

# APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DO CUSTO DE CICLO PARA AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE PROJETOS DE INVESTIMENTO \*

Giussepp Kelson Castro Morais <sup>1</sup>  
Shaney Gonçalves Mileipe<sup>2</sup>

## Resumo

Na conjuntura econômica atual, de alta concorrência no mercado siderúrgico e uma estreita margem de lucro, as empresas do setor precisam se adequar a este novo cenário, sabendo aonde investir para que consigam maximizar o valor dos seus ativos. Baseado nesse contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar a aplicação de um método de análise do custo do ciclo de vida em uma Central de Água Gelada, através do uso da análise RAM baseada nas curvas estatísticas de confiabilidade, geradas através de dados históricos quantitativos para realização de projeções futuras e com uma estrutura de decomposição de custos que defini as fases específicas do ciclo de vida e as categorias de custos relevantes, visando comparar e identificar a melhor alternativa de projetos que atenda o sistema de resfriamento da planta de tratamento de gás de uma Coqueria, alinhado aos objetivos estratégicos da empresa. Foi possível identificar em cada alternativa estudada a confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade, além do custo anual equivalente (CAE) que suportaram na tomada de decisão..

**Palavras-chave:** Análise de Custo Do Ciclo De Vida (CCV); Engenharia Econômica; Confiabilidade, Disponibilidade.

## APPLICATION OF THE LIFE CYCLE COST ANALYSIS METHOD FOR EVALUATING THE ALTERNATIVES OF INVESTMENT PROJECTS

### Abstract

In the current economic environment, with high competition in the steel market and a narrow profit margin, companies in the industry need to adapt to this new scenario, knowing where to invest so that they can maximize the value of their assets. Based on this context, the objective of this work is to present the application of a method of life cycle cost analysis in a Cold Water Center, through the use of the RAM analysis based on statistical reliability curves, generated through quantitative historical data for realization of future projections and with a cost decomposition structure that defined the specific phases of the life cycle and the relevant cost categories, aiming to compare and identify the best alternative of projects that meets the cooling system of the gas treatment plant of a Coke plant, in line with the company's strategic objectives. It was possible to identify in each alternative studied the reliability, availability and maintainability, in addition to the annual equivalent cost (EAC) that supported in the decision making.

**Keywords:** life cycle cost analysis (LCCA); Engineering economics; Reliability; Availability.

<sup>1</sup> Engenheiro de Automação e Controle, Pós-graduado em Engenharia da Confiabilidade pela UTFPR/ Especialista em Confiabilidade de Equipamento/ ArcelorMittal Tubarão.

<sup>2</sup> Engenheiro de Automação e controle, Pós-graduado em Engenharia da Confiabilidade pela UTFPR/ Especialista de Manutenção e Gestão de Ativos/ ArcelorMittal Tubarão..

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Motivação

Após a crise de 2008 no setor siderúrgico, muitas empresas tiveram suas margens de lucros estranguladas e conseqüentemente houve uma perda no orçamento da manutenção, levando a diminuição da confiabilidade intrínseca dos seus ativos e a redução da vida econômica dos mesmos. Com este crescente portfolio de equipamentos precários, surge a questão norteadora deste trabalho: Como substituir os ativos em fim de vida econômica de forma a maximizar o valor da empresa desde seu valor contábil até seu valor social? A metodologia de Análise do Custo do Ciclo de Vida vem para responder essa pergunta uma vez que sua aplicação consiste em avaliar o custo-benefício, sobre o desempenho econômico de um determinado ativo ao longo de toda sua vida, ou seja, uma análise de todos os elementos que influenciam os custos decorrentes desde a concepção e investimento inicial, operação, manutenção e finalmente, desmobilização e descarte.

### 1.2 Arcelor Mittal Tubarão e o Processo

Dentro da América Latina, a ArcelorMittal Brasil, produtora de aços longos e planos, apresenta capacidade produtiva anual de 13 milhões de toneladas de aço e opera 27 unidades. O processo produtivo de aços planos inicia-se na unidade ArcelorMittal Tubarão (AMT), usina integrada, localizada na região da Grande Vitória – Espírito Santo, com capacidade produtiva anual de 7,5 milhões de toneladas de aço líquido. O fluxo produtivo da AMT começa conforme a Figura 1, com a produção das matérias primas de coque, sinter e cal, através dos processos da Coqueria, Sinterização e Calcinação. Estas matérias primas e outras adições como pelota e minério de ferro, passam por reações químicas e de redução que ocorrem nos Altos Fornos produzindo assim o ferro gusa, principal matéria prima do aço. Na aciaria ocorre a transformação do ferro gusa, transportado pelos carros torpedos, em aço líquido, com a adição de alguns elementos de liga. A transformação se dá a partir do sopro de oxigênio que oxida os elementos contidos no ferro gusa e aumenta a temperatura do metal. Este aço líquido passará por beneficiamentos nos refinamentos primários e secundários e é resfriado de maneira controlada nas máquinas de Lingotamento Contínuo, formando assim as placas de aço. Estas placas serão inspecionadas e tratadas na área de condicionamento de placas e assim enviadas para os clientes, ou serão destinadas para a Laminação a Quente (LTQ). A LTQ transformará as placas em bobinas, que podem ou não passar pelas linhas de acabamento de bobinas antes de destinarem para os clientes.

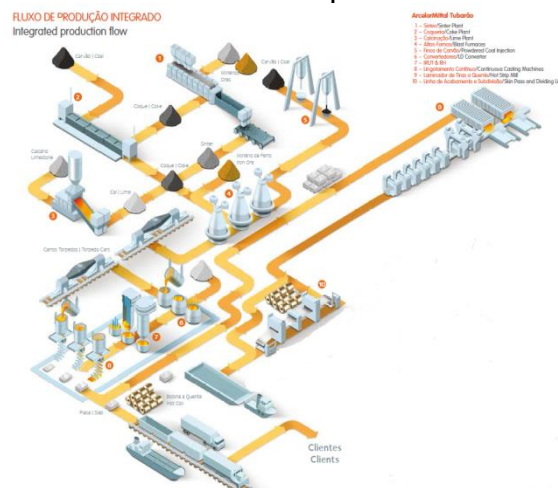


Figura 1. Fluxo processo produtivo ArcelorMittal Tubarão

### 1.3 Objetivo

O objetivo desse trabalho é apresentar a aplicação de um método de análise do custo do ciclo de vida em um estudo de caso na Industrial Siderúrgica, detalhando todas as etapas dessa análise que possibilitou identificar a melhor alternativa de projeto de investimento que atenda o sistema de resfriamento da planta de tratamento de gás de uma Coqueria, alinhado aos objetivos estratégicos da empresa.

### 1.3 Pontos abordados

- 1) Etapas de uma Análise do Custo do Ciclo de Vida de um Ativo;
- 2) Coleta e tratamento dos Dados;
- 3) Modelagem do diagrama de blocos de confiabilidade;
- 4) Alimentação do modelo com as curvas de confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos da planta;
- 5) Simulação das curvas de confiabilidade e disponibilidade para um determinado período para os diversos cenários de melhoria;
- 6) Decomposição estruturada dos custos;
- 7) Dados estatísticos de confiabilidade atribuídos às ferramentas financeiras;
- 8) Aplicação do SWOT com os resultados do LCC de cada alternativa para suporta a tomada de decisão.

### 1.4 Revisão Bibliográfica

#### 1.4.1 Estudo De Dados De Vida

O estudo de dados de vida comumente chamado de LDA (*Life data Analysis*) refere-se ao modelamento matemático da vida de um determinado ativo. Para construção deste modelo matemático é necessário obter os dados de falha que podem ser obtido de varias formas. A mais comum é observando o ativo e anotando suas falhas, outra maneira é expondo o ativo a ambientes mais agressivos que não são os mesmo de utilização para obter dados acelerados de vida. (RELIASOFT, 2017). Com estes dados é possível modelar a vida de um ativo, um dos exemplos de função matemática mais usada é a distribuição de Weibull figura 2, que descreve a função densidade de probabilidade.

$$f(T) = \frac{\beta}{\eta} \left( \frac{T - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left( \frac{T-\gamma}{\eta} \right)^{\beta}}$$

Figura 2. Distribuição de Weibull

Parâmetro de forma  $\beta$

Este parâmetro indica a inclinação da curva. Com a variação do  $\beta$  a Weibull pode se tornar outras distribuições, por exemplo, se  $\beta=1$  a Weibull se assemelha a distribuição exponencial de 2 parâmetros. Na figura 3 com a fixação dos parâmetros  $\gamma$ ,  $\eta$  e variando o  $\beta$  pode se ver as diferentes formas da distribuição.

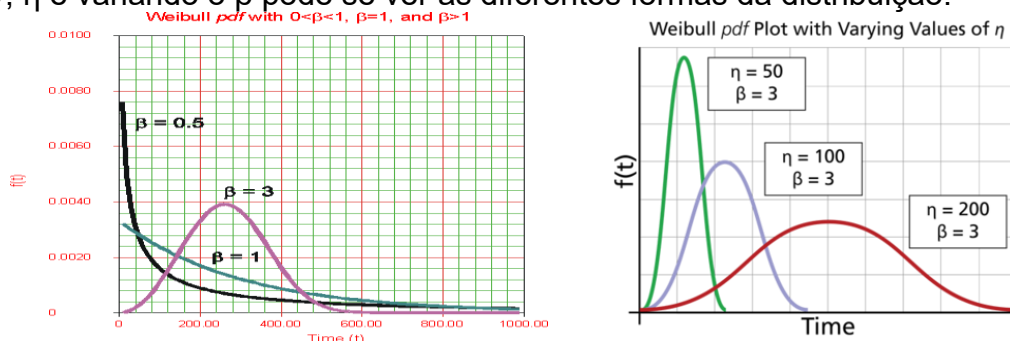


Figura 3 - Exemplo da variação do  $\beta$  e  $\eta$  - Fonte: RELIASOFT (2017)

Parâmetro de escala  $\eta$

O parâmetro de escala ou vida característica indica que 63,2% das falhas irão acontecer até este tempo, ou seja, somente 36,8 dos componentes irão funcionar. Se fixarmos o  $\beta$ ,  $\gamma$  e variarmos o  $\eta$  podemos ver a variação da escala da distribuição, conforme figura 3.

Parâmetro de posição  $\gamma$

Este parâmetro desloca a curva no eixo x em relação ao 0, isto indica que não a nenhuma chance do evento acontecer antes deste valor, ou em caso deste parâmetro ser negativo quer dizer que o componente iniciou seu desgaste antes mesmo de começar a operar. (Ibidem).

#### 1.4.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O montante gasto em um ativo em tempos diferentes não pode ser comparado ou somado diretamente devido à variabilidade do valor do dinheiro no tempo. Exemplificando, um milhão hoje não valeria um milhão daqui a um ano, pois devemos considerar a oportunidade de aplicar este dinheiro na poupança e colher os rendimentos. Logo os valores investidos em tempos diferentes precisam ser convertidos ao valor presente líquido através de equação apropriada.

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{VF_t}{(1+i)^n}$$

VPL = Valor Presente Líquido

VF = Valor Futuro

t = momento em que o Valor Futuro ocorreu

i = taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade (TMA)

n = período de tempo

#### 1.4.3 Custo Anual Equivalente

O custo anual equivalente (CAE) é comumente utilizado para comparar investimentos com durabilidades diferentes. Uma vez calculados e atualizados os custos ano a ano do fluxo de caixa, aplica-se a fórmula de matemática financeira de amortização a prestações constantes:

$$CAE = \frac{i(1+i)^n}{[(1+i)^n] - 1}$$

#### 1.4.4 Taxa Mínima De Atratividade (TMA)

A Taxa mínima de atratividade é retorno mínimo que um investidor se propõe a receber pelo seu investimento, ou o máximo que um tomador de dinheiro se propõe a pagar pelo empréstimo.

#### 1.4.5 Fluxo De Caixa

Fluxo de Caixa é uma ferramenta de gestão financeira que projeta para períodos futuros todos os créditos e débitos da instituição, indicando como será o saldo de caixa para o período projetado.

#### 1.4.6 Payback Simples

O *Payback* simples é o indicador mais simples para se obter a eficiência de um investimento. É definido como o número de períodos para se recuperar o investimento total. Para se calcular o período de *payback* de um projeto basta somar os valores dos fluxos de caixa, período a período, até que essa soma se iguale ao valor do investimento.

#### 1.4.7 Payback Descontado

Este método se assemelha ao *Payback* Simples, entretanto leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, para isto todos os fluxos de caixa futuro deverão ser descontados por uma taxa mínima de atratividade em relação ao período ao qual o fluxo está atrelado.

#### 1.4.8 Retorno Sobre o Investimento

O *ROI* do inglês *Return On Investment* é um indicador de desempenho usado para avaliar a eficiência de um investimento ou comparar a eficiência de diversos investimentos. O *ROI* mede o montante do retorno sobre um investimento em relação ao custo investido. Para calcular *ROI*, o retorno de um investimento é dividido pelo custo investido e o resultado é expresso como uma porcentagem.

$$ROI = \frac{R-D}{R}$$

ROI = Retorno sobre o investimento

D = Despesas do investimento

R = Receita gerada pelo investimento

#### 1.4.9 Taxa Interna De Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa que no calculo do VPL retorno o valor presente liquido a zero. Ou seja, é o TIR é o “i” que torna verdadeira a equação abaixo

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{VF_t}{(1+i)^n} = 0$$

VPL = Valor Presente Líquido

VF = Valor Futuro

t = momento em que o Valor Futuro ocorreu

i = Taxa interna de Retorno

n = período de tempo

#### 1.4.10 Valor De Revenda

O valor de revenda ou residual é o valor líquido de um ativo retirado de operação. No caso de um equipamento é o valor de venda mais os custos de transporte e remoção.

### 1.4.11 Fim De Vida Útil

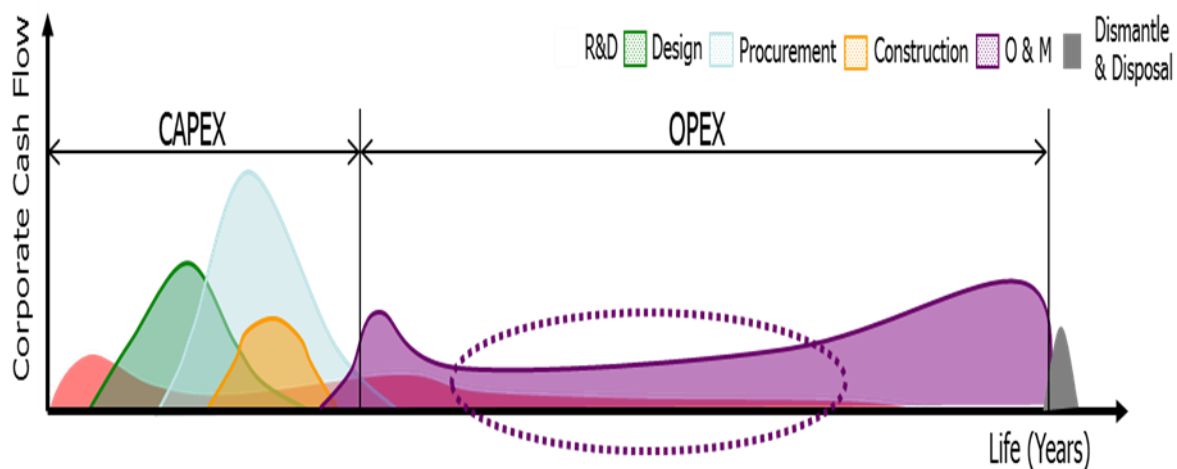
O fim de vida Útil de um ativo refere-se ao tempo em que o ativo não consegue mais executar suas funções dentro da sua capacidade não importando se ele está contribuindo positiva ou negativamente financeiramente.

### 1.4.12 Vida Econômica

É o tempo em que o ativo já não mais esta contribuindo financeiramente para a empresa, Muitos confundem o fim de vida útil com o fim de vida econômica, pois um ativo pode estar executando sua função plenamente, mas esta dando prejuízo.

### 1.4.13 Análise Do Custo Do Ciclo De Vida

Pode-se definir o LCCA como: a análise estruturada de todo o conjunto de custos que estão associados ao ativo, a fim de avaliar o custo total de se possuir um ativo. O conjunto de custos envolvidos na análise ocorre durante toda a vida útil do ativo, ou pelo menos, o período em que o ativo é de propriedade da entidade que realiza a análise. Como pode ser visto na figura 4, que aproximadamente 80% dos custos de vida são operacionais.



**Figura 4** - Distribuição de custo ao longo do ciclo de vida do ativo. Fonte: AZEVEDO (2010).

O que se leva a pensar que a fase de escolher um ativo de forma a só levar em consideração o valor de aquisição é como se olhássemos para um iceberg e víssemos apenas a ponta, mas a maior parte do custo estará abaixo da linha d'água aonde não conseguimos ver.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Para a elaboração do estudo de análise do custo do ciclo de vida do ativo foram seguidos 5 passos conforme figura 5



Figura 5 – Passo do LCCA

### 2.1 Planejamento

Na fase de planejamento será entendido o processo da central de água gelada, suas premissas, e os acontecimentos, gerando um escopo detalhado da análise.

#### 2.1.1 Processos da Central de Água Gelada

A Central de Água Gelada (CAG) figura 6, é utilizada no processo de resfriamento do gás COG na planta de Tratamento de Gás. O sistema de resfriamento do gás é composto por dois circuitos:

Primário: utiliza água desmineralizada e representa 2/3 do resfriador.

Secundário: utilizada água gelada resfriada na CAG.

A CAG esta em operação desde o start up da Coqueria e em 2015 foram instalados dois novos chiller's devido à baixa confiabilidade das centrifugas, obsolescência dos sobressalentes e constantes intervenções da manutenção nos equipamentos. O sistema de água gelada é um circuito fechado e a água gelada após passar pelos resfriadores secundários e trocadores de calor do sistema de lavagem de amônia retorna para o TK-8001, após este reservatório é enviado através das bombas centrifugas PC-8001 A/C para o evaporador dos chillers e distribuída para os consumidores a uma temperatura  $\leq 18^{\circ}\text{C}$ .

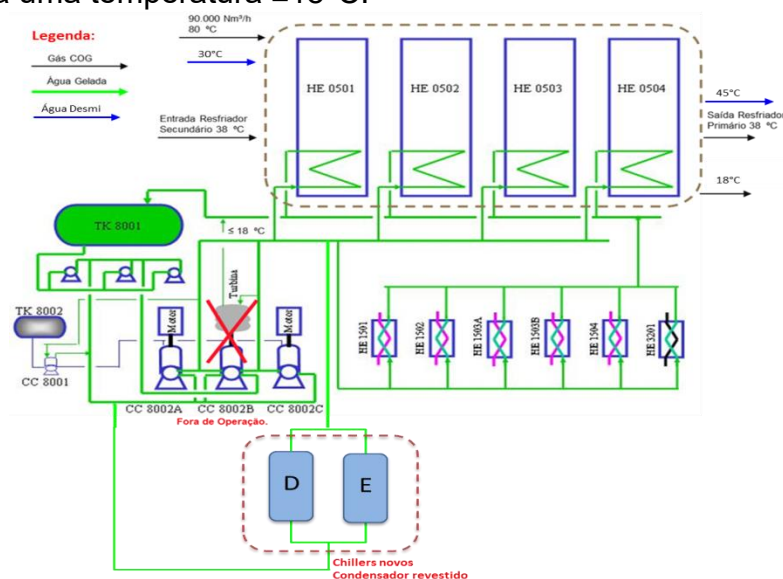


Figura 6 - Central de Água Gelada (CAG)

## 2.1.2 Cronologia

A cronologia dos fatos está apresentada na figura 7

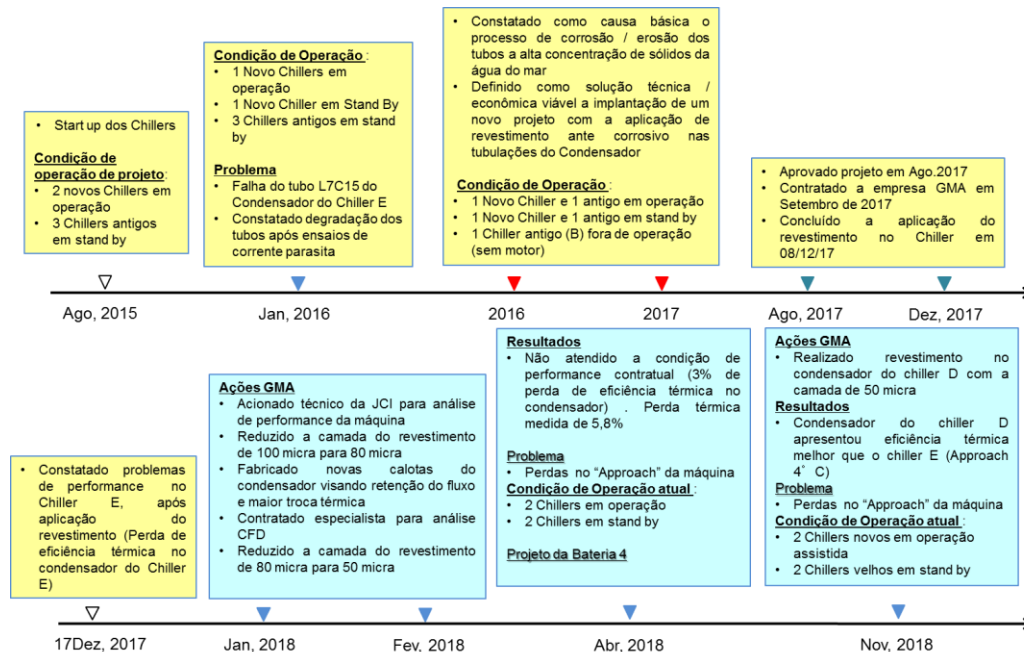


Figura 7 – Cronologia

## 2.1.3 Premissas

As premissas foram levantadas com base no estudo dos dados obtidos através do sistema de monitoramento junto com as diretrizes da empresa e alinhadas com a estratégia de gestão de ativos.

- Receber o gás COG do resfriador primário a uma vazão e temperatura máxima de **100.000 Nm<sup>3</sup>/h e 45 °C**;
- Receber água desmineralizada a uma vazão entre **684 e 756m<sup>3</sup>/h** e água do mar a uma vazão entre **835 e 921 m<sup>3</sup>/h**;
- Fornecer água gelada para o resfriador secundário a temperaturas entre **12 e 18°C**;
- Capacidade de superar em **10%** a carga térmica máxima do resfriador secundário;
- Atender todos os itens acima com temperatura máxima de água do mar em **26° C**;
- Possuir equipamento (s) em **stand by**;
- Confiabilidade, disponibilidade e custo para um ciclo de vida de **20 anos**.

## 2.1.4 Alternativas

Em função das premissas estabelecidas, foram analisadas cinco alternativas visando identificar aquela que esteja mais alinhada com os objetivos estratégicos da empresa.



**1º Realizar o Reparo Mínimo:** realizar apenas as manutenções que possibilite os grupo A e C operar dentro do padrão do desempenho esperado e modificação no painel elétrico de alimentação possibilitando o alinhamento dos chillers A com D e C com E. Não haverá crescimento da confiabilidade no sistema.

**2º Realizar Revamp:** realizar manutenção em todos os sistemas que compõem os grupos A e C possibilitando um crescimento da confiabilidade e modificação no painel elétrico de alimentação possibilitando o alinhamento dos chillers A com D e C com E.

**3º Substituição dos Grupos A e C:** substituir os grupos frigoríficos por um novo chiller de 1450 TR de capacidade de refrigeração.

**4º Substituição dos Grupos A e C – Condensador Revestido:** substituir os grupos frigoríficos por um novo chiller de 1450 TR de capacidade de refrigeração com condensador revestido contra desgaste e corrosão. O revestimento reduza eficiência de troca térmica do condensador aumentando o consumo de energia e limitando a capacidade do equipamento para temperatura alta de água do mar e retorno de água gelada.

**5º Substituição dos Grupos A e C – Condensador Titânio:** substituir os grupos frigoríficos por um novo chiller de 1450 TR de capacidade de refrigeração com condensador de titânio altamente resistente contra desgaste e corrosão, sem comprometer a troca térmica do condensador e eficiência do equipamento.

### 2.1.5 Diagrama de Blocos das Alternativas de Projeto

Para a realização deste estudo foram coletados do sistema de gerenciamento da manutenção os registros de manutenção da central de água gelada da coqueria. Para os grupos frigoríficos A e C foram coletados dados de jan/2010 a dez/2013, período que os equipamentos estavam em operação em conjunto com o grupo frigorífico B que atualmente está desativado. Os chillers D e E entraram em operação em ago/2015 e os dados foram coletados até jul/2018, nesse período os A e C ficaram na maior parte do tempo na condição de stand by com poucas horas de manutenção.

A figura 8 mostra a estratificação dos eventos de manutenção juntamente com os dados de TTF e TTR.

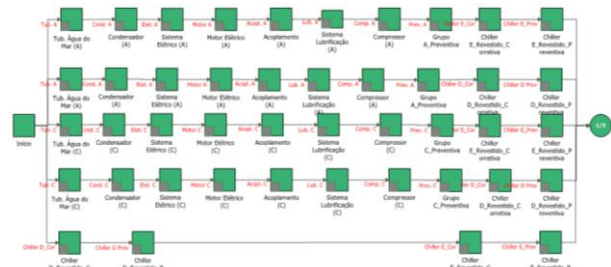
Descrição	Data de Início	Hora Início	Data Fim	Hora Fim	TTF (hora)	TTR (hora)
EXECUTAR - ABERTURA DAS TAMPAS DO CONDENSADOR PARA VERIFICAÇÃO	01/02/2016	6	01/02/2016	12		
EXECUTAR - VIDEOSCOPIA NO TROCADOR DE CALOR DO CONDENSADOR DO GRUPO "D".	04/02/2016	08:30	04/02/2016	17:30	4422	106
FECHAR - TAMPAS DO CONDENSADOR DO GRUPO FRIGORÍFICO DA COQUERIA	05/02/2016	12	05/02/2016	16		
ABRIR - TAMPAS DO CONDENSADOR IDENTIFICAR E PLUGUEAR TUBOS, FECHAR TAMPAS E LIMPAR FILTRO DE ÁGUA DO MÃR	28/03/2016	8	30/03/2016	17	1240	57
FALHA NO TRANSDUTOR DE SAÍDA DE ÁGUA DO EVAPORADOR	09/04/2016	00:28	09/04/2016	10:30	223	10
MOTOR VANES	15/06/2016	13	15/06/2016	17	1608	4
ABRIR - TAMPA DE FLUXO E TAMPA CEGA DO CONDENSADOR PARA INSPEÇÃO DOS ANODOS DE SACRIFÍCIO	13/08/2016	8	13/08/2016	17	1424	64
ABRIR - TAMPA DE FLUXO DO CONDENSADOR PARA INSPEÇÃO, LIMPAR O ESPELHO E FECHAR. LUBRIFICAR OS PARAFUSOS DAS VÁLVULAS	15/08/2016	8	16/08/2016	17		
ABRIR - TAMPAS DO TROCADOR DE CALOR E EFETUAR LIMPEZA MECÂNICA DO MESMO E DEMAIS ATIVIDADES.	14/12/2016	8	16/12/2016	17		
EXECUTAR - ENSAIO DE EDDY CURRENT NO TROCADOR DE CALOR DO CONDENSADOR DO GRUPO "D".	19/12/2016	08:30	23/12/2016	17:30	2888	369
FECHAR - AS TAMPAS DO CONDENSADOR DO CHILLER "D" DA CENTRAL DE ÁGUA GELADA DO TRATAMENTO DE GÁS	29/12/2016	8	29/12/2016	17		
ABRIR - TAMPAS DO CONDENSADOR, EFETUAR LIMPEZA COM ESCOVAÇÃO, LIMPAR O FILTRO CESTO E SUBSTITUIR ANODOS	03/07/2017	8	07/07/2017	17		
EXECUTAR - VIDEOSCOPIA NO TROCADOR DE CALOR DO CONDENSADOR DO GRUPO "D"	04/07/2017	8	06/07/2017	12	4455	273
EXECUTAR - ENSAIO DE EDDY CURRENT NO TROCADOR DE CALOR DO CONDENSADOR DO GRUPO "D"	10/07/2017	8	13/07/2017	17		
FECHAR - AS TAMPAS DO CONDENSADOR DO CHILLER "D" DA CENTRAL DE ÁGUA GELADA DO TRATAMENTO DE GÁS	14/07/2017	8	14/07/2017	17		
TROCAR - SENSOR DE FLUXO DE ÁGUA GELADA.	06/07/2018	8	06/07/2018	12	8559	4

Figura 8 – Dados de TTF e TTR do chiller D

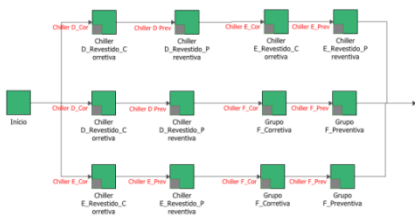
Com os dados demonstrados na figura 8, foram identificados as distribuições e parâmetros de confiabilidade com o uso do software *Weibull++* e realizado análise RAM com o uso do software *BlockSim* ambos da *ReliaSof* para as alternativas de projeto conforme demonstrado nas figuras 9 a 13.



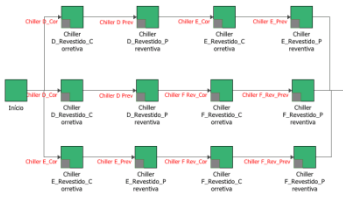
**Figura 9 – Alternativa A:** Realizar reparo mínimo nos grupos “A” e “C”



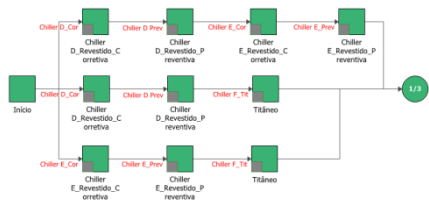
**Figura 10 – Alternativa B:** Realizar revamp nos grupos “A” e “C”



**Figura 11 – Alternativa C:** Substituição dos grupos “A” e “C” por um novo *chiller*



**Figura 12 – Alternativa D:** Substituição dos grupos “A” e “C” por um *chiller* com condensador revestido.

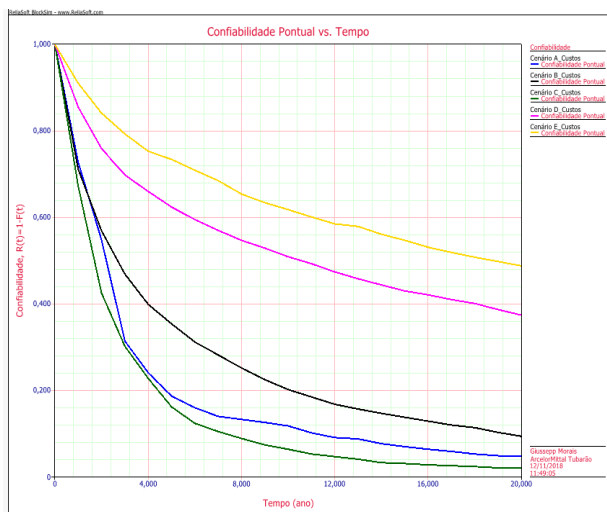


**Figura 13 – Alternativa E:** Substituição dos grupos “A” e “C” por um *chiller* com condensador de titânio.

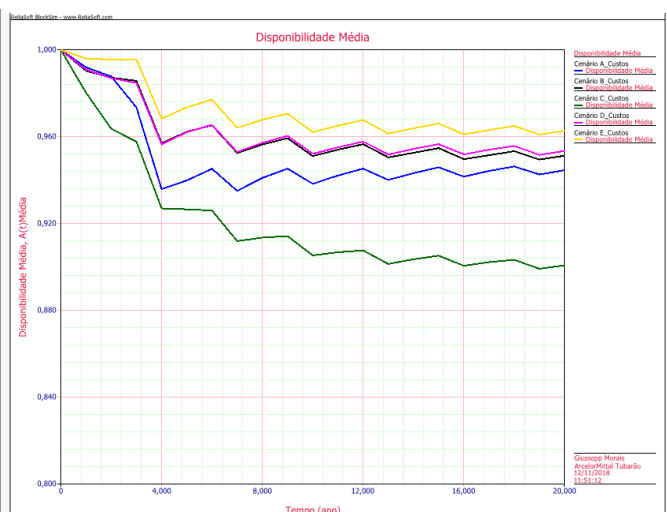
**2.1.6 Curvas de Confiabilidade e Disponibilidade**

Baseada nas curvas estatísticas geradas através de dados históricos quantitativos foram realizadas projeções futuras de confiabilidade e disponibilidade com as cinco alternativas de projeto conforme demonstrado nas figuras 14 e 15.

- **Alternativa A:** Realizar reparo mínimo nos grupos “A” e “C”
- **Alternativa B:** Realizar revamp nos grupos “A” e “C”
- **Alternativa C:** Substituição dos grupos “A” e “C” por um novo *chiller*
- **Alternativa D:** Substituição dos grupos “A” e “C” por um *chiller* com condensador revestido.
- **Alternativa E:** Substituição dos grupos “A” e “C” por um *chiller* com condensador de titânio.



**Figura 14 – Curvas de confiabilidade das alternativas**



**Figura 15 – Curvas de disponibilidade das alternativas**

Através das curvas de confiabilidade e disponibilidade de um ativo ao longo do tempo é possível determinar o seu ciclo de vida, ou seja, tempo ao qual o ativo não mais conseguirá desempenhar suas funções inicialmente esperada devida o desgaste ao longo do tempo. Mas somente esses dados não são possíveis determinar a melhor alternativa de projeto que apresente o menor custo de ciclo de vida. Para tanto foi necessário à implementação da engenharia econômica no estudo.

### 2.1.7 Estrutura de Decomposição de Custos

Foi criada uma Estrutura de Decomposição de Custos que define as fases específicas do ciclo de vida e as categorias de custos relevantes das alternativas de projeto conforme figura 16.

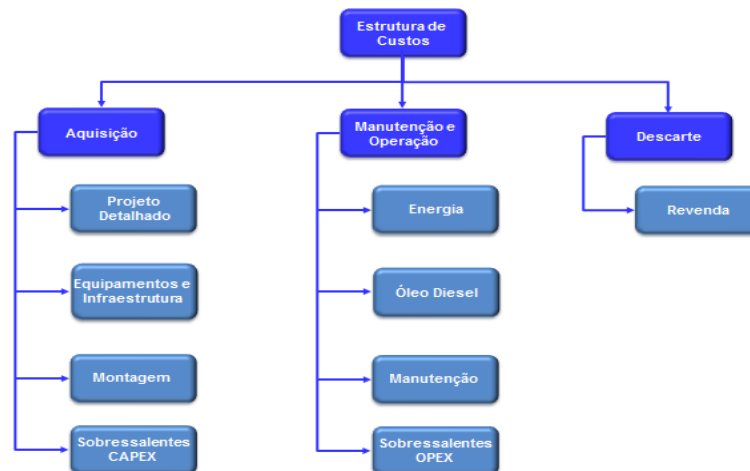


Figura 16 – Estrutura de Decomposição de Custos

Após definidos os elementos de custos e estimar os eventos ao longo do tempo, foi necessário realizar uma correção financeira, de modo a temporalizar os valores futuros ao momento atual.

### 2.1.8 Análise Econômica

Associando os dados de confiabilidade com os custos para cada alternativa de projeto, foi possível realizar uma análise econômica para o período de 20 anos utilizando o Custo Anual Equivalente - CAE que permitiu a análise de payback entre as alternativas e identificar que a alternativa E representa menor CAE (figura 17).

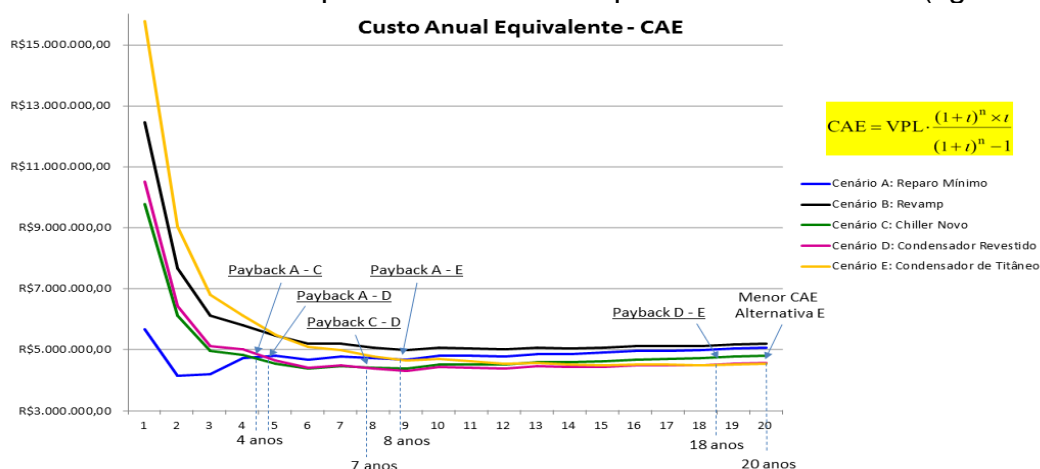


Figura 17: Curvas do custo anual equivalente para 20 anos

### 2.1.9 Direcionamento para Tomada de Decisão

Como o CAE das alternativas D e E apresentaram valores muito próximos (diferença R\$ 34.657,88) foi utilizado a ferramenta SWOT representada na figura 18 (*Strengths, Weaknesse, Opportunities e Threats*) para suportar na tomada de decisão da melhor alternativa.

Cenários	Identificação dos principais cenários	Avaliação dos principais cenários (SWOT)
D	01 novo equipamento com revestimento no condensador em substituição dos grupos A e C;	<p><b>S:</b> Representa a 2º maior confiabilidade e disponibilidade das alternativas; vida útil acima de 20 anos; 2º menor CAE.</p> <p><b>W:</b> Redução da eficiência de troca térmica do condensador; aumento consumo de energia; limitação da capacidade do equipamento para alta temperatura de água do mar e processo; não conhecimento da eficácia do revestimento; perda da garantia do equipamento.</p> <p><b>O:</b> N/A</p> <p><b>T:</b> Não atender a demanda do tratamento de gás em momento de alta temperatura de água do mar e ineficiência do resfriador primário.</p>
E	01 novo equipamento com condensador de titâneo em substituição dos grupos A e C;	<p><b>S:</b> Representa a maior confiabilidade e disponibilidade das alternativas; vida útil acima de 20 anos; apresenta menor CAE em 20 anos; menor consumo de energia e alta eficiência.</p> <p><b>W:</b> Maior custo de investimento inicial.</p> <p><b>O:</b> Atender a demanda do tratamento de gás em momento de alta temperatura de água do mar e ineficiência do resfriador primário.</p> <p><b>T:</b> N/A</p>

Figura 18: SWOT das alternativas D e E.

### 3 CONCLUSÃO

A otimização dos processos de aquisição, manutenção e descarte de ativos, por uma indústria siderúrgica, é um item de extrema relevância no que diz respeito ao seu desenvolvimento e da competitividade em um mercado cada vez mais agressivo, pois a falta de planejamento e simples intuição nestes processos levam ao desperdício de recursos ou no mínimo ao distanciamento do aproveitamento da capacidade potencial máxima ao qual a empresa deve extrair de seus ativos. Para que ocorra a substituição dos ativos em fim de vida econômica de forma a maximizar o valor contábil e social da empresa é necessário à aplicação do método de Análise do Custo do Ciclo de Vida de um Ativo.

Com o estudo de LCC foi possível identificar a melhor alternativa de investimento que atendesse os padrões de desempenho esperado da planta de resfriamento de gás com o menor custo do ciclo de vida.

### REFERÊNCIAS

- 1 Mileipe, Shaney. Método De Análise Do Custo Do Ciclo De Vida Aplicado a Indústria Siderúrgica 2017
- 2 RS403 – Confiabilidade de Sistemas
- 3 ARCELORMITTAL TUBARÃO. Disponível em: <http://tubarao.arcelormittal.com/>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.
- 4 RELIASOFT: Disponível em: [www.reliawiki.org/index.php/life\\_data\\_analysis\\_reference\\_book](http://www.reliawiki.org/index.php/life_data_analysis_reference_book). Acesso em: 01 de junho de 2018
- 5 Lafraia, João Ricardo. Manual da Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade, Rio de Janeiro: Qualitymark; 2001