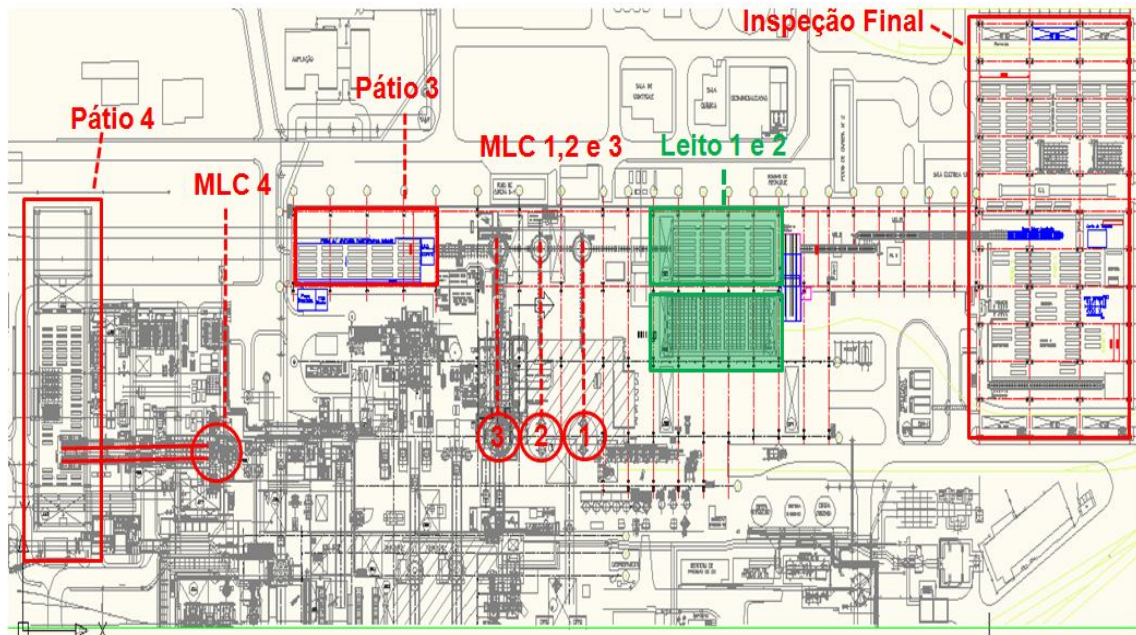


Figura 7 Layout do acondicionamento de placas 1

Fonte: Documentação técnica da empresa do estudo

3.5 Custo operacional atual

No ano de 2015, o processo de acondicionamento de placas gerou um custo consolidado das áreas no total de R\$ 28.522.923,00 para manusear uma produção de 1.626.803 toneladas. O custo específico ficou na ordem de R\$ 17,53 por tonelada.

3.5.1 Custo operacional do Acondicionamento de placas 1

O processo de acondicionamento de placas na Aciaria 2 obteve um custo de R\$ 25.199.790,00 para manusear uma produção de 1.134.670 toneladas. O custo específico ficou na ordem de R\$ 22,21 por tonelada. A Tabela 3 apresenta o detalhamento destes custos.

Tabela 3 Custos operacionais do acondicionamento de placas 1.

Classes de custo	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
34111000 Salários	265.736	265.736	265.736	265.736	265.736	265.736	279.023	279.023	279.023	279.023	279.023	279.023
34111001 Adicionais sal	34.915	37.023	27.540	33.039	40.630	49.560	42.004	27.428	39.246	32.010	35.952	43.428
34111002 Horas Extras	8.113	6.920	5.003	7.226	6.587	8.865	6.349	7.663	5.066	4.328	10.876	9.686
** Salários	308.763	309.679	298.278	306.001	312.952	324.160	327.375	314.113	323.335	315.360	325.850	332.136
34112002 FGTS	29.231	29.231	29.231	29.231	29.231	29.231	30.692	30.692	30.692	30.692	30.692	30.692
34112003 Indeniz aviso	11.388	15.267	13.133	10.344	13.483	19.675	11.594	19.779	7.729	9.062	19.929	20.004
34112004 INSS	21.259	21.259	21.259	21.259	21.259	21.259	22.322	22.322	22.322	22.322	22.322	22.322
34112006 Prêmio Tempo S	3.220	4.214	4.162	2.372	4.755	4.294	3.851	3.691	3.256	4.055	4.557	4.115
34112007 Provisão 13º S	30.480	32.163	30.065	24.418	33.759	28.610	32.983	29.129	30.038	30.776	31.039	32.175
34112008 Provisão de Fé	24.808	23.648	24.880	17.860	25.752	21.648	24.240	25.528	22.920	23.032	23.800	25.408
34112009 Seguro Acid Tr	17.676	16.849	17.727	12.725	18.348	15.424	17.271	18.189	16.331	16.410	16.958	18.103
34112010 SENAI	7.559	7.976	7.456	6.056	8.372	7.095	8.180	7.224	7.449	7.633	7.698	7.979
34112011 SESI	11.339	11.965	11.184	9.083	12.558	10.643	12.270	10.836	11.174	11.449	11.547	11.969
34112014 Multa Rescis.-	40.817	41.057	43.919	20.704	20.332	38.838	29.182	15.069	28.139	48.989	8.952	38.932
* Encargos	197.776	203.629	203.017	154.052	187.850	196.718	192.585	182.460	180.050	204.420	177.493	211.700
34113000 Adic Periculos	14.154	13.339	12.357	10.065	13.773	13.773	13.546	12.577	13.834	14.264	14.206	12.779
34113001 Ajudas e Auxil	794	887	1.250	554	617	601	653	927	816	870	892	713
34113003 Assistência Mé	51.993	54.057	54.047	40.957	54.174	56.500	45.981	55.283	46.267	56.281	56.175	52.266
34113005 Aux Doença Com	167	208	257	120	161	219	252	191	207	264	238	173
34113011 Previdência pr	58.223	40.522	42.561	34.784	57.606	30.118	35.468	25.947	31.280	49.444	52.562	42.260
34113012 Assist. Odonto	3.101	2.956	3.110	2.232	3.219	2.706	3.030	3.191	2.865	2.879	2.975	3.176
34113016 Seguro Vida em	1.690	1.665	1.664	1.273	1.736	1.750	1.727	1.690	1.675	1.758	1.722	1.699
34113021 Abono de Empre	27.743	26.411	26.237	21.907	26.415	26.581	28.682	27.654	29.148	27.955	27.881	26.910
90403121 Transporte Pes	56.815	56.451	56.471	47.323	58.890	61.528	63.216	62.408	55.262	63.265	60.694	56.700
90403021 RH - Cubatão	62.777	38.071	32.138	44.224	28.477	28.376	48.015	29.548	39.975	33.342	30.084	31.949
* Benefícios	277.457	234.567	230.092	203.440	245.060	222.152	240.570	219.416	221.329	250.353	247.429	228.625
** Passos	783.996	747.874	731.387	663.494	745.862	743.030	760.530	715.986	724.713	770.133	750.772	772.466
34121000 Mat Construção	166			171	315			307				187
34121001 Sobres Mecânic	26.465	63.865	24.781	19.240	26.489	38.031	32.679	62.109	31.901	44.618	23.295	52.759
34121002 Sobres Elétr/E	439	5.422	3.667			671	829	553	341	584	650	364
34121003 Sobres Hidr/Pn	2.910	1.432	1.627	1.354	2.661	1.857	2.453	1.587	2.826	2.866	1.860	2.866
34121004 Sobres Instrum		142		91	60	144		63	106	134		147
34121005 Mat Uso Geral	22.250	20.635	14.586	12.724	23.883	16.129	12.499	12.726	26.098	19.152	22.419	15.371
34121006 Material p/ Pi	198	272	326	218		178		291	327	266		310
34121007 Material Ferro	579	456	675	257	233	700		431	275	461	324	655
34121011 Óleos Graxas		2.550						2.960				
34121014 Mat p/ Máq Pes	4.252	3.140	3.833	837	2.074	4.115	2.266	2.973	3.951	3.451	1.131	2.400
* Materiais de Manutenção	57.259	97.914	49.495	34.892	55.715	61.825	54.117	80.884	66.011	71.395	50.010	75.237
34121013 Grandes Reparo	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667
** Grandes Reparos	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667	41.667
** Reparos e Manutenção	98.926	139.581	91.162	76.559	97.382	103.492	95.784	122.551	107.678	113.062	91.677	116.904
34130001 Combustível Ve	1.745	1.664	1.086	1.031	1.330	1.440	1.120	1.636	1.078	928	1.727	1.052
** Combustíveis	1.745	1.664	1.086	1.031	1.330	1.440	1.120	1.636	1.078	928	1.727	1.052
34151022 Gases engarrif	1.356	1.793	1.734	1.080	1.731	1.805	1.592	1.498	1.546	1.429	1.605	1.681
34151025 Madeira	844	1.006	1.050	794	1.093	963	989	614	744	810	930	1.005
34151031 Mat Segur e Pr	2.412	3.076	2.799	2.321	3.711	4.245	4.473	4.306	3.388	3.933	4.513	3.639
34151036 Produtos quimi	899	772	835	593	790	856	815	926	911	779	809	796
34151043 Supr de Limpez												
34151047 Vidros							110					
* Materiais para operação	5.511	6.647	6.975	4.788	7.325	7.869	7.988	7.344	6.599	6.951	7.857	7.121
34155001 Servs Auto/Util	2.400	2.480	2.240	2.480	2.400	2.480	2.400	2.480	2.400	2.480	2.400	2.480
34155016 Serv Recuperaç	75	127	118	87	96	93	110	74	76	115	139	148
* Serviços para operação	2.475	2.607	2.358	2.567	2.496	2.573	2.510	2.554	2.476	2.595	2.539	2.628
** Suprimentos para operacã	7.986	9.254	9.333	7.355	9.821	10.442	10.498	9.898	9.065	9.546	10.396	9.749
34161000 Mat. Méd, Dent												
34161001 Mat de escritó												
34161009 Mat. Reprograf	111	112	109	84	113	110	108	111	113	108	113	108
* Materiais	111	112	109	84	113	110	108	111	113	108	113	108
34163001 Diárias Empreg												
* Despesas viagens												
34166015 Tel fixo, Tele	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420
34166019 Multas atraso												
34166021 Juros / despes	107	224	302	172	289	196	244	121	156	194	97	252
34166022 Tel./ Internet	419	497	459	358	442	426	485	483	445	508	452	436
* Despesas gerais	2.946	3.141	3.181	2.950	3.151	3.042	3.149	3.024	3.021	3.122	2.969	3.108
** Despesas administrativas	3.057	3.253	3.290	3.034	3.264	3.152	3.257	3.135	3.134	3.230	3.082	3.216
34170009 Serv de Reprog	360	357	358	266	358	360	356	357	357	357	358	359
** Serviços administrativos	360	357	358	266	358	360	356	357	357	357	358	359
** Custos Primários	896.070	901.993	836.616	751.738	858.917	861.915	871.545	853.564	846.025	897.255	858.912	903.746
90442321 Energia Elét D	19.205	21.070	18.864	14.512	18.338	17.712	17.206	18.763	20.879	18.070	19.746	19.467
90420121 Rodovário Adm	107.986	113.949	106.518	86.509	119.605	101.363	116.855	103.201	106.419	109.036	109.967	113.991
90421022 Carreta	2.672	2.679	3.619	1.930	1.291	900	2.566	3.002	2.373	1.408	999	3.202
90421023 Caminhão	3.960	2.665	1.370	2.244	2.780	2.028	2.690	3.182	1.896	1.073	1.559	3.993
90421024 Caminhão Munck												
90421026 Poliguindastes	367		198							271		
90421324 Guindaste Trel	1.249	1.509	1.600	1.398	1.306	1.520	1.742	1.458	1.153	1.370	1.451	1.502
90421326 Pá Carregadeir	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411
90425221 Drenagem			21.370				18.639					

3.5.2 Custo operacional do Acondicionamento de placas 2

O processo de acondicionamento de placas na Aciaria 1 obteve um custo de R\$ 3.323.133,00 para manusear uma produção de 492.133 toneladas. O custo específico ficou na ordem de R\$ 6,75 por tonelada. A Tabela 4 apresenta o detalhamento dos custos;

Tabela 4 Custos operacionais do acondicionamento de placas 2.

Classes de custo	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
34111000 Salários	63.459	63.459	63.459	63.459	63.459	63.459	66.632	66.632	66.632	66.632	66.632	66.632
34111002 Horas Extras	3.282	881	1.297	1.454	2.819	1.830	1.474	1.544	1.824	1.765	1.519	1.512
* Salários	66.741	64.340	64.756	64.913	66.278	65.289	68.106	68.176	68.456	68.398	68.151	68.144
34112002 FGTS	5.077	5.077	5.077	5.077	5.077	5.077	5.331	5.331	5.331	5.331	5.331	5.331
34112004 INSS	6.981	6.981	6.981	6.981	6.981	6.981	7.330	7.330	7.330	7.330	7.330	7.330
34112006 Prêmio Tempo S	479	1.541	696	387	1.289	681	804	659	726	691	691	650
34112007 Provisão 13º S	8.651	6.775	6.018	5.845	10.453	6.945	7.423	7.630	7.276	6.595	6.959	6.531
34112008 Provisão de Fé	4.164	5.413	5.216	6.498	16.560	7.866	7.671	9.112	9.064	8.345	8.159	7.708
34112014 Multa Rescis.-	1.248	617	1.588	5.409	30.345	7.214	9.306	11.203	12.061	11.642	9.977	9.862
* Encargos	26.600	26.404	25.575	30.196	70.705	34.763	37.865	41.265	41.787	39.932	38.446	37.411
34113000 Adic Periculos	2.146	1.564	1.559	1.857	2.086	1.695	1.560	1.699	1.690	1.467	1.379	1.606
34113001 Ajudas e Auxil	86	682	62	54	54	173	182	102	107	104	114	125
34113003 Assistência Mé	7.857	5.992	5.372	5.758	5.643	5.634	5.055	5.328	5.209	4.514	4.376	5.043
34113005 Aux Doença Com	23	88	7	34	49	37	38	32	36	33	30	35
34113011 Previdência pr	1.864	2.843	1.366	199	1.915	3.162	2.044	1.685	1.711	1.767	1.763	1.848
34113012 Assist. Odonto	485	478	336	365	354	371	339	343	337	293	286	329
34113016 Seguro Vida em	265	459	197	120	204	229	215	187	182	171	167	190
* Benefícios	12.726	12.106	8.900	8.387	10.305	11.302	9.434	9.376	9.273	8.348	8.114	9.176
** Pessoal	106.066	102.851	99.231	103.496	147.289	111.354	115.405	118.817	119.517	116.678	114.711	114.731
34121001 Sobres Mecânic	4.026	2.187	0	8.763	7.079	8.641	5.494	5.096	7.155	6.961	5.869	6.115
34121002 Sobres Elétr/E	89	243	811	59	715	197	267	79	111	136	139	146
34121003 Sobres Hidr/Pn	2.986	0	0	2.050	0	1.188	0	1.099	1.543	0	1.049	1.165
34121004 Sobres Instrum	0	746	0	0	0	124	0	0	72	0	91	96
34121005 Mat Uso Geral	2.774	5	2.700	329	243	1.004	882	877	680	767	741	789
34121006 Material p/ Pi	895	153	151	332	569	272	393	365	482	314	321	375
* Materiais de Manutenção	10.770	3.333	3.662	11.533	8.606	11.427	7.036	7.516	10.044	8.178	8.211	8.687
34121013 Grandes Reparo	41.667	16.667	16.667	41.667	16.667	16.667	41.667	16.667	16.667	41.667	16.667	16.667
* Grandes Reparos	41.667	16.667	16.667	41.667	16.667	16.667	41.667	16.667	16.667	41.667	16.667	16.667
** Reparos e Manutenção	52.436	20.000	20.329	53.200	25.273	28.093	48.703	24.183	26.710	49.845	24.877	25.354
34151002 Abrasivos	32	45	123	0	0	23	29	32	15	17	19	20
34151010 Colas	89	58	0	331	0	61	78	86	101	56	64	68
34151025 Madeira	104	656	261	311	215	508	433	171	202	226	259	227
34151031 Mat Segur e Pr	4.861	3.741	2.760	448	148	2.200	1.859	1.350	1.093	1.144	1.285	1.185
34151036 Produtos quími	128	441	36	86	217	242	164	90	106	103	118	102
34151043 Supr de Limpez	982	581	1.118	639	1.162	707	714	674	593	662	563	564
** Suprimentos para operaçã	6.196	5.521	4.298	1.815	1.742	3.741	3.277	2.401	2.110	2.209	2.308	2.166
34180000 Encargos Depre	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128
** Depreciação	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128	8.128
*** Custos Primários.	172.826	136.500	131.986	166.639	182.432	151.316	175.513	153.529	156.465	176.859	150.024	150.379
90421022 Carreta	4.043	3.989	4.019	3.871	4.341	3.161	3.548	4.236	5.831	4.308	4.217	3.897
90421023 Caminhão	1.618	404	0	0	1.303	347	789	874	1.203	1.472	1.477	1.023
90421024 Caminhão Munck	0	0	1.456	2.639	958	696	795	950	1.016	705	832	756
90442321 Energia Elét D	7.157	7.060	7.113	6.851	7.684	5.594	6.280	7.499	10.322	7.625	7.464	6.897
90431227 Mov de Caçamba	771	943	1.212	865	0	971	650	276	379	464	548	408
90431228 Plataforma Hid	1.251	7.631	10.145	8.537	0	4.686	5.146	4.847	4.643	3.942	4.653	4.089
90422822 Locomotivas	84.498	72.041	88.085	67.779	110.995	79.628	69.476	70.714	79.718	83.748	76.657	66.935
** Atividades energia e tra	99.337	92.067	112.030	90.542	125.281	95.083	86.683	89.395	103.112	102.264	95.848	84.005
90424521 Man Vias Férre	10.140	8.645	10.570	8.133	13.319	9.555	8.337	8.486	9.566	10.050	9.199	8.032
90424923 Serv Manut Civ	0	317	0	4.435	3.009	1.552	1.788	1.790	2.515	1.961	1.960	1.843
90424924 Serv Manut Tel	0	0	1.710	0	0	342	394	406	228	252	331	297
90424926 Serv Limp e Co	7.308	7.308	7.308	7.308	7.308	7.308	7.308	7.308	7.308	7.308	7.308	7.308
90424927 Serv Manut e P	6.940	1.718	936	0	0	1.919	878	620	683	754	990	722
** Atividades de manutenção	24.388	17.988	20.524	19.876	23.636	20.676	18.705	18.609	20.301	20.325	19.788	18.201
*** Custos Secundários.	123.725	110.055	132.554	110.418	148.917	115.760	105.388	108.004	123.413	122.589	115.635	102.207
Total Movimentação e Operação	296.552	246.555	264.540	277.056	331.349	267.076	280.901	261.534	279.878	299.448	265.660	252.588

Fonte: O autor

3.6 Detalhamento do projeto Proposto

3.6.1 Escopo resumido

Engenharia

- ✓ Projeto de tubulação e alimentação do resfriamento
- ✓ Projeto do sistema de bombeamento de água
- ✓ Projeto civil para escoamento e tratamento da água
- ✓ Projeto civil de adequação do leito para o volume de água
- ✓ Projeto para captação e recirculação da água a ser utilizada

Fabricação/aquisição

- ✓ Tubulação, Bicos, Bombas e Filtros.
- ✓ Cabos de energia e rede
- ✓ Válvulas e acessórios
- ✓ Sensores
- ✓ Equipamentos de automação
- ✓ Materiais para obras civis

Montagens

- ✓ Montagem da tubulação, bicos de aspersão, bombas, filtros, válvulas e acessórios.
- ✓ Limpeza do leito
- ✓ Lançamento de cabos elétricos e de rede
- ✓ Montagem de equipamento de automação
- ✓ Montagens das placas de base
- ✓ Desmontagem das grelhas

Serviços de elétrica, Instrumentação e automação.

- ✓ Alimentação elétrica das bombas
- ✓ Instrumentação e automação em nível 01
- ✓ Serviços de automação/software

- ✓ Obra civil:
- ✓ Adequação do sistema de escoamento da água
- ✓ Adequação, caso necessário, do leito 02 em função do volume de água a ser utilizado no sistema de resfriamento.

3.6.2 Cronograma de Implementação do Projeto

O cronograma tem o seu início em janeiro de 2018 e conclusão prevista em dezembro do mesmo ano de 2018.

Quadro 2 Cronograma do projeto

Prazo em Meses	Sistema de Resfriamento											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Engenharia Nacional												
Equipamento Nacional												
Sobressalente Nacional												
Estrutura Metálica												
Compras Diversas												
Obra Civil												
Montagem												
Contingências												

Fonte: O autor

3.6.3 Custo operacional do projeto proposto

Com a implantação do projeto obteremos um o custo operacional com redução de 11% no custo total das operações, passando para um custo total de R\$ 25.687.366,00 e custo específico de R\$17,53 por tonelada para R\$ 15,79 por tonelada, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 Custos operacionais projetado.

Classes de custo	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	maio/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
34111000 Salários	265.736	265.736	265.736	265.736	265.736	265.736	279.023	279.023	279.023	279.023	279.023	279.023
34111001 Adicionais sal	34.915	37.023	27.540	33.039	40.630	49.560	42.004	27.428	39.246	32.010	35.952	43.428
34111002 Horas Extras	8.113	6.920	5.003	7.226	6.587	8.865	6.349	7.663	5.066	4.328	10.876	9.686
** Salários	308.763	309.678	298.278	306.001	312.952	324.160	327.375	314.113	323.335	315.360	325.850	332.136
34112002 FGTS	29.231	29.231	29.231	29.231	29.231	29.231	30.692	30.692	30.692	30.692	30.692	30.692
34112003 Indeniz aviso	11.388	15.267	13.133	10.344	13.463	19.675	11.594	19.779	7.729	9.062	19.929	20.004
34112004 INSS	21.259	21.259	21.259	21.259	21.259	21.259	22.322	22.322	22.322	22.322	22.322	22.322
34112006 Prêmio Tempo S	3.220	4.214	4.162	2.372	4.755	4.294	3.851	3.691	3.256	4.055	4.557	4.115
34112007 Provisão 13º S	30.480	32.163	30.065	24.418	33.759	28.610	32.983	29.129	30.038	30.776	31.039	32.175
34112008 Provisão de Fé	24.808	23.648	24.880	17.860	25.752	21.648	24.240	25.528	22.920	23.032	23.800	25.408
34112009 Seguro Acid Tr	17.676	16.849	17.727	12.725	18.348	15.424	17.271	18.189	16.331	16.410	16.958	18.103
34112010 SENAI	7.559	7.976	7.456	6.056	8.372	7.095	8.180	7.224	7.449	7.633	7.698	7.979
34112011 SEI	11.339	11.965	11.184	9.083	12.558	10.643	12.270	10.836	11.174	11.449	11.547	11.969
34112014 Multa Rescis.-	40.817	41.057	43.919	20.704	20.332	38.838	29.182	15.069	28.139	48.989	8.952	38.932
** Encargos	197.776	203.629	203.017	154.052	187.850	196.718	192.585	182.460	180.050	204.420	177.493	211.700
34113000 Adic Periculos	14.154	13.339	12.357	10.065	13.765	13.773	13.546	12.577	13.834	14.264	14.206	12.779
34113001 Ajudas e Auxil	794	887	1.250	554	617	601	653	927	816	870	892	713
34113002 Assistência Mé	51.993	54.057	54.047	40.957	54.174	56.500	45.981	55.283	46.267	56.281	56.175	52.266
34113005 Aux Doença Com	167	208	257	120	161	219	252	191	207	264	238	173
34113011 Previdência pr	58.223	40.522	42.561	34.784	57.606	30.118	35.468	25.947	31.280	49.444	52.562	42.260
34113012 Assist. Odonto	3.101	2.956	3.110	2.232	3.219	2.706	3.030	3.191	2.865	2.879	2.975	3.176
34113016 Seguro Vida em	1.690	1.665	1.664	1.273	1.736	1.750	1.727	1.690	1.675	1.758	1.722	1.699
34113021 Abono de Empre	27.743	26.411	26.237	21.907	26.415	26.581	28.682	27.654	29.148	27.995	27.881	26.910
90403121 Transporte Pes	56.815	56.451	56.471	47.323	58.890	61.528	63.216	62.408	55.262	63.256	60.694	56.700
90403021 RH - Cubatão	62.777	38.071	32.138	44.224	28.477	28.376	48.015	29.548	39.975	33.342	30.084	31.949
** Benefícios	277.457	234.567	230.092	203.440	245.060	222.152	240.570	219.416	221.329	250.353	247.429	228.625
** Pessoal	783.966	747.874	731.387	663.484	745.862	743.030	760.530	715.988	724.713	770.133	750.772	772.460
34121000 Mat Construção	191			197	362							215
34121001 Sobres Mecânic	30.435	73.445	28.498	22.126	30.462	43.736	37.581	71.425	36.686	51.311	26.789	60.673
34121002 Sobres Elétr/E	505	6.235	4.218			772	953	636	392	672	748	419
34121003 Sobres Hidr/Pn	3.347	1.647	1.871	1.557	3.060	2.136	2.821	1.825	3.250	3.296	2.139	3.296
34121004 Sobres Instrum		163		105	69	166		72	122	154		169
34121005 Mat Uso Geral	25.588	23.730	16.774	14.633	27.465	18.548	14.374	14.635	30.013	22.025	25.782	17.677
34121006 Material p/ Pi	228	313	375	251	205	205		335	376	306		357
34121007 Material Ferro	666	524	776	295	268	805	496	316	530	373	753	958
34121011 Óleos Graxas		2.933					3.404					
34121014 Mat p/ Máq Pes	4.890	3.611	4.408	962	2.385	4.732	2.606	3.419	4.544	3.969	1.301	2.760
** Materiais de Manutenção	65.848	112.601	56.920	40.126	64.072	71.099	62.235	93.017	75.913	82.104	57.512	86.523
34121013 Grandes Reparo	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501
** Grandes Reparos	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501	62.501
** Reparos e Manutenção	128.348	175.101	119.420	102.627	126.573	133.599	124.735	155.517	138.413	144.605	120.012	149.023
34130001 Combustível Ve	1.745	1.664	1.086	1.031	1.330	1.440	1.120	1.636	1.078	928	1.727	1.052
** Combustíveis	1.745	1.664	1.086	1.031	1.330	1.440	1.120	1.636	1.078	928	1.727	1.052
34151022 Gases engarraf	1.559	2.062	1.994	1.242	1.991	2.076	1.831	1.723	1.778	1.643	1.846	1.933
34151025 Madeira	971	1.157	1.208	913	1.257	1.107	1.137	706	856	932	1.070	1.156
34151031 Mat Segur e Pr	2.774	3.537	3.219	2.669	4.268	4.882	5.144	4.952	3.896	4.523	5.190	4.185
34151036 Produtos quimi			641	682	909	984	937	1.065	1.048	896	930	915
34151043 Supr de Limpez	1.034	888	960	682	909	984	937	1.065	1.048	896	930	915
34151047 Vidros							137					
** Materiais para operação	6.338	7.644	8.021	5.506	8.424	9.049	9.186	8.446	7.577	7.994	9.026	8.189
34155001 Servs Auto/Util	2.400	2.480	2.240	2.480	2.400	2.480	2.400	2.480	2.400	2.480	2.400	2.480
34155016 Serv Recuperaç	75	127	118	87	96	93	110	74	76	115	139	148
** Serviços para operação	2.475	2.607	2.358	2.567	2.496	2.573	2.510	2.554	2.476	2.595	2.539	2.628
** Suprimentos para operacã	8.813	10.251	10.379	8.073	10.920	11.622	11.696	11.000	10.053	10.589	11.575	10.817
34161000 Mat. Méd, Dent												
34161001 Mat de escritó												
34161009 Mat. Reprograf	111	112	109	84	113	110	108	111	113	108	113	108
** Materiais	111	112	109	84	113	110	108	111	113	108	113	108
34163001 Diárias Empreg												
** Despesas viagens												
34166015 Tel fixo, Tele	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420	2.420
34166019 Multas atraso												
34166021 Juros / despes	107	224	302	172	289	196	244	121	156	194	97	252
34166022 Tel / Internet	419	497	459	358	442	426	485	483	445	508	452	436
** Despesas gerais	2.946	3.141	3.181	2.950	3.151	3.042	3.149	3.024	3.021	3.122	2.969	3.108
** Despesas administrativas	3.057	3.253	3.290	3.034	3.264	3.152	3.257	3.135	3.134	3.230	3.082	3.216
34170009 Serv de Reprog	360	357	358	266	358	360	356	357	357	357	358	359
** Serviços administrativos	360	357	358	266	358	360	356	357	357	357	358	359
** Custos Primários	926.319	938.591	865.920	778.523	888.307	893.203	901.694	887.632	877.748	929.841	887.526	936.927
90423221 Energia Elétr D	28.808	31.605	28.296	21.768	27.507	26.566	25.809	28.145	31.319	27.105	29.619	29.201
90420121 Rodoviário Adm	107.986	113.949	106.518	86.509	119.605	101.363	116.855	103.201	106.419	109.036	109.967	113.991
90421022 Carreta	2.672	2.679	3.619	1.930	1.291	900	2.566	3.002	2.373	1.408	999	2.202
90421023 Caminhão	3.960	2.665	1.370	2.244	2.780	2.028	2.690	3.182	1.896	1.073	1.559	3.993
90421024 Caminhão Munck												
90421026 Poliguidastes	367		198							271		
90421324 Guindaste Trel	1.249	1.509	1.600	1.398	1.306	1.520	1.742	1.458	1.153	1.370	1.451	1.502
90421326 Pá Carregadeir	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411
90425221 Drenagem			21.370				18.639					20.878
90431226 Movim Caminhão	7.246	3.374	5.947	2.937	5.662	6.180	3.572	3.448	6.121	3.468	3.610	6.513
90431227 Mov de Caçamba	784	1.140	869	574	781	954	1.013	874	1.073	898	982	809
90431228 Plataforma Hid									2.902			
90422822 Locomotivas	1.044.016	1.095.091	985.268	862.455	1.154.360	1.061.141	1.137.823	970.614	1.037.450	1.022.175	1.076.713	1.136.684
** Atividades energia e tra	1.199.499	1.254.423	1.157.466	982.226	1.315.703	1.203.064	1.313.120	1.116.335	1.193.387	1.168.944	1	

3.7 Benefícios Estimados

Com a implantação do projeto não haverá mais a necessidade de envio das placas para área do acondicionamento de placas 2. Dessa forma, não teremos mais as despesas operacionais com essa área, porém é previsível que os custos operacionais da área do acondicionamento de placas 1 terá um incremento em seus custos.

Custo operacional atual

Custo operacional do acondicionamento de placas 1 atual: R\$ 25.199.790,00 + Custo operacional do acondicionamento de placas 2: R\$ 3.323.133,00

= Custo operacional Total atual: R\$ 28.522.923,00

Custo operacional projetado

Custo operacional do acondicionamento de placas 1 projetado: R\$ 25.687.366,00

Ganho esperado

Custo operacional do acondicionamento de placas 2 atual: R\$ 3.323.133,00 – (Custo operacional do acondicionamento de placas 1 projetado: R\$ 25.687.366,00 - Custo operacional do acondicionamento de placas 2 atual: R\$ 25.199.790,00)

= Ganho R\$ 2.835.557,00

3.7.1 Premissa para o cálculo do benefício

- ✓ Acréscimo de 15% na classe de custo de materiais de manutenção
- ✓ Acréscimo de 15% na classe de custo de materiais da operação
- ✓ Acréscimo de 50% na classe de custo de grandes reparos
- ✓ Acréscimo de 50% no custo de consumo de energia elétrica
- ✓

3.8 Investimento do projeto - Capex

O Capex está previsto com o valor total de R\$ 10.561.498,50 (Tabela 6), sendo o desembolso dividido em R\$ 10.292.855,33 previsto ao decorrer do ano de 2018 e o valor de R\$ 268.643,17 previsto para o ano 2019 e assim finalizando a totalidade prevista para implantação do projeto.

Tabela 6 Detalhes do Capex.

CAPEX (R\$Milhões)	Sistema Resfriamento
Engenharia Nacional	1,53
Treinamento Nacional	0,00
Software Nacional	0,65
Mão de Obra Própria	0,00
Equipamento Nacional	1,78
Sobressalente Nacional	0,13
Estrutura Metálica	0,77
Compras Diversas	0,60
Obra Civil	1,04
Montagem	4,07
Contingências	0,00
Total	10,56
	10.561.498,50

Fonte: O autor

3.9 Fluxo de caixa resultante e avaliação econômica

A Tabela 7 apresenta o fluxo de caixa e a avaliação econômica do projeto proposto.

Tabela 7 - Fluxo de caixa e avaliação econômica do projeto.

<u>Avaliação Econômica</u>		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	TOTAL
(1) Custo Aciaria #1	R\$	0	3.323.133	3.323.133	3.323.133	3.323.133	3.323.133	3.323.133	3.323.133	3.323.133	3.323.133	3.323.133	33.231.332
(2) Custo Aciaria #2	R\$	0	487.576	487.576	487.576	487.576	487.576	487.576	487.576	487.576	487.576	487.576	4.875.761
(1) - (2) EBITDA	R\$	0	2.835.557	2.835.557	2.835.557	2.835.557	2.835.557	2.835.557	2.835.557	2.835.557	2.835.557	2.835.557	28.355.572
EBITDA	R\$mil	0	2.836	2.836	2.836	2.836	2.836	2.836	2.836	2.836	2.836	2.836	28.356
(-) Depreciação	R\$mil	0	-1.056	-1.056	-1.056	-1.056	-1.056	-1.056	-1.056	-1.056	-1.056	-1.056	-10.561
Lucro Tributável	R\$mil	0	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	17.794
(-) IR	R\$mil	0	-605	-605	-605	-605	-605	-605	-605	-605	-605	-605	-6.050
Lucro Líquido	R\$mil	0	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	11.744
(+) Depreciação	R\$mil	0	1.056	1.056	1.056	1.056	1.056	1.056	1.056	1.056	1.056	1.056	10.561
(-) Capex	R\$mil	-10.293	-269										-10.561
Fluxo de Caixa Livre	R\$mil	-10.293	1.962	2.231	2.231	2.231	2.231	2.231	2.231	2.231	2.231	2.231	11.744
Fluxo de Caixa Descontado	R\$mil	-10.293	1.784	1.843	1.676	1.524	1.385	1.259	1.145	1.041	946	860	3.169
FC Descontado Acumulado	R\$mil	-10.293	-8.509	-6.666	-4.990	-3.467	-2.082	-822	322	1.363	2.309	3.169	-
TRR (%/ano)	10,0%												
Depreciação (%/ano)	10%												
IR (%)	34%												
TIR (%)	16,7%												
VPL (R\$mil) @2018	3.169												
Payback Descontado (Anos)	6,7												

Fonte: O autor

4 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo principal a análise da viabilidade econômica financeira da implantação de um sistema de resfriamento forçado nos leitos de resfriamento de placas de uma usina siderúrgica.

Conforme verificado na Tabela 7, os principais indicadores mostraram viabilidade do projeto. O VPL obtido, de R\$ 3,169 milhões de reais é maior que zero, a TIR de 16,7% a.a. é maior que a TMA (10% a.a.), e o Payback descontado de 6,7 anos (menor que o tempo de análise do projeto, que é 10 anos). Pode-se afirmar que a implantação do projeto é economicamente e financeiramente viável. Ou seja, os resultados da avaliação econômica financeira mostraram que o projeto atende ao requisito mínimo das premissas para aprovação.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se a realização de um estudo de sensibilidade para os principais parâmetros que impactam o fluxo de caixa, e o estudo do comportamento destas variáveis e, caso sua predição com precisão seja difícil, o emprego de simulação de Monte Carlo na análise da viabilidade do projeto.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU FILHO, José Carlos Franco de, et al. "Finanças corporativas." Rio de Janeiro: FGV (2005).

BERGER. **Aplicação da Busca Tabu no Gerenciamento de Pilhas de Pátios em Armazenamento de Placas de Aço.** Disponível em <http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp054690.pdf>. Acesso em: 13/08/2016.

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.

CGEE-Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Siderurgia no Brasil 2010-2025.** Disponível em < www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=6831>. Acesso em: 05/08/2016.

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

INSTITUTO AÇO BRASIL. Dados de Mercado. Disponível em <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/numeros/index.asp>> Acesso em: 15/06/2016.

MOURÃO, M. B. et al. **Introdução à Siderurgia.** Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. ABM. São Paulo, 2007.

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

USIMINAS - Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A. **Fluxo de Produção.** Disponível em <<http://www.usiminas.com/produtos-e-solucoes/fluxo-de-producao/>>. Acesso em: 08/05/2016.