

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS**

**CARLOS EDUARDO RIZZO E SILVA**

**GERENCIAMENTO DE RISCOS:**  
**CONCEITOS E APLICAÇÃO PARA A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA**

**São Paulo**

**2012**

Departamento de Engenharia  
Metalúrgica e de Materiais da  
Escola Politécnica da USP

**Carlos Eduardo Rizzo e Silva**

**GERENCIAMENTO DE RISCOS:  
CONCEITOS E APLICAÇÃO PARA A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA**

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo

Departamento de Engenharia  
Metalúrgica e de Materiais

Orientador: Prof. Dr. Guilherme  
Frederico Bernardo Lenz e Silva

**São Paulo**

**2012**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e a todos que trabalham arduamente na esperança de construir um mundo mais justo, seguro e feliz.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Professor Doutor Guilherme F. B. Lenz e Silva por todo o suporte dado a este trabalho.

Gostaria de agradecer, principalmente, a toda minha família, que sempre me deu condições para que eu pudesse buscar meu melhor.

Agradeço aos colegas e amigos da Allianz Seguros S.A. que sempre me apoiaram e ajudaram, em especial a Ricardo Kusaba pela confiança em mim depositada.

Agradeço muito a todos os amigos que conquistei na vida e me dão forças nos momentos de maior necessidade, em especial aos colegas do PMT, como Fernando Cunha, Rodrigo Dalti, Alessandra Zinsly, entre outros com quem dividi diversos momentos ao longo desse semestre.

Por fim, é meu dever citar o nome de 6 pessoas que me brindaram através desses últimos anos com uma sintonia ímpar: Antônio Zambon, Fernando Saes, Vinícius Navarro, Adriana Miranda, Joyce Martins e, de maneira mais do que especial, Giuliana Facco.

## RESUMO

Introdução de conceitos de risco, seguro e gerenciamento. O intuito do trabalho é levar empreendimentos siderúrgicos ao autoconhecimento através da vertente de análise de riscos, buscando demonstrar que são intrínsecos à operação mas que podem ser melhor estudados e minimizados, protegendo com medidas de fácil implementação e baixo custo seus funcionários e sua produção. Entendendo o gerenciamento de riscos como uma parte essencial da operação, é possível minimizar prejuízos e melhorar a qualidade e confiabilidade de um empreendimento siderúrgico.

Palavras-chave: Risco, Seguro, Gerenciamento de Riscos, Siderurgia.

## ABSTRACT

Introduction to risk, insurance and management. The goal for this study is to assist steelmaking companies in search for self-knowledge, through the demonstration that risks are inherent of operation, but can be studied and mitigated, protecting employers, employees, facilities and the operation by applying easy, low cost and efficient measures. Understanding that risk management is an essential part of the operation leads the company to achievements such as better liability, product quality and financial results.

Keywords: Risk, Insurance, Risk Management, Risk Assessment, Steelmaking.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ALoP - <i>Advanced Loss of Profit</i>	FUNENSEG - Fundação Escola Nacional de Seguros
ANS - Agência Nacional de Saúde	GAF - Gás de Alto-Forno
AOD - <i>Argon Oxygen Decarburization</i>	GCO - Gás de Coqueria
BOF - <i>Basic Oxygen Furnace</i>	GR - Gerenciamento de Riscos
CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes	IMIA - <i>The International Association of Engineering Insurers</i>
CNSP - Conselho Nacional de Seguros Privados	IOF - Imposto sobre Operações Financeiras
CRSNSP - Conselho de Recursos do Sistema Nacional de Seguros Privados	IRB - Instituto de Resseguros do Brasil
CSN - Companhia Siderúrgica Nacional	IR-UT - <i>Injection Refining - Up Temperature</i>
CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão	LD - "Linz-Donavitz" = BOF
D&O - <i>Directors and Office</i>	NR - Norma Regulamentadora
DDR - Dispensa do Direito de Regresso	PML - <i>Possible Maximum Loss</i>
DSU - <i>Delay in Start-Up</i>	RH - "Rheinstahl Heraeus"
E&O - <i>Errors and Omission</i>	SESMT - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
EAF - <i>Electric Arc Furnace</i>	SHEP - Security, Health, Environment,
EPI - Equipamento de Proteção Individual	SUSEP - Superintendência de Seguros Privados
FEA - Forno Elétrico a Arco (= EAF)	SWOT - <i>Strenght, Weakness, Opportunities, Threats</i>
FENACOR - Federação Nacional de Empresas de Seguro	VOD - <i>Vacuum Oxygen Decarburization</i>
FENASEG - Federação Nacional de Corretores de Seguro	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pirâmide de Acidentes de Bird .....	2
Figura 2 - Curva da banheira - taxa de falha esperada X tempo de operação.....	24
Figura 3 - Esquema de uma Usina Siderúrgica, contendo as áreas de redução, aciaria e lingotamento acima e laminação abaixo .....	33
Figura 4 - Stacker (esquerda) e Reclaimer (direita) .....	34
Figura 5 - Planta de sinterização (arquivo COSIPA) .....	35
Figura 6 - Coqueria 3 da Usiminas Ipatinga, que entrou em operação em 2010 .....	36
Figura 7 - Alto-forno na ArcelorMittal, antiga Acesita .....	38
Figura 8 - Alto-forno da antiga COSIPA em 1990 .....	38
Figura 9 - esquema básico de um conversor a oxigênio .....	40
Figura 10 - Conversor a oxigênio da aciaria nº 2 da COSIPA, em 1990 .....	41
Figura 11 - Forno Elétrico a Arco da Villares Metals em Sumaré (SP).....	42
Figura 12 - Sistema de Lingotamento Contínuo (1 - Panela, 2 - Distribuidor, 3/6 - Moldes, 4/5 - Eletrodos) .....	45
Figura 13 - máquina de lingotamento contínuo da COSIPA em 1990.....	46
Figura 14 - Laminação de chapas grossas da COSIPA em 1990 .....	47
Figura 15 - Consolidação da análise quantitativa de riscos siderúrgicos .....	67
Figura 16 - Exemplo de gráfico de severidade x frequência aplicado ao alto-forno e à laminação .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de classificação de frequências e severidade .....	26
Tabela 2 - Escalas de aceitação do risco e tipo de consequência para a análise direta .....	26
Tabela 3 - Perdas afetando a usina siderúrgica como um todo .....	51
Tabela 4 - Perdas afetando coquearias .....	52
Tabela 5 - Perdas afetando o alto-forno e seus equipamentos relacionados.....	53
Tabela 6 - Perdas afetando conversores a oxigênio .....	55
Tabela 7 - Perdas afetando o forno elétrico a arco .....	56
Tabela 8 - Perdas afetando os processos de refino secundário de aço.....	57
Tabela 9 - Perdas afetando o lingotamento contínuo.....	57
Tabela 10 - Perdas afetando a laminação.....	58
Tabela 11 - Análise SWOT de uma siderúrgica do ponto de vista de seus riscos ....	60
Tabela 12 - Principais riscos e possíveis barreiras em uma usina siderúrgica .....	62
Tabela 13 - Análise quantitativa de riscos para o pátio de minérios.....	64
Tabela 14 - Análise quantitativa de riscos para a sinterização.....	64
Tabela 15 - Análise quantitativa de riscos para a coquearia .....	64
Tabela 16 - Análise quantitativa de riscos para o alto-forno.....	65
Tabela 17 - Análise quantitativa de riscos para o conversor a oxigênio.....	65
Tabela 18 - Análise quantitativa de riscos para o forno elétrico a arco .....	65
Tabela 19 - Análise quantitativa de riscos para o refino secundário .....	66
Tabela 20 - Análise quantitativa de riscos para o lingotamento .....	66
Tabela 21 - Análise quantitativa de riscos para a laminação .....	66
Tabela 22 - Seção 27 do Quadro I da NR 4 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas).....	69
Tabela 23 - Quadro II da NR 4 - Dimensionamento dos SESMT .....	70

## Sumário

1	Introdução ao Conceito de Riscos .....	1
2	Introdução ao Seguro .....	4
2.1	Noção de Seguro .....	6
2.1.1	Apólice de Seguros.....	7
2.1.2	Cálculo do Prêmio .....	7
2.1.3	Regulação de Sinistros.....	10
2.2	Funcionamento do Seguro no Brasil .....	11
2.2.1	Seguradoras .....	11
2.2.2	Corretoras.....	12
2.2.3	Resseguradoras .....	12
2.2.4	Órgãos Reguladores.....	13
3	Tipos de Risco / Modalidades de Seguro .....	15
3.1	Pessoais.....	15
3.1.1	Vida .....	15
3.1.2	Acidentes Pessoais .....	15
3.1.3	Seguro Saúde.....	16
3.1.4	Responsabilidade Civil .....	16
3.2	Operacionais .....	17
3.2.1	Incêndio / Propriedade.....	17
3.2.2	Quebra de Máquinas .....	17
3.2.3	Lucros Cessantes .....	18
3.3	Logísticos .....	18
3.3.1	Obras Civas / Instalação e Montagem .....	18
3.3.2	Transportes .....	19
3.3.3	ALoP / DSU .....	20
3.4	Gerenciais.....	20

3.4.1	D&O (Directors & Office) .....	20
3.4.2	E&O (Errors & Omissions).....	21
4	Introdução ao Gerenciamento de Riscos.....	22
4.1	Importância do Gerenciamento de Riscos .....	23
4.2	O papel de um Gerente de Riscos .....	23
4.3	Principais Modelos Qualitativos de Gerenciamento de Risco .....	23
5	Gerenciamento de Riscos em Empreendimentos Siderúrgicos.....	31
5.1	Classificação de uma Indústria Siderúrgica .....	31
5.1.1	Usinas Integradas.....	31
5.1.2	Usinas Semi-Integradas .....	32
5.2	Principais Equipamentos, Processos e Riscos Associados .....	32
5.2.1	Pátio de Matérias-Primas .....	33
5.2.2	Coqueria / Sinterização .....	35
5.2.3	Alto-Forno.....	37
5.2.4	Conversor a Oxigênio (Conversor LD).....	40
5.2.5	Forno Elétrico a Arco (usinas semi-integradas).....	42
5.2.6	Refino Secundário .....	43
5.2.7	Lingotamento Contínuo .....	44
5.2.8	Laminação .....	46
5.3	Histórico de Acidentes no Setor Siderúrgico .....	48
6	Tomada de Decisão para Gestão de Risco em Siderurgia.....	60
7	Conclusão.....	71
8	Sugestões Futuras.....	72
9	Bibliografia .....	73
	ANEXO A - Normas Regulamentadoras .....	79
	ANEXO B - Ramos de Seguro .....	81

## **1 Introdução ao Conceito de Riscos**

Todas as pessoas estão sujeitas a diversas situações de risco em seu dia-a-dia, como o risco de pegar uma doença, sofrer um acidente, ser assaltado, perder algo ou alguém. A percepção dos riscos varia de pessoa para pessoa dependendo do local onde mora, de sua cultura, de suas experiências passadas, das informações a que tem acesso, entre outros fatores. A percepção de um risco varia, portanto, de acordo com a frequência com que uma pessoa o confronta ou através de consequências marcantes que não a permitem esquecer. Quando um risco é frequente ou severo tenciona o ser humano a buscar maneiras de minimizar o risco ou seus efeitos.

O mesmo acontece na Indústria. Em qualquer empreendimento deve-se sempre analisar os riscos a ele associados. No fundo, qualquer situação indesejada que tem alguma possibilidade de ocorrer é uma situação de risco. Dessa forma, não existe um empreendimento livre de riscos. Por isso, é papel dos engenheiros e gestores determinar quais riscos são aceitáveis, tomando todas as medidas necessárias para que os permaneçam todos em uma zona de baixo impacto e baixa probabilidade de ocorrerem.

Para determinar o grau de aceitabilidade dos riscos presentes, primeiro deve-se fazer um levantamento sobre todos os riscos existentes no empreendimento. Uma vez mapeados os riscos de uma atividade, procura-se dimensioná-los, buscando determinar com que frequência ocorrem e qual seria seu impacto. Através dessa análise, é possível traçar um plano para minimizar sua frequência ou impacto gerado. Os riscos envolvidos variam com a empresa, sua finalidade, localização, etc. Mesmo empresas similares podem estar sujeitas a riscos particulares bastante diferentes. É por isso que deve ser feito um trabalho de Gerenciamento de Riscos em qualquer empresa, ligando-o à estratégia da mesma e fazendo dele parte do dia-a-dia tanto de sua operação como de suas lideranças.

A Indústria está sujeita a riscos de ordem trabalhista, operacional ou econômico. Todos os riscos associados ao negócio podem gerar algum tipo de prejuízo econômico. Um atraso na operação pode causar prejuízos financeiros e de imagem à companhia. Um acidente pode resultar em uma parada não planejada,

redução do efetivo, necessidade de pagamento de indenização e um sentimento crescente de insatisfação em seus funcionários.

Um estudo realizado por Takala em 1998 estima que cerca de trezentas mil (300.000) pessoas são mortas e duzentas e cinquenta milhões (250.000.000) feridas por ano no planeta em acidentes ocupacionais. [1] Esse estudo apresenta uma fatalidade 10 vezes menor para acidentes com lesão quando comparada às lesões graves esperadas de acordo com a teoria da Pirâmide de Acidentes de Frank Bird Jr. (1921-2007) desenvolvida em 1966. [2]



Figura 1 - Pirâmide de Acidentes de Bird [2]

O estudo de Bird baseou-se primeiramente na teoria da proporcionalidade de Herbert William Heinrich (1881-1962) que afirmava que para cada acidente com lesão incapacitante haviam 29 lesões não incapacitantes e 300 acidentes sem lesão. [3] Heinrich também desenvolveu a teoria dos dominós em 1929, enquanto trabalhava na *Travelers Insurance Company*, Nova Iorque. Essa teoria afirmava que para a ocorrência de um acidente com lesão é necessária uma sequência de acontecimentos, descritos como:

1. Personalidade do trabalhador (insubordinação, ganância, descuido, entre outras características pessoais, mas que podem ser incentivadas ou combatidas pela empresa);
2. Falhas humanas (causadas por sua personalidade, ignorância, inaptidão, imprudência ou imperícia);
3. Atos ou condições inseguras (falhas humanas ligadas a um ambiente de trabalho impróprio, seja por imperfeições físicas ou mecânicas);
4. Acidente (ocasionado pela conjunção dos 3 primeiros "dominós");

#### 5. Lesão (resultado possível de um acidente).

Baseado em sua teoria, Heinrich afirmou ainda que 88% dos acidentes são provocados por atos humanos inseguros , 10% por condições inseguras e 2% por causas fortuitas. Ainda assim, Heinrich afirmava que a responsabilidade deveria ser sempre do empregador, responsável por prover as melhores condições de trabalho possíveis, além de treinamento, supervisão e disciplina. A teoria dos dominós foi revisada por Bird em 1976. [4]

Risco, portanto, é a combinação da consequência de um evento que causa perda versus a probabilidade dele ocorrer. Ele deve ser um acontecimento possível, futuro e incerto, independentemente da vontade das pessoas, sendo de alguma forma mensurável e resultando em prejuízos de ordem econômica.

## 2 Introdução ao Seguro

Os primeiros indicativos sobre o seguro nasceram na Antiguidade, especialmente entre babilônios e fenícios, devido à divisão de prejuízos praticada por grupos de comerciantes, como perdas de cargas, camelos, embarcações, entre outras. O mutualismo (princípio que considera a pequena participação de muitos visando a proteção do grupo contra prejuízos) aplicado por esses povos voltou a ter destaque no século XII, com o "Contrato de Dinheiro a Risco Marítimo", baseado em uma aposta, no qual um financiador garantia o valor da embarcação e das mercadorias em troca de um prêmio em dinheiro. Ainda no mesmo século, esses contratos foram proibidos pela igreja por considerá-los apostas. Para contornar essa situação, foi criado o "Feliz Destino", no qual banqueiros compravam a viagem, arcando com os prejuízos no caso de um naufrágio, porém recebendo um prêmio adicional em caso de sucesso. [5]

O primeiro contrato de seguro nos moldes atuais foi firmado em 1347, em Gênova, com a emissão da primeira apólice, um contrato de seguro de transporte marítimo. Desde então o seguro cresceu de forma vertiginosa, impulsionado pelas Grandes Navegações e pelo novo método de cálculo do prêmio, baseado na Teoria das Probabilidades desenvolvida por Blaise Pascal (1623-1662) e Pierre Fermat (1601-1665) associada à estatística. Por volta de 1653, Lorenzo Tonti (1602-1684), um banqueiro italiano, criou a Tontina, uma das primeiras sociedades de socorro mútuo, na qual uma contribuição era realizada e os contribuintes recebiam dividendos anualmente, sendo o dividendo de um contribuinte que viesse a falecer partilhado entre os demais; foi implementado na Holanda e na França, porém seu sucesso foi curto. Quinze anos depois, Edward Lloyds (1648-1713), proprietário de um bar em Londres que era ponto de encontro de navegadores e atraía pessoas interessadas nos negócios de seguros, fundou o Lloyd's, uma verdadeira bolsa de seguros que opera até os dias de hoje. Nessa época, devido ao Grande Incêndio de Londres, em 1666, que destruiu cerca de 25% da cidade, surgiram os primeiros produtos de cobertura terrestre. [6] No século XVIII, época da Revolução Industrial, foram criados os seguros de vida, incêndio, transportes terrestres e proteção de máquinas. Com a produção em série e novas dimensões de escala, a figura do

segurador individual desapareceu, entrando em seu lugar as companhias seguradoras. [7]

No Brasil, o seguro chegou em 1808, com a abertura dos portos por D. João VI, quando o comércio marítimo com outros países foi intensificado. A primeira companhia nacional de seguros foi a Cia. de Seguros Boa Fé. Após a Independência, há a aprovação de um novo código comercial, o qual regulamentava seguros marítimos. Surgem o seguro contra incêndio e mortes de escravos. Em 1855, é fundada a Tranquilidade, no Rio de Janeiro, primeira seguradora a comercializar o seguro de vida no Brasil. Aos poucos, empresas de seguro estrangeiras começaram a se instalar no país, trazendo consigo suas próprias especialidades. [7]

Após a proclamação da República, a atividade seguradora foi regulamentada em todas suas modalidades. O 1º Código Civil Brasileiro, promulgado em 1916, regulamentava todos os ramos de seguros comercializados. Durante o Estado Novo (Getúlio Vargas: 1937-1945), teve início a nacionalização do seguro. Em 1939 foi criado o Instituto de Resseguros do Brasil (IRB), órgão do Governo Federal que passou a usufruir do monopólio do resseguro no país por quase 70 anos. Por meio do Decreto Nº 2063/40, o cosseguro foi regulamentado, tornando-se obrigatório para alguns casos. O Decreto-Lei Nº 73, de 21 de novembro de 1966, consolidou a legislação do seguro, sendo instituído o Sistema Nacional de Seguros, com a criação da Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), órgão oficial fiscalizador das operações de seguros. Nesse momento, surgiram os primeiros seguros obrigatórios. [7] A partir do momento de sua promulgação, o mercado financeiro e segurador passou a ser regido pelo Artigo 192 da Constituição Federal de 1988. Em 2002, há a criação do Novo Código Civil, e em 2007 é aprovada a lei de abertura do mercado ressegurador, acabando com o monopólio do IRB a partir de abril de 2008. [5]

Atualmente, o mercado segurador no Brasil conta com dezenas de companhias seguradoras, nacionais e estrangeiras, especializadas em diversas modalidades de seguro. Uma diferença em relação a grande parte dos países é que no Brasil, pela regulamentação local, é necessária uma apólice de seguros emitida no próprio país para riscos aqui cobertos. Esse fator aliado ao crescimento

econômico e a uma mentalidade crescente da importância do seguro no Brasil vem contribuindo bastante com o aumento da atividade securitária nacional.

## 2.1 Noção de Seguro

Seguro é um acordo no qual uma pessoa (Segurado) garante para si ou para outros (Beneficiários), mediante uma pequena remuneração (Prêmio), o ressarcimento (Indenização) de prejuízos que venha a sofrer em consequência da realização de um dos eventos previstos no contrato (Riscos cobertos). O contrato de seguros é baseado no princípio da boa-fé, sendo esta exigida tanto ao segurado quanto ao segurador, prevendo o Código Civil Brasileiro (Lei 10.406 de 10 de janeiro de 2002) sanções cabíveis para quem se utilizar da má-fé. A boa-fé é o âmago do contrato de seguro porque o segurado deve sempre emitir declarações verdadeiras, a fim de que o seguro contratado e os riscos cobertos possam ser devidamente honrados pelo segurador, pois, dependendo do risco a ser coberto, tanto o valor do prêmio como as reservas efetuadas pelo segurador podem variar dependendo das condições de trabalho, valor em risco, modo de operação e demais informações apresentadas. [8] Caso seja observada uma fraude, o contrato perde seu valor, podendo a seguradora se isentar do pagamento da indenização. Por outro lado, caso não haja má-fé do segurado, espera-se que a seguradora honre também seus compromissos, se comprometendo a colocar no contrato cláusulas e coberturas prometidas e seguindo os termos da apólice.

Segurado é o contratante que, mediante o pagamento de uma quantia determinada ou prêmio, transfere determinado risco à seguradora. Para uma pessoa tornar-se segurada, deve possuir capacidade civil. Para uma empresa ser segurada, deve ter legalidade jurídica. No Brasil, serviços públicos, comerciantes e industriais são obrigados a se segurarem contra incêndio e raios. O Decreto-Lei nº 7.036/44, Artigo 1, declara que todo empregador deve segurar seus empregados contra riscos de acidentes de trabalho na instituição de previdência social a que estiverem filiados.

Segurador remete à instituição que assume o risco, propondo-se a indenizar os segurados pelos danos sofridos, no caso da ocorrência do sinistro. No Brasil, obrigatoriamente, o segurador deve ser constituído na forma de Sociedade Anônima. O Decreto-Lei nº 2.063/40, Artigo 1, afirma que pessoa física não pode ter o papel de Segurador.

Risco é um acontecimento possível, futuro e incerto quanto à sua realização e quanto ao momento em que ocorrerá. A ocorrência do risco deve independe da vontade das partes contratantes, ser mensurável e resultar em prejuízo de ordem econômica. É importante frisar que o seguro é feito com base em riscos e não em coisas. Por exemplo, quando é feito um seguro de automóvel, pode-se escolher não solicitar a cobertura contra terceiros, e nesse caso esse risco não estará amparado pela apólice de seguros.

### **2.1.1 Apólice de Seguros**

Os instrumentos básicos para a formulação do contrato de seguro no Brasil são a Proposta, destinado à contratação do seguro, de acordo com o Artigo 759 do Código Civil Brasileiro de 2002, e a Apólice, o contrato de seguro propriamente dito, de acordo com o Artigo 758 do Código Civil Brasileiro de 2002. [9] A proposta é comumente apresentada pelo futuro segurado após receber as cotações das companhias seguradoras referentes ao risco negociado, incluindo descrição do risco, limite de indenização, coberturas e cláusulas, limites de garantia, prêmio e franquias.

As regras para aceitação da proposta e emissão da apólice pela seguradora foram estabelecidas pela Circular SUSEP 251, de 15/04/2004, tais como o prazo de 15 dias para que a seguradora se manifeste sobre a aceitação ou recusa da proposta a ela apresentada. [10]

### **2.1.2 Cálculo do Prêmio**

Prêmio é o pagamento realizado pelo segurado ao segurador em troca do repasse do risco, ou seja, é o custo do seguro mais impostos e encargos.

Para se chegar até o Prêmio Total a ser pago pelo cliente, o cálculo do prêmio segue um caminho, sendo composto pelo Prêmio Estatístico, carregamento comercial, IOF e custo de apólice, como explicados abaixo.

A base do Prêmio Total consiste no Prêmio Estatístico. Esse Prêmio tenciona cobrir o custo estimado dos prejuízos, sendo obtido a partir da mensuração do risco. Para determinar o Prêmio Estatístico (PE), devemos levar em consideração o Valor Matemático do Risco (VM) e o Custo Médio dos Sinistros (CM).

O Valor Matemático do Risco (VM) é uma medida da frequência relativa de sinistros. Analisando um determinado número de riscos similares, observa-se a quantidade de ocorrências verificadas, chegando a um percentual de sinistros: [11]

$$VM = \frac{N^{\circ} \text{ de Sinistros Ocorridos (NS)}}{N^{\circ} \text{ de Riscos Pesquisados (NR)}} \times 100\% \quad (\text{Equação 1})$$

O Custo Médio dos Sinistros (CM) representa a severidade das ocorrências e é resultado da divisão do Prejuízo Total pelo número de sinistros ocorridos: [11]

$$CM = \frac{\text{Prejuízo Total Indenizado (PT)}}{\text{Número de Sinistros (NS)}} \quad (\text{Equação 2})$$

Apurados esses dois valores, basta multiplicá-los para encontrar o valor do Prêmio Estatístico: [11]

$$PE = VM \times CM \quad (\text{Equação 3})$$

Ou, como se pode observar pelas equações de VM e CM: [11]

$$PE = \frac{PT}{NR} \quad (\text{Equação 4})$$

Como o Valor em Risco pode ser diferente dependendo do caso, o Prêmio Estatístico (PE) é muitas vezes convertido para uma Taxa Estatística (TE), aplicada sobre a Importância Segurada (IS): [11]

$$TE = \frac{PE}{IS} \times 100\% \quad (\text{Equação 5})$$

Quanto maior for o Número de Riscos Pesquisados (NR), melhor será sua estimativa de Prêmio, uma vez que seu espaço amostral será maior, como demonstra a "Lei dos Grandes Números" de Jacob Bernoulli (1654-1705). Logo, Seguradoras que tenham uma carteira grande de determinado risco levarão vantagem em relação a outras, principalmente em produtos massificados. Os massificados estão mais próximos de nosso dia-a-dia e seu maior exemplo é o automóvel. Para o trabalho em questão não serão considerados os produtos massificados, uma vez que os riscos da indústria siderúrgica são maiores, mais específicos e com menor espaço amostral, caracterizando os Riscos Operacionais, ou Grandes Riscos. Nesses casos, o Prêmio Estatístico será muito menos real, podendo variar bastante de uma companhia para a outra. É importante que para

esses riscos o maior número de informações seja transmitido à Seguradora, seguindo o Princípio da Boa-Fé, para que seus técnicos, analistas e subscritores possam melhor entender e avaliar o Risco, permitindo a eles incluir cláusulas específicas e melhor aferir o Prêmio Estatístico.

O Prêmio Comercial (PC) ou Prêmio NET (por ser o Prêmio final da Seguradora antes da comissão de corretagem e impostos), é obtido aplicando o Carregamento (C) sobre o Prêmio Estatístico (PE): [11]

$$\text{Prêmio Comercial (PC)} = \frac{\text{Prêmio Estatístico (PE)}}{1 - \text{Carregamento (C)}} \quad (\text{Equação 6})$$

O Carregamento (C) representa a soma das diversas despesas, administrativas e afins, com o lucro esperado da companhia. Esse lucro não representa o lucro real, uma vez que as despesas com um processo nunca são exatamente iguais às consideradas e o Prêmio Estatístico representa uma expectativa de sinistralidade que pode não se confirmar. Em grandes riscos, as ferramentas de cálculo de prêmio geralmente já trabalham com o Prêmio Comercial, não sendo necessário averiguar e incluir despesas administrativas ou de qualquer outra natureza ao prêmio encontrado. Esse prêmio pode ainda ser reduzido ou agravado dependendo de detalhes específicos para aquele risco ou de condições de mercado, como a alternância entre o "soft Market" (quando existem muitos players no mercado e o índice de sinistralidade é baixo, como atualmente no Brasil) e o "hard Market" (como ocorreu em 2011 na Ásia e na Europa com o terremoto seguido de tsunami no Japão). [12]

Após a seguradora definir o prêmio que deseja receber, é adicionada a comissão de corretagem, valor a ser retido pelo corretor de seguros. Esse novo prêmio é denominado Prêmio Líquido e a comissão de corretagem é um percentual dele.

$$\text{Prêmio Líquido (PL)} = \frac{\text{Prêmio NET (Comercial)}}{1 - \% \text{corretagem}} \quad (\text{Equação 7})$$

Uma vez incluída a comissão do corretor, o Prêmio Final é determinado somando-se o IOF ("Imposto sobre Operações de Crédito, Câmbio e Seguros" ou "Imposto sobre Operações Financeiras") e o Custo de Apólice, valor que pode ou

não existir dependendo da época e do ramo de acordo com regulamentação da SUSEP.

$$\text{Prêmio Final} = (\text{Prêmio Líquido} + \text{Custo de Apólice}) \times \text{IOF} \quad (\text{Equação 8})$$

A eficiência e saúde de uma Seguradora são determinadas pelo seu Índice Combinado (COR - Combined Overall Rating). Esse índice consiste na soma da Sinistralidade,

$$\text{Sinistralidade} = \text{Sinistros Pagos} / \text{Prêmio Ganho} \quad (\text{Equação 9})$$

Comissões

$$\text{Comissões} = \text{Comissão de Corretagem} / \text{Prêmio Ganho} \quad (\text{Equação 10})$$

e Despesas

$$\text{Despesas} = \text{Despesas Totais} / \text{Prêmio Ganho} \quad (\text{Equação 11})$$

Os dois primeiros fatores podem ser calculados para cada conta, porém o último só faz sentido em um âmbito mais geral. Caso o Índice Combinado de uma Seguradora seja menor que um, ela terá lucro, e caso seja maior, haverá prejuízo na operação.

### 2.1.3 Regulação de Sinistros

Sinistro é a manifestação concreta do risco previsto na apólice de seguro e que ocasiona prejuízo ou responsabilidade.

O processo de sinistro baseia-se no levantamento do conjunto de documentos necessários para que se possa regulá-lo e liquidá-lo. É o meio pelo qual se examina a cobertura, os procedimentos, a documentação e o cálculo da indenização. [13]

A apuração dos danos causados por um sinistro consiste, basicamente, no levantamento da causa, natureza e extensão das avarias. Dependendo da natureza da ocorrência, pode ser feita através de diversas formas, sendo vistorias e registros policiais as mais comuns. [13]

A etapa de regulação de sinistros destina-se a permitir que a seguradora possa analisar o relatório ou certificado de vistoria, solicitando informações ou documentos complementares ao segurado ou ao vistoriador, quando necessário, visando à decisão quanto à liquidação do sinistro. As principais verificações

realizadas pela seguradora referem-se à coerência entre as informações apresentadas (para evitar fraudes), se a natureza do sinistro tem cobertura (cláusulas e condições da Apólice) e se há viabilidade de ressarcimento contra terceiros responsáveis pelo sinistro. [13]

A liquidação de sinistro é a etapa final do processo de operações de sinistro. Apurados os danos e concluído o processo de regulação, cabe à seguradora decidir se pagará a indenização. Caso a seguradora decida encerrar o processo sem indenização, caberá à ela comprovar que não há cobertura para o sinistro ou que os prejuízos se encontram abaixo do valor de franquia. Entretanto, se o sinistro tiver cobertura na apólice e os prejuízos forem maiores que a franquia (ou ainda caso a seguradora não possa provar o contrário, lembrando sempre do Princípio da Boa-Fé por ambas as partes), a seguradora terá o prazo de até 30 dias, salvo se houver um prazo diferente na apólice, para efetuar o pagamento da indenização, negociar eventuais salvados e buscar o ressarcimento pelos causadores do sinistro. [13]

## **2.2 Funcionamento do Seguro no Brasil**

Para que uma cobertura de seguros seja válida no Território Nacional Brasileiro, deve haver uma apólice emitida no país em alguma seguradora que tenha autorização da SUSEP para emitir apólices do referido ramo.

A seguir serão apresentadas as principais entidades envolvidas em atividades securitárias no Brasil.

### **2.2.1 Seguradoras**

Companhias seguradoras são as empresas responsáveis pela obtenção do risco em troca por um valor de prêmio. Uma vez que uma proposta seja aceita por uma seguradora, ela deverá emitir uma apólice correspondente e se tornará a nova detentora dos riscos cobertos por esta.

São tarefas de uma seguradora a análise e subscrição do risco. Durante a análise do risco, são levantados todos os riscos que podem haver, incluindo o Valor em Risco, Perda Máxima Possível, Dano Máximo Provável, origens prováveis e possíveis aspectos agravantes ou redutores para cada risco. A subscrição consiste no processo de adequar as coberturas e demais condições de seguro às necessidades do cliente, calculando um prêmio que julgar adequado. É desejável

também que as companhias seguradoras procurem se aprofundar nos riscos cobertos por elas, colhendo o máximo de informações, visitando o cliente sempre que necessário e estando sempre à disposição para tirar dúvidas e propor alternativas que sirvam como mitigadoras do risco para o segurado e para ela própria.

Para alguns riscos, é possível que haja mais de uma seguradora envolvida. Neste caso, temos o cosseguro. O cosseguro pode ser proporcional, quando os riscos são repartidos entre as seguradoras proporcionalmente à divisão do prêmio entre elas, ou não-proporcional, quando os riscos retidos por uma seguradora diferem dos riscos retidos pela outra. Para os casos de cosseguro, uma das companhias seguradoras será a líder, responsável pela emissão da apólice, e as demais serão as seguidoras.

No Brasil temos atualmente mais de 30 companhias seguradoras regulamentadas pela SUSEP, entre elas empresas nacionais e estrangeiras, sendo algumas delas pertencentes ou ligadas a bancos.

### **2.2.2 Corretoras**

Corretoras de seguro são as instituições responsáveis por fazer o intermédio entre os segurados e as seguradoras. Embora não sejam obrigatórios, prestam grande serviço colhendo as informações do segurado e repassando-as às seguradoras. Além disso, têm o papel de auxiliar o segurado nas coberturas solicitadas, na análise das cotações e definição da melhor apresentada, na redação da proposta e no acompanhamento da apólice durante sua vigência, solicitando os endossos que forem necessários e acompanhando os processos de sinistros.

### **2.2.3 Resseguradoras**

O resseguro é um mecanismo de pulverização de riscos, o "seguro das seguradoras". Toda companhia seguradora tem um limite técnico financeiro por risco, logo, quando o Valor em Risco de uma conta supera esse limite, as seguradoras repassam parte do risco a uma resseguradora, que cobrará por isso um prêmio de resseguro, que funciona exatamente como o prêmio de seguro. Nessa negociação, pode também estar envolvida uma corretora de resseguro. As resseguradoras, por sua vez, reterão a parte do risco desejado e que esteja dentro

de seus próprios limites, podendo depois construir um novo contrato de resseguro para o restante do risco que possuir.

Esse spread do risco entre resseguradoras por todo o mundo e os limites impostos às seguradoras funcionam como uma proteção para evitar que companhias abram falência no caso de uma catástrofe, tais como recentes furacões e terremotos. Protegendo a saúde financeira das seguradoras e resseguradoras também garante uma maior proteção aos segurados, que correm um menor risco de não terem suas indenizações devidamente pagas. Para proteger essa saúde, também são adotadas restrições aos investimentos realizados pelas companhias com o dinheiro do prêmio, que devem ser feitos em sua maioria em aplicações consideradas seguras, porém não entraremos nesse mérito neste trabalho.

Para riscos com valor muito alto (não especificado porque varia de companhia para companhia) pode haver necessidade de negociações sobre prêmio e demais condições da apólice entre a seguradora e os resseguradores para atingir 100% de capacidade para esse risco. Nesses casos, além de um maior tempo de subscrição, é vital a apresentação de informações detalhadas sobre o risco.

#### **2.2.4 Órgãos Reguladores**

O Ministério da Fazenda (MF) é o órgão máximo de finanças no Brasil. Abaixo dele, temos o Sistema Nacional de Seguros Privados (SNSP), composto por:

##### **2.2.4.1 CNSP**

Conselho Nacional de Seguros Privados. Fixa as diretrizes da política brasileira de seguros privados.

##### **2.2.4.2 SUSEP**

Superintendência de Seguros Privados. Executa e fiscaliza o cumprimento da política do CNSP.

##### **2.2.4.3 FUNENSEG**

Fundação Escola Nacional de Seguros.

##### **2.2.4.4 CRSNSP**

Conselho de Recursos do Sistema Nacional de Seguros Privados. Conselho criado para julgar conflitos de atos normativos entre os operadores do mercado.

**2.2.4.5 IRB-Re**

Instituto de Resseguros do Brasil. Executa as operações de resseguro e regula cosseguro e retrocessão.

**2.2.4.6 FENASEG**

Federação Nacional das Empresas de Seguros.

**2.2.4.7 FENACOR**

Federação Nacional dos Corretores de Seguros.

### **3 Tipos de Risco / Modalidades de Seguro**

O seguro é dividido entre diversos ramos, com diferentes destinos: pessoas, propriedades, responsabilidades, transportes, entre outros. Detalharemos aqui algumas das principais coberturas e modalidades de seguro de interesse de companhias siderúrgicas, seguindo uma divisão não oficial na tentativa de adequá-las aos setores de uma empresa.

#### **3.1 Pessoais**

Uma importante preocupação de empreendimentos siderúrgicos deve ser com a saúde e segurança de seus funcionários. O Gerenciamento de Riscos ligado a uma política eficiente de Engenharia de Segurança é importante na prevenção desse tipo de risco, porém qualquer fábrica estará sempre suscetível a acidentes, e abaixo constam alguns seguros que podem proteger a empresa nesse sentido.

##### **3.1.1 Vida**

O Seguro de Vida em Grupo (Ramo 93) objetiva garantir ao beneficiário o pagamento da importância segurada, estabelecida na apólice, quando da morte do segurado. É um contrato com validade de um ano, podendo ao seu final ser renovado de acordo com os interesses da empresa contratante e da seguradora. [14]

Além da cobertura contra morte, podem ser contratadas Coberturas Adicionais, como cobertura para invalidez permanente ou dupla indenização no caso de morte por acidente. O prêmio será determinado, principalmente, com base na média de idade do grupo segurado. [14]

##### **3.1.2 Acidentes Pessoais**

O Seguro de Acidentes Pessoais Coletivo visa o pagamento de indenização ao segurado ou um beneficiário de sua escolha no caso do segurado sofrer um acidente pessoal, descrito como uma ocorrência com data e local determinados e que seja involuntária, externa, súbita e violenta, resultando em lesão física que tenha como consequência direta morte ou invalidez permanente. [14]

A invalidez permanente pode ser parcial, quando a invalidez de um ou mais membros ou sentidos não impossibilita o indivíduo de desempenhar atividades elementares, ou total, quando a invalidez de determinado membro ou sentido o torna incapaz de desenvolver atividades elementares. [14]

Além das Coberturas Básicas de morte e invalidez por acidente, a empresa também pode contratar algumas Coberturas Acessórias, como Despesas Médico-Hospitalares (D.M.H.) e Diárias de Incapacidade Temporária (D.I.T.). O cálculo do prêmio levará em conta a ocupação profissional dos segurados, as coberturas contratadas e o limite de indenização requisitado para cada uma delas. [14]

### **3.1.3 Seguro Saúde**

Em termos de garantir a saúde dos funcionários, as empresas têm duas opções: o plano de saúde e o seguro saúde, ambos regulamentados pela ANS - Agência Nacional de Saúde Suplementar. A principal diferença entre eles é que, enquanto planos de saúde trabalham com redes conveniadas, podendo inclusive administrar hospitais e clínicas, o seguro saúde é mais flexível, permitindo consultas a médicos e entidades não conveniadas, porém podendo não contar com o valor total da consulta reembolsado e sem haver hospitais e clínicas exclusivas. [15]

Tanto planos quanto seguros saúde oferecem atualmente cinco tipos de coberturas: de Referência, Ambulatorial, Hospitalar, Hospitalar com obstetrícia e Odontológico. Esses seguros podem ser obrigatórios para a empresa dependendo de negociações com o sindicato. [15]

### **3.1.4 Responsabilidade Civil**

O Seguro de Responsabilidade Civil Geral (Ramo 51) objetiva proteger o patrimônio do segurado por meio do reembolso de indenizações pagas pelo segurado em consequência de danos corporais ou materiais de sua responsabilidade sofridos por terceiros.

Apesar de estar aqui incluído na categoria de Pessoas, a Responsabilidade Civil considera como terceiros tanto pessoas físicas como jurídicas. Um sinistro desse ramo consiste no dano ocorrido a uma terceira parte que não o segurado ou a seguradora e que seja de responsabilidade do segurado e tenha cobertura através de cláusulas constituintes da apólice emitida.

As coberturas para esse seguro são inúmeras, cabendo ao segurado, com auxílio do corretor, decidir quais contratar. Os limites e franquias podem ser únicos ou definidos para cada item em separado. Algumas cláusulas específicas de Responsabilidade Civil podem ser contratadas diretamente em Apólices de outros ramos, como Engenharia e automóvel.

## **3.2 Operacionais**

Uma indústria possui muitos riscos ligados a sua operação. Mesmo realizando todas as manutenções preventivas e realizando o acompanhamento do processo produtivo, ainda podem ocorrer acidentes ou quebras, causando paradas e perda de produtividade. Abaixo seguem algumas modalidades de seguro que podem transferir esse risco da empresa para a seguradora.

### **3.2.1 Incêndio / Propriedade**

No Brasil, o Seguro de Incêndio é obrigatório para pessoas jurídicas. O Ramo 11 (Incêndio Tradicional) possui Coberturas Básicas (mínimas e obrigatórias), Adicionais (requerem prêmio adicional para serem incluídas) e Especiais (destinadas especificamente para um segurado ou conjunto de segurados). [14]

Pelo fato da taxaçoão desse seguro ser bastante complexa, envolvendo dados sobre localização, atividade e características de construção de cada prédio segurado, apólices desse ramo vêm sendo substituídas por apólices dos ramos compreensivos, no caso o Compreensivo Empresarial (Ramo 18). [14]

Também denominados Planos Conjugados ou Planos Multiriscos, o objetivo dos Ramos Compreensivos é simplificar e agilizar a contratação do seguro, já que em alguns casos não se faz necessária a vistoria por parte da seguradora. Além das Coberturas Básicas de incêndio, queda de raio e explosão de gás, esse seguro permite ao segurado, auxiliado por um corretor, solicitar coberturas para riscos que não sejam de seu interesse manter (como roubo, desmoronamento, tumulto, responsabilidade civil, equipamentos, etc.). [14]

### **3.2.2 Quebra de Máquinas**

Além de poder ser coberta pelo Ramo 18, Compreensivo Empresarial, a quebra de máquinas, assim como outras atividades ligadas à operação, pode ser coberta por uma apólice do Ramo 96, Riscos Nomeados e Operacionais.

Riscos Nomeados e Operacionais são semelhantes aos Ramos Compreensivos, tendo, inclusive, a mesma cobertura básica. Entretanto, os valores envolvidos costumam ser maiores e a forma de contratação das coberturas adicionais e acessórias é diferente: em Riscos Nomeados é feita uma relação de quais os riscos cobertos, enquanto em Riscos Operacionais a apólice é "*All Risks*", ou seja, estão cobertos todos os riscos que não forem excluídos pela apólice. [14]

### **3.2.3 Lucros Cessantes**

O Ramo 41 corresponde aos Lucros Cessantes e visa reembolsar o segurado por perda de lucros em um determinado período devido à paralisação ou diminuição do movimento comercial da empresa resultante da ocorrência de um sinistro. Desse modo, esse seguro deve estar atrelado a um seguro que cubra o dano material que causou essa redução no movimento operacional da empresa. [14]

Além de indenizar os lucros perdidos durante a paralisação da operação, esse seguro pode cobrir despesas extraordinárias que o segurado venha a ter com o intuito de retomar a atividade operacional mais rapidamente, como por exemplo o pagamento de horas extras ou a contratação de serviços temporários. Deve ser definido um limite de indenização para os lucros cessantes e outro para essas despesas fixas. No caso dos lucros, o limite e a franquia podem ser definidos em um equivalente em moeda dos dias de paralisação da operação ao invés de um valor definido. Mesmo estando coberto, o segurado deverá tomar todas as ações para retomada da operação que estiverem ao seu alcance, sob o risco de não receber sua indenização por fraude ou má-fé.

## **3.3 Logísticos**

Para realizar uma operação, é necessário inicialmente construir um empreendimento e procurar modernizá-lo. E para funcionar, uma fábrica deve comprar e vender matérias-primas, equipamentos e produtos acabados. Para se evitar riscos ligados a essas atividades, devem ser procurados os seguros abaixo.

### **3.3.1 Obras Civis / Instalação e Montagem**

Os Seguros de Obras Civis ("*Construction All Risks*") e Instalação e Montagem ("*Erection All Risks*") pertencem ao Ramo 67 e são amplamente denominados Riscos de Engenharia. Devido à pequena amostragem existente e ao imenso número de particularidades existentes para cada projeto, a aplicação de

taxas e franquias é baseada em critérios técnicos, sendo o processo de subscrição mais completo, procurando analisar o projeto, o cronograma, aspectos geográficos, e em alguns casos sendo necessária uma vistoria para melhor entender e subscrever o risco. [14]

Os Limites Máximos de Indenização para obras de engenharia costumam ser muito maiores do que para os demais ramos, uma vez que o Valor do Risco será o total do empreendimento. Esse limite pode ser reduzido, porém a redução do prêmio não será proporcional, uma vez que existe a Perda Máxima Possível (PML, em inglês). Caso o novo limite desejado ainda seja maior que o cenário de maior perda provável construído por engenheiros especialistas, aos olhos da seguradora essa redução de limite não resultará em ganho real, e, portanto, a taxa poderá sofrer no máximo um leve desconto.

### 3.3.2 Transportes

O Seguro de Transportes pode ser dividido em duas grandes vertentes: o Seguro de Transporte de Cargas ("*Cargo*") e o de Casco ("*Hull*"). A primeira refere-se às mercadorias transportadas, explicada a seguir, e a segunda à embarcação propriamente dita, não entrando no escopo desse trabalho.

O Seguro de Transporte de Cargas subdivide-se em três ramos: Transporte Nacional (Ramo 21), Transporte Internacional (Ramo 22) e Responsabilidade Civil do Transportador Rodoviário - Carga (RCTR-C, Ramo 54). Assim como nos demais ramos, possui Coberturas Básicas, Adicionais e Cláusulas específicas. Suas apólices podem ser avulsas (embarques únicos), por averbações (Prêmio mensal baseado no número de embarques e seus valores declarados) ou ajustáveis (um prêmio inicial é pago referente à expectativa de movimentação e após o período de um ano o prêmio é ajustado com relação à movimentação efetiva, podendo haver devolução de prêmio ou cobrança extra). A taxa aplicada será função do tipo de mercadoria transportada, sua origem e destino, tipo de transporte e veículo utilizado, coberturas adicionais e Programa de Gerenciamento de Riscos aplicado. [14]

Transporte Nacional refere-se a mercadorias transportadas dentro do território nacional. Transporte Internacional refere-se à Importação e Exportação de mercadorias. Nenhum desses seguros é obrigatório, porém caso se decida segurar a importação de mercadorias ou equipamentos de qualquer país, uma Apólice de

Importação deve ser emitida localmente. O RCTR-C refere-se ao seguro do transportador, no qual a seguradora compromete-se a arcar com sinistros de sua responsabilidade. De modo a evitar a cobrança extra no frete relativa a esse seguro, as empresas podem solicitar à seguradora a cobertura de DDR (Dispensa do Direito de Regresso) e uma apólice de RCTR-C vinculada a uma apólice nacional ou internacional, amparando dessa forma seus transportadores.

### **3.3.3 ALoP / DSU**

*Advanced Loss of Profit (ALoP)* e *Delay in Start-Up (DSU)* são, respectivamente, coberturas referentes aos Seguros de Engenharia e Transportes que se assemelham à cobertura de Lucros Cessantes já apresentada. A primeira refere-se a prejuízos causados pelo atraso na entrega de uma obra devido a sinistros ocorridos durante os trabalhos; a segunda refere-se a perdas financeiras causadas pelo atraso de uma entrega devido a um sinistro ocorrido durante seu transporte.

## **3.4 Gerenciais**

Além da operação e seus operadores, uma companhia também pode contratar seguro para a proteção de seus executivos. São os Seguros de Responsabilidade Civil Profissional.

### **3.4.1 D&O (Directors & Office)**

Quando uma companhia não possui capital suficiente para o pagamento de indenizações de processos movidos contra ela, pode recair para seus executivos a responsabilidade de arcar com essas despesas. A Responsabilidade Civil de Administradores e Diretores (Ramo 10) é um seguro contratado pela empresa em nome de seus executivos, de forma a protegê-los e a seus bens contra situações como essa. [16]

A responsabilização de executivos por seus atos de gestão estão previstos no Código Tributário, Código de Defesa do Consumidor, novo Código Civil, entre outros documentos oficiais. Assim, acionistas, sócios, credores, funcionários, entidades reguladoras e o Governo, entre outros, podem nomear os executivos como responsáveis em um processo ou pedido de reparação de danos, tornando-o encarregado pelo pagamento de custos de defesa e indenizações. [17]

### **3.4.2 E&O (Errors & Omissions)**

O Seguro de Erros e Omissões é um seguro "*All Risks*" garante aos profissionais que prestam serviços remunerados ou que envolvem transferência de conhecimento, caso de engenheiros e arquitetos, cobertura contra processos judiciais que venham a sofrer de seus clientes por erros na prestação de serviços. Os riscos desse seguro são delimitados em Estatutos ou Códigos de Ética. São mais comuns em empresas pequenas ou que prestam consultoria. [17]

## **4 Introdução ao Gerenciamento de Riscos**

Seja para a segurança de seus empregados ou de sua operação, o Gerenciamento de Riscos deve ser parte fundamental de uma boa empresa. Em 1954, Bird avançou muito nesse sentido ao iniciar um programa de controle de danos à propriedade na companhia siderúrgica onde trabalhava, na Filadélfia (EUA). A implementação de um programa de controle de danos exige, segundo ele, identificação, registro e investigação de todos os acidentes com danos à propriedade, determinando seus custos para a empresa e a seguir tomando as devidas ações preventivas. Ele notou que para cada acidente com lesão incapacitante havia um conjunto de acidentes com a mesma origem. Logo, estendeu sua análise aos acidentes que provocavam lesão sem perda de tempo e aos acidentes sem lesão. [18]

Gerenciamento de Riscos consiste basicamente na identificação e avaliação de riscos e na proposição de medidas que aumentem o nível de segurança de um empreendimento. Pode ser dividido em quatro fases:

- 1) **Análise preliminar de perigo (Identificação dos Riscos)**  
Dados sobre: região, instalações, atividades, substâncias.
- 2) **Matriz de aceitabilidade de risco (Matriz de Risco)**  
Avalia-se quais riscos serão assumidos ou repassados à Seguradora. Independente dos riscos escolhidos, o Gerenciamento deverá abranger todos eles, incluindo os segurados.
- 3) **Plano de Ação**  
Construir um plano de ação que seja eficiente (capaz de minimizar o risco), eficaz (possa ser executado no menor tempo possível, de preferência com recursos já disponíveis) e factível (tenha possibilidade real de ser implementado com sucesso).
- 4) **Implantação**  
Trata-se de colocar em prática o plano de ação, observando os resultados em riscos cotidianos, acompanhando a aplicação das medidas preventivas,

capacitando e treinando gerentes e funcionários sobre o modelo aplicado, definindo responsáveis, criando um Comitê de Crise, entre outras medidas.

#### **4.1 Importância do Gerenciamento de Riscos**

O Gerenciamento de Riscos objetiva maximização dos lucros, limitação de riscos, redução de custos com Seguro, melhoria na qualidade dos riscos existentes, estabilidade de ganhos, crescimento sustentável e atendimento a requisitos legais, além do aumento na segurança e na confiabilidade da marca e da produção, gerando aumentos na saúde, produtividade e satisfação dos colaboradores no trabalho.

#### **4.2 O papel de um Gerente de Riscos**

Um gerente de riscos de uma fábrica pode acumular diversas funções, dependendo da estrutura empregada. Pode ser também composto um comitê formado por um engenheiro de segurança e representantes de cada seção da fábrica: redução, aciaria, lingotamento e laminação, além de um representante da alta gerência.

As funções de um gerente de riscos podem ser:

- Programação e execução de vistorias nos equipamentos;
- Mapeamento dos riscos existentes;
- Verificação do correto projeto e funcionamento de indicadores e equipamentos de segurança;
- Treinamentos para funcionários;
- Controle de processos, estoques, cronogramas de montagem e manutenção;
- Elaboração de relatórios indicando a situação da usina;
- Desenvolvimento e implementação de um Programa de Gerenciamento de Riscos;
- Contratação de seguros;
- Procedimentos em caso de sinistro.

#### **4.3 Principais Modelos Qualitativos de Gerenciamento de Risco**

Uma análise de segurança consiste em 3 principais aspectos: identificação de riscos, avaliação de riscos e implementação de medidas que aumentem o nível de segurança.

Cerca de 10% dos trabalhadores sofrem algum acidente de trabalho por ano no mundo. [19] Incluindo aspectos financeiros, sociais, morais e de saúde, esses acidentes geram prejuízos tanto para o trabalhador como também para a empresa e para a sociedade. Para evitar acidentes e minimizar suas consequências faz-se necessário, portanto, um programa de gerenciamento de riscos.

A perspectiva dos acidentes varia com o passar dos anos. No início do século XX, a tecnologia era vista como a principal fonte de problemas. Conforme os sistemas foram se tornando mais complexos, essa responsabilidade passou a recair sobre os indivíduos (erro humano) e mais tarde na interação entre os aspectos social e técnico, ou seja, na relação homem-máquina. Atualmente, enxerga-se como principal fonte de problemas as relações entre companhias, devido principalmente ao processo de terceirização que ocorre no mundo todo, tornando cada vez mais complicada uma padronização de procedimentos.

A taxa de quebra de máquinas pode ser prevista por métodos estatísticos e experiências anteriores. Um equipamento tem sua vida geralmente ditada pela curva da banheira, em que a taxa de falha cai nos primeiros meses de operação, atingindo um patamar, e só volta a aumentar próximo de seu tempo de vida estimado.

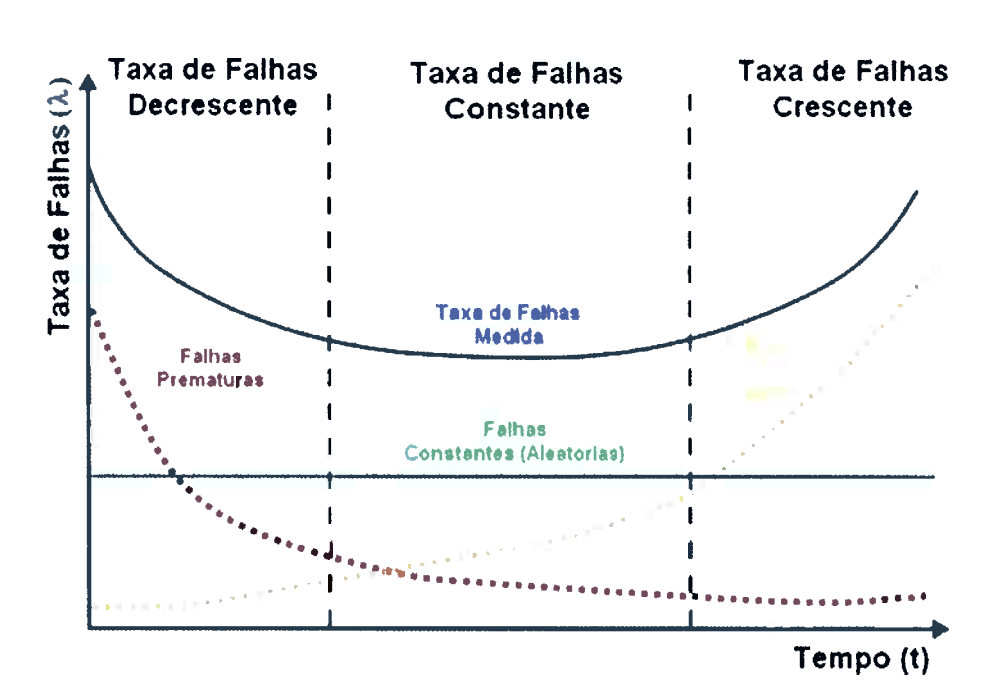


Figura 2 - Curva da banheira - taxa de falha esperada X tempo de operação [20]

Para sistemas, deve-se ter em mente que, assim como a vida de uma máquina não é maior que a de seus componentes, um sistema depende de todos seus equipamentos em funcionamento para poder realizar suas funções. É por esse motivo que equipamentos como bombas trabalham geralmente em stand-by. Equipamentos trabalhando em paralelo oferecem uma alternativa no processo produtivo, enquanto equipamentos em série podem constituir gargalos de produção.

O erro humano representa o risco mais incerto e depende basicamente de 3 fatores: se o funcionário sabe, pode e quer trabalhar com segurança. O conhecimento deve ser passado ao funcionário por meio de treinamentos teóricos e práticos realizados periodicamente para evitar vícios que possam ser desenvolvidos. O poder de trabalhar com segurança refere-se à existência de um sistema de segurança apropriado, que possa ser utilizado de maneira fácil e correta sem que interfira no trabalho a ser feito. Por último, o querer não depende apenas da vontade do funcionário, mas também de como essa informação é transmitida a ele: deve haver uma conscientização de todo o corpo trabalhador sobre a importância dos equipamentos de proteção industrial (EPIs) e procedimentos de segurança a serem adotados, o que deve ser respeitado por todos os escalões de funcionários, gerentes e visitantes. Cuidado especial deve ser tomado em relação à criação de metas de acidentes ou quase acidentes, pois existirá uma preocupação consigo e com os outros em evitar situações como essas, porém incidentes menores podem não serem reportados pelo funcionário de modo que ele não perca seu bônus.

Os modelos de gerenciamento de riscos podem ser quantitativos ou qualitativos. Independente do método escolhido, o primeiro passo será a determinação do ambiente a ser analisado, podendo este ser um equipamento, um sistema, uma linha de montagem, uma ala de produção ou inclusive toda a fábrica.

Métodos quantitativos trabalham com os conceitos de frequência e severidade e dependem de dados históricos para se construir expectativas para esses parâmetros. Cada risco receberá um valor para severidade e outro para frequência, os quais deverão ser plotados em um gráfico Frequência X Severidade. Valores próximos ao encontro dos eixos farão referência a riscos aceitáveis, por terem valores baixos de ambos os parâmetro, enquanto riscos que tiverem alta frequência e severidade serão riscos inaceitáveis. Entretanto, existe uma área de incerteza

entre essas duas condições, delimitada por duas curvas. Não existe um valor correto para essa região intermediária, devendo ela ser determinada de acordo com as premissas adotadas no plano de gerenciamento.

**Tabela 1 - Exemplo de classificação de frequências e severidade**

Frequência			Severidade	
Cód.	Categoria	Probabilidade	Cód.	Categoria
0	Bastante improvável	1 em 1000 anos	0	Sem qualquer dano
1	Improvável	1 em 100 anos	1	Curto período abono
2	Pouco provável	1 em 10 anos	2	Longo período abono
3	Provável	1 por ano	3	Invalidez
4	Muito provável	1 por mês	4	Fatalidade
			5	Diversas fatalidades

Métodos qualitativos se baseiam na aprovação ou não de locais de trabalho baseando-se em critérios pré-determinados. Esses critérios tencionam reduzir ao mínimo a probabilidade de um componente falhar e desenvolver medidas para resguardar o funcionário e a operação em caso de falha. O método direto é o mais utilizado, por ser o de mais fácil aplicação.

O método direto de análise de riscos possui uma escala de aceitação de risco similar aos demais métodos. As particularidades desse método fazem referência a uma determinação direta se o risco é ou não aceitável e divide os riscos em categorias, permitindo uma melhor compreensão das dimensões do risco e facilitando a proposta por uma solução adequada.

**Tabela 2 - Escalas de aceitação do risco e tipo de consequência para a análise direta**

Escala de aceitação do risco		Classificação dos tipos de consequência (SHEP)		
Cód.	Descrição	Cód.	Significado	Descrição
0	Risco negligenciável	S	Segurança ( <i>Safety</i> )	Acidentes Pessoais
1	Risco aceitável	H	Saúde ( <i>Health</i> )	Saúde Pessoal
2	Medida de segurança recomendada	E	Meio Ambiente ( <i>Environment</i> )	Problemas Ambientais
3	Medida de segurança essencial	P	Produção ( <i>Production</i> )	Problemas com Produção, Qualidade, etc.

Para melhor avaliar se o risco será aceito, devem ser pré-determinados critérios de aceitação, a ver:

- Legislação de órgãos de segurança e operação;
- Diretrizes de operação da empresa;
- Resolução das melhores práticas adotadas por empresas do mesmo setor;
- Histórico de acidentes na planta em questão;
- Severidade das consequências, por exemplo, possibilidade de haver mortes;
- Tolerância do sistema a erros humanos;
- Tolerância do sistema a falhas técnicas;
- Número de falhas necessário para se criar um acidente;
- Disponibilidade de uma solução apropriada;
- Considerações de custo-benefício.

Um programa de gerenciamento de riscos deve ser uma atividade constante em uma companhia. Entretanto, estudos minuciosos utilizando um modelo como o método direto devem ser efetuados em intervalos regulares ou sempre que houver disponibilidade. Esse procedimento pode ser dividido em 6 etapas:

- Preparação - definição do objeto de estudo e recolhimento de informações relevantes referentes a ele;
- Estruturação - subdividir o objeto de estudo em volumes ou tarefas desenvolvidas;
- Identificação de perigos - identificar em cada volume ou tarefa quais os possíveis gatilhos para acidentes;
- Avaliação dos riscos - determinar para cada perigo encontrado se o seu risco é aceitável de acordo com os critérios pré-estabelecidos;
- Proposição de medidas de segurança - uma vez determinados os riscos que precisam de uma medida de segurança, sugerir medidas a serem tomadas para solucionar o problema;
- Conclusão - traçar um plano de modificações a serem implementadas, além de constatar maneiras de melhorar a análise efetuada.

Embora o começo e o final do processo sejam sempre semelhantes, há diversas alternativas para realizar a análise central dos riscos. Entre elas, destacam-se a análise por energia e por segurança de serviços.

Na análise por energia a estruturação é feita por volumes e identificação de perigos é feita em forma de energias. Dessa forma, a análise poderia ser realizada em termos de energia potencial (pessoas em altura, objetos em altura, içamento, etc.), energia cinética (veículos, movimentação de produto, etc.), energia rotacional (máquina articulada, etc.), energia elétrica, calor, radiação, influência química, entre outras. Nessa análise os riscos são, portanto, denominados energias e seus mecanismos de proteção, barreiras. Sempre que uma barreira não for suficiente para conter uma energia ou reduzir suas consequências a um patamar aceitável, uma medida de adequação deverá ser tomada.

Na análise por serviços, o estudo é estruturado com base nas diferentes atividades desenvolvidas na fábrica ou no setor estudado. As atividades são então subdivididas em ações que procuram contemplar cada movimento efetuado pelo operador. Para cada ação existem riscos envolvidos, como cortes, quedas, queimaduras, entre outras. Deve-se ainda analisar se existe alguma dificuldade que poderia ser evitada em se realizar a tarefa, se o local de trabalho é apropriado para a realização da tarefa, se a operação é realizada conforme os procedimentos regulamentados, quais os procedimentos de segurança adotados, questionando se são suficientes, práticos e de conhecimento do operador.

Ambos os métodos são eficientes e podem ainda ser pesquisados outros que possam melhor se adequar às atividades e valores da companhia. De qualquer modo, é importante ter uma ideia concreta do que será estudado e de como esse estudo será conduzido, e os modelos de gerenciamento de risco podem ajudar a se alcançar resultados mais confiáveis.

O gerenciamento de riscos é vital na análise das condições de operação da usina e conseqüente redução de falhas e paradas ocasionadas por elas. Recomenda-se alternar análises realizadas por uma comissão interna, composta por funcionários de variadas áreas e escalões, e outras realizadas por empresas especializadas terceirizadas.

Uma vez encontrada uma falha, deve-se aferir:

- origem - se a falha foi originada na produção do equipamento ou durante sua operação;

- evolução - se houve aumento em trincas ou desgaste ao longo do tempo;
- influência - se o defeito encontrado interfere de algum modo na operação da máquina, reduzindo sua eficiência.

Reparos trazem custos operacionais. Um bom gerenciamento de riscos indica quais defeitos são aceitáveis e quais exigem uma ação preventiva ou corretiva. Um defeito de fabricação descoberto recentemente por uma nova técnica de inspeção não necessariamente impede que uma máquina precise ser reparada após anos de perfeita operação.

Para que um gerenciamento de riscos traga lucro à operação, deve-se contar impreterivelmente com alguns aspectos, tais como:

- escolha de um modelo de gerenciamento de riscos;
- participação de funcionários de diferentes áreas e funções na coleta de informações;
- validação periódica do programa através da contratação de empresas terceirizadas especializadas;
- analisar os resultados dos estudos e implementar as modificações que se fizerem necessárias;
- promover manutenções preventivas de acordo com o estabelecido pelos fornecedores de equipamentos;
- desenvolver em todas as hierarquias uma filosofia de conhecimento e respeito às normas de segurança e operação da companhia.

De forma a melhorar o rendimento da fábrica, é recomendado que o gerente de riscos tenha contato direto com a operação, de modo que, além de programar períodos de manutenção preventiva e inspeções, possa aproveitar momentos de parada não planejadas para realizar inspeções no equipamento defeituoso e seus sistemas auxiliares.

Uma vez determinados quais os riscos inaceitáveis e feitas as propostas de medidas de segurança, muitas vezes chega-se a uma questão que não é simples de ser respondida: reparo ou substituição da máquina. Essa questão deve ser analisada caso a caso e deve levar em consideração: [21]

- Correta aferição sobre causa e efeito da falha ou deterioração progressiva;

- A importância do equipamento no sistema e urgência da tomada de decisão;
- A possibilidade do equipamento operar no estado atual;
- A possibilidade de se reparar o equipamento permanentemente;
- A possibilidade de se reparar o equipamento temporariamente;
- Custos, logística e disponibilidade de substituição.

A falta de conhecimento no setor de engenharia, seus materiais e equipamentos, além de análises mal comandadas, com problemas na coleta de dados ou conclusões equivocadas, pode gerar custos desnecessários à companhia, invertendo o resultado esperado de um programa de gerenciamento de riscos, tais como:

- Reparos de defeitos que não causariam ao equipamento falhar em serviço;
- Reparos em aspectos estéticos dos equipamentos que não comprometeriam de forma alguma sua segurança, integridade e performance;
- Substituição de equipamentos que poderiam facilmente ser reparados *in loco* e com baixos custos, através de soldagem ou outros métodos;
- Reparos impróprios ou procedimentos que permitam uma precoce recorrência das falhas;
- Reparos de condições progressivas de deterioração utilizando a técnica correta porém de forma equivocada devido a despreparo ou desconhecimento da mão-de-obra;
- Realizações de reparos longos e demorados, causando paradas não programadas na operação, em casos nos quais o equipamento poderia operar sem maiores problemas até o próximo período de manutenção;
- Reparos realizados sem se conhecer a origem do problema e, portanto, não atendendo plenamente seus requisitos.

## 5 Gerenciamento de Riscos em Empreendimentos Siderúrgicos

Apresentados os principais modelos de Gerenciamento de Risco para fábricas e unidades produtivas em geral, esse capítulo irá discorrer acerca das Indústrias Siderúrgicas, de modo que seja possível aplicar a ela os modelos de GR apresentados anteriormente, incluindo informações gerais sobre equipamentos e processos, seus riscos associados e exemplos de perdas.

### 5.1 Classificação de uma Indústria Siderúrgica

Usinas Siderúrgicas atualmente são divididas em dois grupos principais: as usinas integradas (*Integrated Steel Plants*) e as semi-integradas (*Mini-Mills*).

#### 5.1.1 Usinas Integradas

Usinas integradas são as indústrias siderúrgicas com transformação completa a partir de ferro primário. Isso significa que a produção se inicia com o minério de ferro e passa por processos dentro da própria indústria até se chegar ao aço, produto final. [22]

Uma usina integrada conta com todas as etapas de produção siderúrgica. As principais são:

- obtenção de ferro-gusa, produto intermediário, a partir de altos-fornos ou processo de redução do minério de ferro/concentrado (ex: Corex);
- conversão do ferro-gusa em aço através de processos na aciaria;
- lingotamento do aço líquido (normalmente contínuo);
- conformação do produto comercial por técnicas de laminação.

Todas essas etapas são interligadas e formam uma estrutura complexa que ocupa no mínimo 1 km<sup>2</sup>. Usinas integradas são projetadas para altos índices de produção e possuem investimentos geralmente acima de US\$ 1,000/ tonelada (Um bilhão de dólares norte-americanos/ 1 milhão de toneladas de aço produzidas). [23] Sua localização também é importante, tendo como locais estratégicos a proximidade com clientes, portos ou reservas extrativas de matéria-prima, principalmente ferro.

### **5.1.2 Usinas Semi-Integradas**

Usinas semi-integradas são aquelas cuja via de produção de aço é secundária, sendo a matéria-prima utilizada a sucata de aço, não havendo, necessariamente a etapa de redução do minério. [22]

O processo de obtenção de aço nessas usinas tem início com a fusão da sucata de aço em um forno elétrico a arco (*EAF*), seguindo depois para as etapas de lingotamento e conformação, que, embora costumem ser mais simples, podem ser equivalentes às presentes em usinas integradas.

Usinas semi-integradas costumam ser menores e menos complexas, tornando-as mais flexíveis e altamente competitivas, embora sua produtividade seja menor, uma vez que o investimento necessário também o é. Além de trabalharem com a reciclagem do aço, também podem processar ferro-esponja obtido através de plantas de redução direta. [23] Sua localização costuma ser mais voltada à proximidade com as matérias-primas e potenciais clientes, uma vez que o escoamento de sua produção será menor.

## **5.2 Principais Equipamentos, Processos e Riscos Associados**

O processo siderúrgico pode ser dividido em quatro etapas principais: a redução, a aciaria, o lingotamento e a laminação, como demonstrado na figura abaixo, que caracteriza um fluxograma simplificado do processo. Cada uma dessas etapas é subdividida em diferentes processos e equipamentos, podendo variar de acordo com a classificação da fábrica, seu tamanho, sua produtividade, os produtos finais, a rota escolhida, entre outros fatores. Em algumas literaturas, as etapas de aciaria e lingotamento são consideradas como uma etapa conjunta de refino.

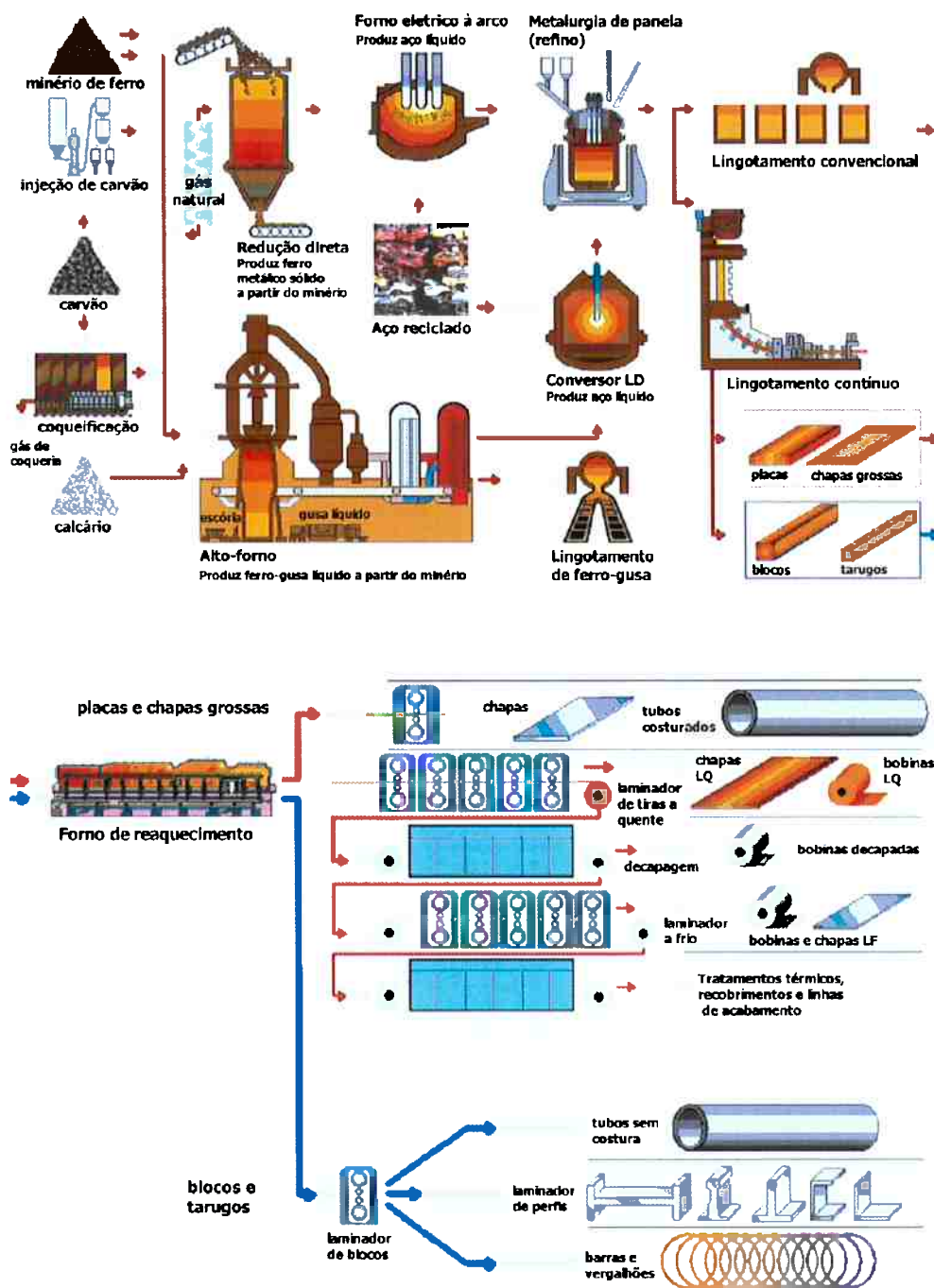


Figura 3 - Esquema de uma Usina Siderúrgica, contendo as áreas de redução, aciaria e lingotamento acima e laminação abaixo [24]

A seguir são apresentados brevemente os principais processos e equipamentos envolvidos na produção de aço.

### 5.2.1 Pátio de Matérias-Primas

A porta de entrada do processo siderúrgico é o pátio de matérias-primas. Minério de ferro, carvão e calcário, entre outros, chegam geralmente em graneleiros

e são armazenados em grandes pátios ao ar livre em pilhas com um volume que pode alimentar a linha de produção por dias.

O material é descarregado com o auxílio de guias e guindastes de grande porte. As pilhas são montadas separadamente para cada material, em camadas horizontais, com o auxílio de um *stacker*. esse processo contribui para a homogeneização da distribuição de partículas de diferentes tamanhos. Ainda de forma a evitar a segregação desse material, sua retirada é realizada por meio de cortes transversais, utilizando um equipamento chamado *reclaimer*. Outra parte importante desse setor são as correias transportadoras, utilizadas no transporte de matéria-prima durante sua chegada na fábrica e no transporte para as fases seguintes do processo. [22]



**Figura 4 - Stacker (esquerda) e Reclaimer (direita) [25]**

Os principais riscos ligados ao pátio de minérios são incêndio e quebra de máquinas e equipamentos.

O incêndio pode ter início principalmente nas pilhas de coque e carvão, que são inflamáveis, podendo haver autoignição de seus finos. Para evitar esse problema, é recomendado manter o pátio de minérios limpo e os materiais corretamente condicionados. Seu impacto pode ser reduzido através de extintores e outras ferramentas de combate a incêndio estrategicamente posicionados e pela presença constante na fábrica de uma brigada de incêndio treinada. Um incêndio em pátio de minérios, quando rápida e corretamente combatido, não deve apresentar prejuízos de altas cifras e muito menos colocar a vida de funcionários em risco. [23]

O risco mais grave, no entanto, é ligado aos equipamentos. Do ponto de vista financeiro e operacional, a quebra de algumas peças ligadas a determinados equipamentos pode ter uma frequência maior e para elas deve haver um estoque de reposição. No entanto, deve-se tomar cuidado especial com a manutenção de grandes equipamentos e correias. Equipamentos caros podem gerar um alto custo de reparo e terem um alto tempo de reposição, o que pode, principalmente no caso das correias transportadoras, ocasionar paradas totais da fábrica até que o problema seja resolvido. Do ponto de vista de lesões, o cuidado dos funcionários com os EPIs deve ser levado a sério, procedimentos devem ser criados de forma a regularizar a operação e deve-se evitar a presença de pessoas nas proximidades desses grandes e pesados equipamentos, minimizando dessa forma riscos reacionados à movimentação dessas máquinas. [23]

### 5.2.2 Coqueria / Sinterização

As matérias-primas estocadas precisam ser processadas antes de alimentarem os reatores de produção do ferro gusa. O minério de ferro é encaminhado para sinterização, enquanto o carvão mineral segue para a coqueria.

A sinterização consiste no processo produtivo do *sinter feed*, minério com granulometria entre 0,1 mm e 10 mm. A máquina de sinterização consiste em uma esteira rolante onde são depositados minério de ferro e finos de coque ou carvão. A camada final, de aproximadamente 700 mm de altura e 2.000 mm de largura, é aquecida por uma frente de combustão, alimentada por ar succionado através da camada, percorrendo desde sua superfície até sua base e ocasionando uma ligação incipiente que produzirá o colamento entre as partículas de minério de ferro, resultando em um sínter livre de partículas grosseiras e com baixo teor de finos, tornando-o melhor adaptado para a alimentação no alto-forno. [22]

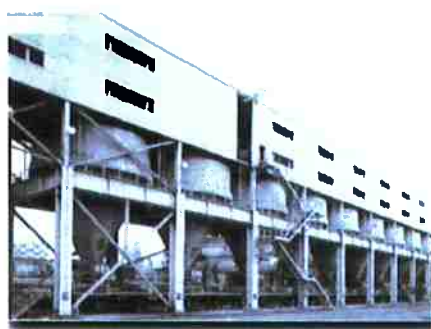


Figura 5 - Planta de sinterização (arquivo COSIPA) [26]

O principal risco relativo à sinterização é a possível ocorrência de uma explosão por conta dos finos em suspensão no ar, devido a alta pressão e temperatura, além de quebra da esteira rolante. [23]

A coqueria recebe o carvão mineral para produção do coque. O coque é a melhor alternativa para o alto-forno por apresentar alta resistência mecânica (diminuindo sua degradação e prolongando seu ciclo de vida dentro do forno); conter elevado teor de carbono fixo; apresentar baixa reatividade e possuir um menor teor de enxofre quando comparado ao carvão original. A coqueificação consiste no processo de destilação do carvão mineral a temperaturas próximas de 1.000°C e tem como subprodutos substâncias carboquímicas e gás de coqueria (GCO); os primeiros são vendidos para reduzir o custo do carvão, enquanto o segundo é armazenado no gasômetro e reaproveitado na usina como combustível complementar, melhorando seu balanço energético. [27]



**Figura 6 - Coqueria 3 da Usiminas Ipatinga, que entrou em operação em 2010 [28]**

Na coqueria em si, o maior risco é o de deformações mecânicas da câmara interna devido a pressão excessiva exercida pelos gases de saída. Deve haver principalmente uma preocupação constante com a integridade das linhas refratárias da câmara, as quais possuem elevada resistência térmica, mas uma relativamente baixa resistência mecânica. Porém, a maior atenção deve ser dada ao sistema de tratamento de gases e subprodutos. Os gases liberados pelo carvão são coletados e direcionados para esse sistema, composto por condensadores, precipitadores, etc.,

contendo voláteis corrosivos e altamente inflamáveis como amônia, benzeno, naftaleno e componentes sulfurados, que devem ser removidos antes que o GCO seja encaminhado ao gasômetro. Logo, os maiores riscos ligados a essa área são ligados a corrosão e possíveis focos de incêndio ou explosão. [23]

Após esses processos, o coque e o sinter são enviados para os silos. O processo de silagem não apresenta riscos consideráveis por apresentar uma probabilidade de falha muito pequena e sua rotina de manutenção não exige muitas intervenções. De qualquer modo, seus instrumentos devem ser acompanhados e devem ser realizadas inspeções e limpezas em prazos definidos.

### **5.2.3 Alto-Forno**

O alto-forno é o reator de redução do minério de ferro para ferro gusa em usinas integradas. Apresenta formato cilíndrico vertical, com 10 a 15 metros de diâmetro e altura entre 60 e 70 metros. O alto-forno trabalha em contra-corrente, sendo alimentados continuamente pelo topo com a carga a ser reduzida (composta principalmente por sinter, pelotas ou minério bitolado, coque ou carvão vegetal, e calcário) e pela base com gases redutores (incluindo ar aquecido, gás natural e carvão pulverizado). Em sua base são formados o ferro gusa e uma escória líquido-pastosa. Pelo topo é liberado o Gás de Alto-Forno (GAF), que por conter um alto índice de material particulado deve passar por um sistema de limpeza de gases para evitar entupimento e aumento da pressão interna do alto-forno, que já é normalmente elevada. Um alto-forno possui ainda diversos equipamentos auxiliares, como regeneradores (cujo objetivo é recuperar o calor latente do GAF, utilizando-o para aquecer o ar a ser nele injetado), um turbo-soprador (turbina multiestágio que trabalha a alta pressão e vazão), carros-torpedos (responsáveis pela retirada do gusa e seu direcionamento para a aciaria, nele são realizados processos de retirada de contaminantes, como o enxofre) e um sistema de limpeza dos gases de saída, acima mencionado. [22]



**Figura 7 - Alto-forno na ArcelorMittal, antiga Acesita [29]**

A temperatura-alvo do ferro gusa produzido é de 1.500 °C, sendo que a zona de combustão pode alcançar até 1.800 °C. Isso garante aos refratários do alto-forno uma importância primordial, pelo fato de a linha de escória estar em contato direto com esse material e sofrer desgaste elevado. Logo, os refratários de um alto-forno podem ser substituídos conforme seu desgaste (em função da complexidade e risco na parada de altos-fornos, técnicas mais elaboradas de reparo como injeção de massa ou *hot-gunning* podem ser empregadas). O período entre duas montagens do material refratário de um alto-forno é determinado campanha. Campanhas de alto-forno variam bastante dependendo do formato do alto-forno, localização e principalmente parâmetros de operação, podendo ser de menos de 10 anos ou até mais do que 20. A vida útil esperada dos altos-fornos vem crescendo e atualmente são esperadas campanhas entre 12 e 18 anos. [30]



**Figura 8 - Alto-forno da antiga COSIPA em 1990 [31]**

O alto-forno é certamente o equipamento que contém o principal risco da usina siderúrgica. Uma parada forçada pode gerar custos enormes de reparo, chegando a centenas de milhões de reais, e a interrupção da produção de gusa faz com que a aciaria deixe de contar com sua matéria-prima mais importante na produção do aço.

É importante que todos os parâmetros do alto-forno, como temperatura, pressão, análise dos gases de topo, análise da escória, fluxo de calor e de carga, entre outros, sejam monitorados através de instrumentos e inspecionados por profissionais altamente treinados. Caso um parâmetro crítico seja excedido, alarmes devem ser acionados e devem entrar em ação respostas automáticas do sistema para controlar a situação. Estudos devem ser conduzidos no campo da engenharia de maneira a garantir que um aumento da campanha do forno não provocará um aumento em agravamento de seus riscos ou a uma maior exposição a eles. Os altos-fornos devem ser submetidos a manutenções preventivas periodicamente, geralmente a cada 3 meses, e durante a manutenção ocorrem as principais lesões a funcionários, uma vez que o forno continua com temperatura bastante elevada. Deve-se, portanto, tomar precauções e destinar uma atenção especial a procedimentos durante parada e reinício das atividades do alto-forno ou procedimentos de vazamento de gusa ou escória. [23]

Os maiores riscos de um alto-forno são explosões e vazamento de metal. As explosões podem ocorrer principalmente por pressões acima das indicadas devido, por exemplo, a um entupimento na tubulação de saída dos gases. Vazamentos podem ocorrer quando o desgaste dos refratários é muito superior ao dimensionado, ou seja, quando a alimentação é feita em níveis superiores ao programado, devido a erros de projeto ou devido a falhas, como a interrupção do sistema de resfriamento. A injeção de combustíveis particulados através das ventaneiras (finos de coque) também apresentam riscos de explosões e incêndio.

Por haver água de resfriamento em circulação, o alto-forno é considerado como um equipamento altamente exposto. Uma violenta explosão pode ocorrer quando água entra em contato com o ferro gusa produzido. A composição do GAF pode indicar se há um vazamento de água no sistema e atenção imediata deve ser dada ao problema. O monitoramento térmico do alto-forno e das vazões e pressões

do circuito de água também são fundamentais. Outros riscos importantes são o derramamento de metal líquido ou queimaduras pelo calor. [23]

Os equipamentos auxiliares do alto-forno também apresentam riscos. O sistema de limpeza dos gases está sujeito a elevado desgaste devido a erosão pelo material particulado e corrosão devido à composição química do gás. Os regeneradores ficam altamente expostos à combinação de tensões mecânicas e ataques químicos e podem também serem afetados por alterações nos parâmetros do alto-forno, em especial temperatura e pressão, que quando severamente comprometidas podem resultar inclusive na inversão do fluxo de entrada de combustível, fazendo com que ele retorne aos regeneradores e gerando inevitavelmente uma explosão nesse equipamento. [23]

#### 5.2.4 Conversor a Oxigênio (Conversor LD)

O processo Linz-Donawitz foi até 2005 responsável por cerca de 77% da produção brasileira de aço. [32] O conversor consiste em um reator cilíndrico com um casco protegido por uma revestimento de material refratário, que, devido ao desgaste intenso a que é submetido, tem uma vida média de apenas alguns meses. O processo apresenta diversas variantes, mas de maneira geral conta com uma lança de oxigênio puro, refrigerada a água.

As principais matérias primas, além do ferro gusa, são sucata de aço, minério de ferro, cal, fluorita e, como o processo já diz, oxigênio. Sua capacidade produtiva pode chegar a até 400 toneladas por corrida. A temperatura empregada durante o processo fica entre 2.500 °C e 3.000°C. Assim como no alto-forno, deve-se tomar um cuidado especial com os gases de saída, carregados com impurezas, que deverão ser limpos antes de serem inseridos no sistema de saída de gás. [23]

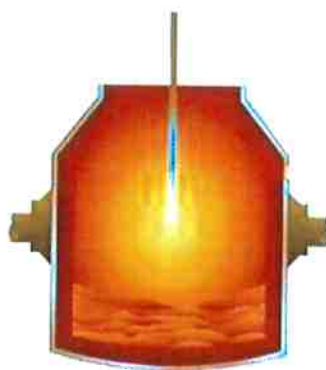


Figura 9 - esquema básico de um conversor a oxigênio [33]

A operação de um conversor é cíclica e descontinuada. O ciclo de operações de refino no conversor é formado por seis etapas: carregamento de carga sólida, carregamento do ferro gusa líquido, sopro, controle do processo (medição de temperatura e retirada de amostras), vazamento do aço e vazamento de escória. [32] Para o carregamento, o conversor é basculado para uma posição inclinada de 60° em relação à vertical. O vazamento do metal é realizado para uma panela, que irá ser transportada pela aciaria levando o metal líquido para o distribuidor.

Assim como no alto-forno, o conversor deve ser considerado como um equipamento altamente exposto, devido à presença de aço líquido e água de resfriamento circulando em alguns de seus componentes, como a lança de oxigênio. Acidentes importantes já ocorreram devido a derramamento de metal líquido. Pelo modo intermitente de operação, ele está sujeito a tensões cíclicas e fadiga, podendo resultar em trincas e danos mecânicos.



Figura 10 - Conversor a oxigênio da aciaria nº 2 da COSIPA, em 1990 [31]

O sistema de limpeza dos gases de saída é vital para seu funcionamento, sendo que filtros grandes são utilizados para a separação do particulado, representando risco de quebra e incêndio. Derramamento de metal líquido pode ocorrer durante sua transferência para a panela ou no caso de um problema de quebra dos refratários internos. Os sistemas de abastecimento e distribuição de oxigênio devem ser monitorados e receber manutenção constante de modo a evitar incêndios que possam ser causados por seu vazamento. [23]

#### **5.2.5 Forno Elétrico a Arco (usinas semi-integradas)**

O Forno Elétrico a Arco (FEA) vem se firmando como uma excelente alternativa na produção de aço. Esse processo necessita de um menor espaço físico, menor custo de investimento, apresenta um grau de emissão de CO<sub>2</sub> em média quatro vezes menor e pode processar ferro diretamente reduzido além da sucata.

É constituído basicamente por uma carcaça cilíndrica refratária e uma abóbada onde são inseridos os eletrodos que serão responsáveis pela abertura e manutenção do arco elétrico. Depende de uma grande quantidade de energia elétrica e possui entre seus sistemas de apoio um sistema de basculamento, painéis refrigerados, sistema hidráulico, transformadores e eletrodos. [34]



**Figura 11 - Forno Elétrico a Arco da Villares Metals em Sumaré (SP) [35]**

Assim como no alto-forno e no conversor LD, o FEA deve ser considerado como um equipamento altamente exposto, devido à presença de aço líquido e água de resfriamento circulante em diversos de seus componentes. A sucata reciclada pode conter diversos elementos e substâncias indesejadas e que podem causar um risco de explosão, contaminação, entre outros, como, por exemplo, a presença de água retida na sucata causando uma explosão devido às altas temperaturas ou materiais radioativos que poderiam contaminar o equipamento e a aciaria como um todo.

Os transformadores ligados ao forno operando a uma alta corrente estão sujeitos a altas tensões mecânicas e térmicas, podendo resultar em quebra ou incêndio, devendo sua operação ser constantemente monitorada. Por ter operação em batelada, está sujeita a tensões cíclicas que podem resultar em uma falha por fadiga. O sistema de limpeza de gases é vital para seu correto funcionamento e seus filtros de separação de particulados estão sujeitos a quebra e incêndio.

Derramamento de metal líquido pode levar a grandes perdas e pode ocorrer durante o manuseio ou movimentação do aço líquido, transferência do aço do forno elétrico para a panela ou caso haja desgaste excessivo no refratário interno, que deve ser constantemente checado e periodicamente renovado. [23]

#### 5.2.6 Refino Secundário

O refino secundário consiste em um conjunto de processos de ajuste das características do aço após seu refino em conversores a oxigênio ou fornos elétricos a arco. Estão entre os processos de refino secundário de aço o desgaseificador RH ("Rheinstahl Heraeus"), o processo de injeção IR-UT (*Injection Refining - Up Temperature*), os equipamentos VOD (*Vacuum Oxygen Decarburization*) e AOD (*Argon Oxygen Decarburization*) e o forno panela, sendo o refino secundário algumas vezes chamado de "metalurgia de panela". Com exceção da panela, os demais equipamentos e processos não estão sempre presentes, variando de acordo com o modelo da usina e, principalmente, o aço que se deseja produzir.

O refino secundário permite ajuste da temperatura e da composição química. Durante essa etapa são realizados processos de dessulfuração, desfosforação e descarburização, além do principal: desoxidação, uma vez que os processos de refino primário são altamente oxidantes. [36]

As panelas são recipientes metálicos revestidos internamente por refratários. Elas são alimentadas por sua boca, na parte superior, e são vazadas por baixo, através de uma válvula gaveta que controla a vazão de material. As temperaturas dentro das panelas podem chegar a 1.700 °C e nelas podem ser realizados tratamentos especiais nos aços, a fim de homogeneizá-lo após os processos de refino secundário. Os materiais refratários variam de acordo com a posição que tomam na panela. [37]

Os riscos ligados aos processos de refino secundário são basicamente os mesmos dos demais processos de aciaria, destacando-se derramamento de aço líquido, principalmente durante as transferências entre reatores, e vazamento de aço líquido devido a desgaste mecânico ou corrosão excessivos do refratário. O calor irradiado pode culminar em incêndios, queimaduras e destruição de estruturas civis e metálicas. Assim como em qualquer processo siderúrgico, é vital que o metal líquido não entre em contato com água.

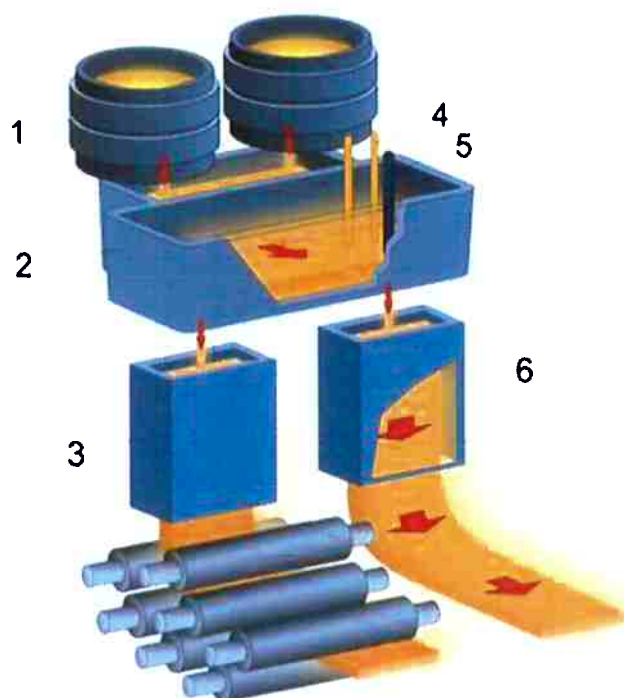
### **5.2.7 Lingotamento Contínuo**

O lingotamento contínuo é formado por uma sequência de processos e equipamentos.

O primeiro componente de uma máquina de lingotamento contínuo é a torre de panela. A torre de panela é uma grande estrutura metálica que promove a transferência da panela com aço da ala de refino secundário para a de lingotamento. É uma estrutura giratória com dois braços opostos, permitindo a substituição da panela que alimenta o distribuidor por meio de sistemas de levantamento, abaixamento e rotacionais. Nessa etapa é possível pesar as panelas e também tampá-las de modo a evitar acidentes e perda de calor para o ambiente. [37]

O distribuidor funciona como o pulmão do lingotamento. Assim como a panela, ele possui uma estrutura metálica revestida internamente por material refratário. Ele funciona como um reservatório intermediário entre a panela e o molde, permitindo que o lingotamento prossiga durante o período de troca da panela que o alimenta, possibilitando o lingotamento contínuo. Durante o tempo em que permanece nesse reservatório, o aço tem compostos não-metálicos indesejados suspensos por meio de flotação, formando uma escória sobrenadante que evita que

elementos que possam prejudicar as propriedades mecânicas do aço fiquem nele retidos durante o processo de lingotamento. [37]



**Figura 12 - Sistema de Lingotamento Contínuo (1 - Painela, 2 - Distribuidor, 3/6 - Moldes, 4/5 - Eletrodos) [38]**

O molde, por sua vez, é conhecido como o coração do lingotamento contínuo. É a parte mais importante do processo por ser a mais fundamental para se alcançar a qualidade desejada do aço lingotado. Nele ocorre o início da solidificação do aço e a definição do perfil do produto, no caso de placa e bloco a espessura e a largura e no caso de tarugo se a seção será redonda ou quadrada. O molde é um equipamento com inúmeras particularidades e que deve ter um controle absoluto de seus parâmetros, como gradiente de pressão e temperatura, oscilação mecânica, inclinação, qualidade do revestimento, entre outros, de forma a garantir a qualidade do aço. [37]

O lingotamento em si tem início após o molde no sistema suporte do veio, um sistema de rolos em sequência, dispostos abaixo do molde, em formato de curva, com aumento em seus diâmetros conforme eles se distanciam do molde e se aproximam da região horizontal da máquina, garantindo qualidade à superfície final do aço, uma vez que a pressão ferrostática provocaria problemas de abaulamento em sua estrutura caso fosse imediatamente levado a uma posição distinta à do

molde. Depois, o material lingotado passa por sistemas como o de resfriamento secundário antes de chegar à máquina de corte. [37]



Figura 13 - máquina de lingotamento contínuo da COSIPA em 1990 [31]

Os parâmetros de lingotamento devem ser rigidamente controlados de forma a garantir uma boa qualidade em seus produtos. No entanto, é a parte da siderúrgica com menos riscos, uma vez que tem uma frequência menor de quebras em seus equipamentos e é menos provável de iniciar um incêndio ou gerar uma explosão. Os maiores riscos são de derramamento de metal líquido, tanto na operação de transporte das panelas como principalmente após o molde, uma vez que no início do sistema de veios o aço se encontra solidificado apenas superficialmente, ocasionando em estruturas metálicas, cabos elétricos, equipamentos hidráulicos e à própria construção. [23]

Vazamentos de óleos e lubrificantes presentes no sistema de rolos na saída do molde também podem ser fontes de incêndio.

### 5.2.8 Laminação

A laminação consiste no processo de conformação mecânica que visa reduzir a seção transversal de uma placa, chapa ou tarugo através de deformação plástica sofrida pela passagem da peça por entre dois cilindros que giram com a mesma velocidade periférica em sentidos contrários. Como consequência, a largura e o

comprimento da peça são aumentados. Cada vez que a peça é submetida a esse processo é considerado um passe de laminação.



**Figura 14 - Laminação de chapas grossas da COSIPA em 1990 [31]**

Existem dois tipos de laminação: a laminação a quente e a laminação a frio. A laminação a quente se aplica a operações de desbaste (iniciais), onde são necessárias grandes reduções de seções transversais. Isso ocorre porque a temperatura de trabalho permanece acima da temperatura de recristalização do material, reduzindo sua resistência à deformação plástica e permitindo que o metal se recristalize, recuperando sua estrutura e evitando encruamento, o que prejudicaria os passes seguintes pelo aumento de resistência. A laminação a frio é responsável pelos passes de acabamento e as peças a serem processadas são geralmente oriundas da laminação a quente. A temperatura de trabalho para esse caso é a ambiente e por consequência o material apresenta uma maior resistência, não permitindo dessa forma reduções intensas em sua seção transversal. Para

viabilizar os passes seguintes, pode ser necessário um tratamento térmico de recozimento. Esse tipo de laminação tenciona melhorar a qualidade superficial da peça e permite produzir peças com espessuras mais finas. [39]

O risco de incêndio é alto na laminação devido à presença de aço em alta temperatura e uma enorme quantidade de óleos hidráulicos e lubrificantes submetidos a pressões altíssimas de operação. Vazamentos em sistemas de óleos não são incomuns e podem indicar que algum tipo de manutenção deve ser providenciado. A separação de processos e equipamentos é fundamental no controle contra a propagação de fogo, principalmente em relação a equipamentos elétricos. Os cilindros estão sujeitos a altas tensões térmicas e principalmente mecânicas, o que pode resultar em trincamento ou quebra desses equipamentos quando subdimensionados ou operados fora de suas condições ideais. [23] A presença de gás hidrogênio no tratamento térmico de recozimento implica em risco de explosão durante essa operação.

### **5.3 Histórico de Acidentes no Setor Siderúrgico**

Em termos de acidentes siderúrgicos no Brasil, os mais famosos têm relação com a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Em janeiro de 2006 a siderúrgica teve o maior sinistro da história do país, um incêndio no alto-forno AF-3 da Usina Presidente Vargas, que causou prejuízos avaliados em US\$ 600 milhões. Na época, sua seguradora era a Unibanco-AIG. [40] Teve início então uma briga judicial entre a CSN e o IRB, detentor do resseguro, sobre a renovação. À época, o IRB ainda detinha o monopólio do resseguro no país, e com sua recusa em renovar o resseguro da CSN, esta entrou na justiça contra o IRB tentando obrigá-lo a fornecer resseguro para sua operação. Após liminares que obrigaram o IRB a participar do resseguro [41] e outras o desobrigando [42], foi permitido à Mapfre procurar por resseguradoras no exterior interessadas no risco, cabendo ao IRB apenas o intermédio legalmente necessário [43]. Em junho de 2008, 2 anos e meio após o sinistro no alto-forno AF-3, apenas US\$ 360 milhões haviam sido pagos pelo IRB, que buscava um acordo de pagamento total de US\$ 520 milhões, recusado pela CSN; em fevereiro, sua seguradora, a Mapfre, já havia fechado o resseguro com 30 empresas estrangeiras, lideradas pela Berkshire Hathaway, antes mesmo da abertura do mercado às empresas estrangeiras que ocorreu em abril, com limite máximo de indenização de US\$ 750 milhões [44]. Em dezembro de 2008, o IRB

concordou em participar do resseguro da CSN e completou o pagamento da indenização referente ao sinistro de 2006, porém o valor exato permanece protegido por uma cláusula de confidencialidade; em troca, a CSN retirou os processos que movia contra a resseguradora [45]. Durante as negociações para a renovação do seguro, entretanto, houve a comunicação de um novo sinistro estimado em US\$ 414 milhões, referente à quebra por desgaste excessivo de um sistema de transporte de correias da Metso adquirido pela CSN em 2006 para modernizar o carregamento do aço nos navios. As negociações pararam novamente depois que a Berkshire Hathaway, resseguradora líder do painel, questionou a cobertura desse novo sinistro. [46]

Além dos casos da CSN, temos a relação de diversos outros acidente, entre eles:

- Incêndio ocorrido no alto-forno II da Usiminas Cubatão, em 19/05/2012. O fogo levou 6 horas para ser controlado pela brigada de incêndio da Usiminas e cerca de 12 equipes dos bombeiros. Pelo fato de ter ocorrido de madrugada, mesmo com a empresa funcionando 24 horas por dia, não houve nenhum ferido. [47]
- Acidente sofrido por estivador no cais da COSIPA-P2<sup>1</sup> durante operação de embarque de tarugos, em 23/02/2007, com prensamento de um dedo que culminou em sua amputação. [48]
- A queda de uma peça metálica da altura de 10 metros diretamente na cabeça de um mecânico terceirizado resultou em sua morte durante operação na Aciaria 2 da COSIPA em 29/08/2007. [49]
- No primeiro trimestre de 2010 houve 3 acidentes seguidos de morte nas empresas da Arcelor Mittal no Espírito Santo. Ocorreu a morte de um motorista por explosão de carbureto em contato com água, após destinação incorreta desse resíduo, em 31 de março na CST<sup>2</sup>. Também na CST houve um acidente em 04 de janeiro que resultou em esmagamento da cabeça de um mecânico. Na Belgo Mineira (atual Arcelor Mittal João Monlevade), em 11 de março, um motorista de uma empreiteira também teve seu corpo esmagado. [50]

---

<sup>1</sup> COSIPA - Companhia Siderúrgica Paulista - atual Usiminas Cubatão

<sup>2</sup> CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão - atual Arcelor Mittal Tubarão

- Em 14 de fevereiro de 2004 ocorreu um acidente gravíssimo na aciaria da CST, resultando em 4 mortes e queimaduras de 3º grau em um quinto funcionário. O conversor nº 1 voltava à operação após realização de manutenção quando ocorreu uma explosão, logo após a partida do equipamento. [51]
- Em setembro de 2009, 3 funcionários morreram e mais 3 ficaram feridos em um acidente na unidade de Congonhas (MG) da CSN ao despencarem de uma altura de 20 metros após uma correia transportadora se romper. [52]

Além dos casos brasileiros conhecidos, o relatório do IMIA (The International Association of Engineering Insurers) sobre Usinas Siderúrgicas, referência [23], dá detalhes sobre acidentes ocorridos em diversas plantas ao redor do globo, separado por área da ocorrência, incluindo descrição e valor das perdas, porém sem entrar em méritos como localização e data do sinistro. Segue abaixo tabela adaptada retirada desse relatório (N/A = não informado):

Tabela 3 - Perdas afetando a usina siderúrgica como um todo [23]

	Danos a Propriedade	Lucros Cessantes	Perdas Totais
<b>Perdas Operacionais</b>			
Explosão na usina de geração de energia acoplada a uma usina semi-integrada, resultando em parada total da fábrica por 11 dias e afetando a produção por 90 dias. Uma montadora de automóveis foi forçada a reduzir sua produção.	N/A	N/A	€ 290 M
Explosão na usina geradora de energia de um grande complexo siderúrgico devido à falha de uma válvula de gás. A casa das caldeiras foi completamente destruída.	€ 20 M	€ 12 M	€ 32 M
Um curto-circuito em um cabo de eletricidade de 25 kV resultou em uma parada completa de toda a usina siderúrgica.	€ 5 M	€ 8 M	€ 13 M
Um tanque de gás explodiu em uma grande usina siderúrgica que produzia chapas de aço para três grandes montadoras de automóveis. Dois altos-fornos tiveram que ser fechados por quase duas semanas. A operação das montadoras foi afetada e o lucro anual da siderúrgica sofreu com esse evento.	N/A	N/A	N/A
Em um grande complexo siderúrgico outro tanque de gás explodiu, dessa vez reduzindo a operação de dois altos-fornos e paralisando a laminação. Três importantes montadoras de automóveis tiveram suas produções afetadas.	N/A	N/A	N/A
<b>Perdas durante Construção e Montagem</b>			
O local de construção de uma planta de aço inoxidável foi devastada por quatro tufões que ocorreram em sequência. Represas que protegem o local da obra não suportaram a elevação no nível da água e cederam, resultando em um extensivo alagamento. Ácidos utilizados na unidade de descalcificação foram adicionados ao problema, o que ocasionou dano irreparável a alguns	N/A	N/A	€ 110 M

equipamentos devido à corrosão. O sistema de distribuição de eletricidade foi completamente destruído.			
Uma usina siderúrgica em construção sofre danos em várias unidades devido a um terremoto de 8.1 na escala Richter. O dano visível foi relativamente pequeno, porém bastante distribuído. 25 minutos após o terremoto o local foi atingido por um tsunami. Diversas áreas foram inundadas e trilhos foram arrastados pela correnteza. O reparo levou meses.	N/A	N/A	€ 40 M

**Tabela 4 - Perdas afetando coquerias [23]**

	Danos a Propriedade	Lucros Cessantes	Perdas Totais
<b>Perdas Operacionais</b>			
Uma tubulação de resfriamento de água do mar foi severamente corroída, ocorrendo vazamento e inundando a coqueria.	€ 11 M	N/A	€ 11 M
Uma correia transportadora com centenas de metros de comprimento, transferindo coque da coqueria para o alto-forno, pegou fogo. O coque não havia sido suficiente resfriado e teve nova ignição no silo. O fogo propagou para o armazém de estoques e para o alto-forno adjacente.	N/A	N/A	N/A
Um tanque contendo gás de coqueria pegou fogo enquanto trabalhadores o reforçavam contra possíveis danos causados por um tornado. Faíscas provenientes das operações de soldagem foram responsáveis pela ignição de óleo lubrificante localizado no fundo do tanque.	N/A	N/A	N/A
<b>Perdas durante Construção e Montagem</b>			
Envelhecimento prematuro do selamento de refratário em um forno da coqueria.	N/A	N/A	€ 7 M
Erosão mecânica e trincas no revestimento refratário de diversos fornos de coqueria.	N/A	N/A	€ 4 M

Tabela 5 - Perdas afetando o alto-forno e seus equipamentos relacionados [23]

	Danos a Propriedade	Lucros Cessantes	Perdas Totais
Perdas Operacionais			
Um alto-forno foi severamente danificado por três explosões e subsequente vazamento de gusa causando diversas fatalidades. O alto-forno teve perda total, uma vez que seu reparo não foi possível. É assumido que água do sistema de resfriamento entrou no alto-forno causando as explosões. A reconstrução foi realizada em um tempo recorde de 12 meses, devido a circunstâncias especiais.	€ 89 M	€ 120 M	€ 210 M
Em uma siderúrgica, o sistema de transmissão de eletricidade falhou, ocasionando a partida de um gerador de emergência, porém este também falhou. O alto-forno permaneceu sem resfriamento e sofreu um vazamento após alguns minutos. A saída do metal líquido foi seguida de fogo e explosões. O tempo de reparo estimado foi de 12 meses.	N/A	N/A	acima de € 100 M
Grandes danos resultaram de uma explosão em um dos regeneradores de um alto-forno. A produção de gusa e as atividades de aciaria foram afetadas.	€ 20 M	€ 35 M	€ 55 M
Rupturas em um alto-forno e vazamento de metal líquido levaram a consideráveis danos materiais e interrupção na operação.	N/A	N/A	€ 43 M
Uma das ventaneiras foi "expulsa" de um alto-forno. Gusa líquido vazou causando um incêndio.	€ 28 M	€ 12 M	€ 40 M
Uma explosão ocorreu em um dos regeneradores de um alto-forno. A parte superior da unidade explodiu devido a trincas causadas por corrosão sob pressão.	N/A	N/A	€ 32 M
Problemas na operação de um alto-forno resultaram em vazamento de gusa e incêndio subsequente.	€ 8 M	€ 22 M	€ 30 M
O suporte mecânico do cone de alimentação do alto-forno quebrou devido a uma falha por fadiga. O sistema do topo caiu dentro do alto-forno.	€ 5 M	€ 21 M	€ 26 M
Uma explosão ocorreu em um dos regeneradores de	€ 16 M	€ 5 M	€ 21 M

um alto-forno durante sua repartida após um período de manutenção programada.			
Pontos quentes no revestimento de um alto-forno devido a um sistema de resfriamento inadequado levaram a um rompimento da casca do alto-forno, resultando em um vazamento de aproximadamente 2.500 toneladas de gusa e diversas explosões quando de seu contato com o sistema de resfriamento.	€ 7 M	€ 3 M	€ 10 M
Vazamento de gusa líquido causado por problemas nos furos de gusa de um alto-forno.	N/A	N/A	€ 7 M
Um cone do sistema de alimentação caiu para dentro do alto-forno. Gases quentes escaparam causando um incêndio no topo do alto-forno. A provável causa de falha da estrutura foi por fadiga.	€ 1 M	€ 3 M	€ 4 M
Uma explosão ocorreu em um alto-forno quando o gusa líquido entrou em contato com água proveniente de um defeito no sistema de resfriamento.	N/A	N/A	€ 2 M
Incêndio em um cabo de eletricidade causado por uma descarga elétrica afetou o abastecimento de eletricidade para a seção de um alto-forno, resultando em uma parada forçada do equipamento.	N/A	N/A	N/A
Uma explosão ocorreu na tubulação de exaustão de gases do alto-forno. Sua operação foi interrompida e o forno foi isolado do sistema de gases.	N/A	N/A	N/A
Um incêndio com explosões no regenerador paralisaram a operação de um alto-forno com apenas um ano. Uma das ventaneiras foi destruída e gusa líquido foi derramado do alto-forno causando diversos danos ao sistema elétrico.	N/A	N/A	N/A
Diversas explosões ocorreram em um alto-forno devido à entrada de água de resfriamento. Cerca de 500 toneladas de gusa líquido vazaram causando incêndio e outros danos devido à irradiação de calor.	N/A	N/A	N/A
<b>Perdas durante Construção e Montagem</b>			
Superaquecimento, curto-circuito e fogo em um cabo	€ 1 M	€ 3 M	€ 14 M

de transmissão de 33 kV resultaram em parada total na distribuição de eletricidade para um alto-forno.			
Devido a um erro no manejo de um guindaste, uma carga de 30 toneladas foi derrubada do gancho para dentro do alto-forno.	N/A	N/A	€ 5 M
Colapso da cobertura de uma correia transportadora de minério de ferro.	N/A	N/A	€ 5 M

**Tabela 6 - Perdas afetando conversores a oxigênio [23]**

	Danos a Propriedade	Lucros Cessantes	Perdas Totais
<b>Perdas Operacionais</b>			
Explosão causada pelos gases de saída de um conversor a oxigênio devido a um erro na operação de uma válvula gaveta do filtro elétrico do sistema de limpeza dos gases.	€ 26 M	€ 39 M	€ 65 M
Devido a uma falha no refratário de um conversor a oxigênio equipado com um anel de resfriamento, gusa líquido entrou em contato direto com água. A explosão causou derramamento de gusa líquido e , conseqüentemente, incêndios. Cabeamento, painéis de controle, transformadores e outros equipamentos foram severamente danificados. A sala de controle do conversor foi completamente destruída. O metal fundido também causou danos a uma tubulação de gás natural, incendiando o gás escapado. O processo de produção do aço foi afetado por 3 meses.	N/A	N/A	€ 37 M
Um sensor de temperatura resfriado a água do conversor a oxigênio foi danificado. Água entrou no conversor, causando uma explosão.	€ 7 M	€ 5 M	€ 12 M
Descargas elétricas danificaram os filtros de uma unidade de limpeza de gases de um conversor a oxigênio.	N/A	N/A	€ 3 M

Tabela 7 - Perdas afetando o forno elétrico a arco [23]

	Danos a Propriedade	Lucros Cessantes	Perdas Totais
Perdas Operacionais			
Explosão de um forno elétrico a arco devido à entrada de água.	N/A	N/A	€ 79 M
Uma falha na camada refratária provocou um vazamento em um forno elétrico a arco. Foram danificados o forno, o prédio, unidades de controle, instalações elétricas e fundações.	N/A	N/A	€ 4 M
Um vazamento de óleo abaixo do transformador do forno sofreu ignição por razões desconhecidas.	€ 1 M	€ 3 M	€ 4 M
Danos a um transformador de 43 MVA do forno elétrico a arco devido a problemas de controle e nos mecanismos de segurança.	N/A	N/A	€ 4 M
O mesmo problema para a mesma empresa do segundo exemplo, porém ocorrido meio ano depois.	N/A	N/A	€ 3 M
Um forno elétrico a arco explodiu logo após receber uma carga de sucata. Como o acidente aconteceu em um país ao norte durante o inverno, assumiu-se que gelo foi introduzido no forno junto à sucata. A parte superior do forno elétrico a arco foi severamente danificada, a inferior foi deformada e o material refratário completamente destruído. Menores danos foram causados aos eletrodos, aos painéis de resfriamento e a um guindaste de 40 toneladas.	€ 1 M	€ 1 M	€ 2 M

Tabela 8 - Perdas afetando os processos de refino secundário de aço [23]

	Danos a Propriedade	Lucros Cessantes	Perdas Totais
<b>Perdas Operacionais</b>			
Desmantelamento do refratário de uma panela de aço. Houve vazamento de aço líquido, ocasionando um incêndio.	N/A	N/A	€ 3 M
<b>Perdas durante Construção e Montagem</b>			
Durante o período de testes, aço bruto remanescente em uma panela da unidade de tratamento a vácuo efervesceu causando derramamento de aço líquido e incêndio.	N/A	N/A	€ 1 M

Tabela 9 - Perdas afetando o lingotamento contínuo [23]

	Danos a Propriedade	Lucros Cessantes	Perdas Totais
<b>Perdas Operacionais</b>			
Durante lingotamento contínuo, aço líquido foi derramado causando danos à lingoteira e a instalações elétricas.	€ 2 M	€ 5 M	€ 7 M
Derramamento de aço líquido devido a problemas operacionais. Danos a instalações elétricas e à lingoteira.	€ 2 M	€ 5 M	€ 7 M
Aditivos indevidamente selecionados causaram corrosão no sistema de resfriamento de uma lingoteira.	N/A	N/A	€ 3 M
<b>Perdas durante Construção e Montagem</b>			
Derramamento de 25 toneladas de aço fundido de uma panela devido à falha de uma válvula de controle. Incêndio e calor irradiado levaram a danos consideráveis.	N/A	N/A	€ 2 M

Tabela 10 - Perdas afetando a laminação [23]

	Danos a Propriedade	Lucros Cessantes	Perdas Totais
Perdas Operacionais			
Um grande incêndio ocorreu na laminação a frio, resultando em uma perda significativa. O foco do incêndio foram faíscas de soldagem durante o reparo da célula de óleo.	€ 35 M	€ 40 M	€ 75 M
Um grande incêndio danificou seriamente um laminadora. Muito do equipamento elétrico foi destruído. Estruturas mecânicas, os sistemas de óleo hidráulico e lubrificante, o sistema de filtro de óleo e unidades de controle foram severamente danificadas e tiveram que ser substituídas. Fundações e estruturas civis da célula de óleo foram reforçadas.	N/A	N/A	N/A
Inundação de uma laminadora a quente durante uma forte tempestade.	N/A	N/A	€ 47 M
Incêndio culposo causado por um empregado em uma máquina de laminação a frio.	N/A	N/A	€ 35 M
Óleo sob alta pressão vazou de uma tubulação em uma laminadora a frio e teve ignição em um ponto quente.	N/A	N/A	€ 28 M
Um incêndio em uma laminadora a quente foi causado por superaquecimento dos cabos elétricos que abasteciam os motores elétricos ligados aos cilindros de laminação.	N/A	N/A	€ 16 M
Trabalhos de soldagem resultaram em faíscas que atearam fogo ao óleo das unidades hidráulicas.	N/A	N/A	€ 11 M
Um curto-circuito no cabeamento de uma laminadora a quente resultou em um incêndio.	€ 3M	€ 8 M	€ 11 M
Falha no eixo principal de uma laminadora a frio.	N/A	N/A	€ 7 M
Soldagem e cortes sem permissão em uma laminadora a frio causaram faíscas que incendiaram óleo e graxa.	N/A	N/A	€ 5 M
Incêndio no cabeamento elétrico de uma laminadora.	€ 3 M	€ 2 M	€ 5 M

Falha elétrica em um transformador. Ele teve que ser substituído e houve danos a alguns motores elétricos.	€ 1 M	€ 3 M	€ 4 M
Rachaduras em cilindros de uma laminadora.	N/A	N/A	€ 4 M
Faíscas provenientes de trabalhos de soldagem deram ignição ao óleo de resfriamento de uma laminadora a frio.	N/A	N/A	€ 2 M
Faíscas de uma ferramenta de corte deram ignição a graxa e óleo hidráulico em uma laminadora a frio.	N/A	N/A	€ 2 M
Rachaduras em engrenagens e flexão do eixo do motor devido ao bloqueio dos cilindros de laminação.	N/A	N/A	€ 2 M
Curto-circuito em um motor elétrico devido a um isolamento precário.	N/A	N/A	€ 1 M
Incêndio envolvendo cabos antigos em uma sala elétrica adjacente à laminação a quente. 20 painéis foram bastante danificados e tiveram que ser substituídos. Ainda, 30 metros de cabos foram destruídos e a sala ficou contaminada com fumaça.	Acima de € 400,000	Aprox. 45 dias de parada parcial	Sem dados precisos
Incêndio iniciado devido a uma tira quebrada em uma laminadora a frio. O incêndio se propagou para o topo dos sistemas hidráulico e de lubrificação, depósitos de óleo do sistema de exaustão de vapor e para a célula de óleo abaixo da laminadora. Uma projeto inadequado tornava a proteção contra incêndio não confiável e resultou em uma perda relativamente grande.	N/A	N/A	N/A
<b>Perdas durante Construção e Montagem</b>			
Incêndio causado por trabalhos de soldagem logo acima da cobertura de polipropileno de uma planta de decapagem.	N/A	N/A	€ 7 M
Colapso de uma ponte rolante durante testes.	N/A	N/A	€ 2 M

## 6 Tomada de Decisão para Gestão de Risco em Siderurgia

A indústria siderúrgica produz mais de 850 milhões de toneladas de aço por ano e emprega mais de 859 mil funcionários ao redor do mundo. [53] É de vital importância, portanto, que a operação seja contínua e confiável, evitando paradas por quebras de máquinas ou acidentes sofridos por funcionários.

Usinas semi-integradas são mais eficientes, porém trabalham com o conceito do *just in time*, o que as torna mais vulneráveis a prejuízos devido a paradas em sua produção. A fonte dos maiores problemas em siderúrgicas, no entanto, é o alto-forno, uma quase exclusividade da usina integrada. O *lead time* para reposição de um alto-forno pode chegar a 18 meses [53], ou seja, um ano e meio com a produção parada, o que esgotaria o limite de qualquer apólice de seguros e resultaria em demonstrativos financeiros catastróficos, além de uma enorme perda de imagem junto a seus clientes.

Estudando um empreendimento siderúrgico podemos tirar diversas conclusões sobre sua situação e propor medidas para melhorá-la, não somente ao nível de riscos operacionais e à integridade de máquinas e funcionários, mas também em níveis estratégicos, financeiros e gerenciais. Uma importante ferramenta para essa avaliação é a análise SWOT (*Strenght, Weakness, Oportunities, Threats*). Abaixo foi realizada uma análise SWOT superficial para usinas siderúrgicas. O intuito dessa análise é avaliar estratégias, vantagens e desvantagens de sua operação de modo a procurar uma forma de melhoria em seus resultados. A tabela abaixo é apenas demonstrativa e simplificada uma vez que não faz parte dos objetivos deste trabalho, já que uma análise completa iria requerer muito mais informações e um enfoque mais global.

**Tabela 11 - Análise SWOT de uma siderúrgica do ponto de vista de seus riscos**

Forças ( <i>Strenght</i> )
Presença de sistemas de gestão e segurança integrados (usina integrada)
Alta tecnologia em contínuo avanço
Técnicas fundamentadas e processos bastante compreendidos
Histórico de sucessos e problemas superior a um século

Fraquezas ( <i>Weakness</i> )
Elevados riscos intrínsecos à atividade
Problemas com qualificação de mão-de-obra em nível operacional e gerencial
Dificuldades em se implementar uma filosofia de trabalho alinhada
Oportunidades ( <i>Opportunities</i> )
Investir em treinamento, inspeções e gestão de riscos
Mapear atividades, energias e outras formas de riscos
Aumentar o conhecimento do empreendimento por todas suas esferas
Tornar a operação mais segura, melhorando o ambiente de trabalho e resultados financeiros
Ameaças ( <i>Threats</i> )
Falta de engajamento de gerentes e operadores
Descaso gerado por desinformação por parte da diretoria
Falta de profissionais capacitados para conduzir o estudo e sua implementação
Dificuldades em se determinar uma solução viável para os riscos identificados

As forças e fraquezas constituem situações presentes no empreendimento, enquanto oportunidades e ameaças consistem em planos futuros. Uma análise deve ser feita de modo a promover a aplicação das oportunidades, evitando as ameaças de que elas não ocorram de maneira apropriada. Por algumas vezes, as próprias oportunidades parecem ser a solução para as ameaças que podem surgir, como o investimento em treinamento solucionar a ameaça da falta de profissionais capacitados, porém deve-se entender que irão existir também ameaças como a falta de verbas para treinamentos ou a resistência a treinamentos por parte dos funcionários.

Tendo em vista que a principal oportunidade das siderúrgicas atualmente é a de reduzir seus riscos (sua fraqueza), são necessárias análises dos riscos presentes através de métodos de gerenciamento de riscos como os apresentados no Capítulo 4, de forma a identificar e procurar alternativas para a prevenção desses riscos e contenção de possíveis perdas. Abaixo foi realizada uma análise geral e simplificada dos riscos presentes em uma siderúrgica, propondo maneiras de minimizá-los.

Tabela 12 - Principais riscos e possíveis barreiras em uma usina siderúrgica

Riscos	Principais causas	Minimização dos riscos e seus efeitos
<b>Pátio de Minérios</b>		
Incêndio	Ignição de coque ou carvão	Limpeza do pátio e brigada de incêndio
Lesão	Queda de objetos em altura	Zonas de não circulação e utilização EPI
Parada Máquinas	Quebra de partes e peças	Manutenção e peças em estoque
<b>Sinterização</b>		
Explosão	Finos em suspensão	Controle e ajuste de parâmetros
Paralisação	Quebra da esteira rolante	Operação e manutenção adequadas
<b>Coqueria</b>		
Deformações à câmara interna	Pressão excessiva do gás de saída	Manutenção preventiva e controle dos parâmetros do processo
Explosão	Voláteis inflamáveis	Manutenção do sistema de tratamento de gases e válvulas de proteção
Corrosão	Voláteis corrosivos	
<b>Alto-Forno</b>		
Explosão	Entrada de água ou pressão elevada	Manutenção do sistema de exaustão e controle de pressão e temperatura
Vazamento gusa	Desgaste do refratário	Projeto e operação adequados
<b>Conversor a Oxigênio</b>		
Explosão	Contato com H <sub>2</sub> O ou O <sub>2</sub> . Gases em exaustão.	Controle do processo e manutenção de sistemas auxiliares / válvulas de proteção
Trincamento	Fadiga por tensões cíclicas	Inspeções e manutenção preventiva
Derramamento de aço líquido	Transferência para panela. Desgaste do refratário.	Atenção aos procedimentos de transferência, inspeção e manutenção
<b>Forno Elétrico a Arco</b>		
Explosão	Contato com água	Secagem da sucata
Perda produtiva	Contaminação da sucata	Controle de composição da sucata
Derramamento de aço líquido	Transferência para panela. Desgaste do refratário.	Atenção aos procedimentos de transferência, inspeção e manutenção
<b>Lingotamento Contínuo</b>		
Derramamento de aço líquido	Parâmetros incorretos na saída do molde.	Controle do processo de lingotamento e parâmetros no interior e saída do molde
<b>Laminação</b>		
Incêndio	Óleos a alta pressão	Separação entre sistemas
Quebra cilindros de laminação	Elevadas tensões térmicas e mecânicas	Respeito aos limites de operação. Realização de inspeções e manutenção.

Vale observar na tabela da página anterior que riscos como explosão e vazamento/derramamento de metal líquido são também possíveis fontes de incêndio.

O modelo apresentado na Tabela 12 refere-se a uma análise qualitativa inicial, a qual conta com uma visão geral e superficial, não sendo utilizado de nenhum método específico de análise de riscos. Os riscos mencionados poderiam ser vistos do ponto de vista de energias, incluindo térmica, mecânica, movimentação, elétrica, entre outras. A recomendação é de que seja feita em primeira instância uma análise de energia e um acompanhamento mensal. Após o primeiro ano, seria interessante manter o acompanhamento mensal da análise por energia e efetuar uma análise por atividades ou processos, de modo a identificar e sanar riscos ligados a problemas específicos do empreendimento estudado.

De modo a comparar os métodos qualitativo e quantitativo, foi feito um estudo quantitativo geral, uma vez que seria necessário uma quantidade maior de dados para se atingir frequência e severidade realistas.

Para a análise quantitativa foram realizadas estimativas de frequência e severidade dos principais riscos presentes em uma usina siderúrgica para cada um dos principais processos nela existentes. Os riscos escolhidos para fazerem parte desta análise foram: incêndio (puro), explosão (+ incêndio), derramamento de metal líquido (+ incêndio), quebra de equipamentos e lesões por queda ou movimentação de objetos e máquinas. Uma análise completa detalharia alguns riscos aqui agrupados e incluiria outros como corrosão, descarga elétrica, pane elétrica e riscos externos que possam influenciar na produção.

Para se alcançar os resultados, foi encontrado um índice relativo calculado pela multiplicação simples entre os códigos de severidade e frequência estimados. Os valores para frequência variaram entre 0 e 4, enquanto os valores para severidade foram definidos entre 0 e 5, conforme a Tabela 1 da página 26. Dessa forma, foram construídas as seguintes tabelas:

**Tabela 13 - Análise quantitativa de riscos para o pátio de minérios**

Riscos	Pátio de Minérios			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	3	1	3	25,0%
Explosão*	1	1	1	8,3%
Derramamento de metal líquido*	0	0	0	0,0%
Quebra / Trincamento	2	1	2	16,7%
Lesões por queda ou movimentação	3	2	6	50,0%
<b>Total</b>			<b>12</b>	<b>6,3%</b>

**Tabela 14 - Análise quantitativa de riscos para a sinterização**

Riscos	Sinterização			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	1	1	1	7,7%
Explosão*	2	3	6	46,2%
Derramamento de metal líquido*	0	0	0	0,0%
Quebra / Trincamento	3	2	6	46,2%
Lesões por queda ou movimentação	0	0	0	0,0%
<b>Total</b>			<b>13</b>	<b>6,8%</b>

**Tabela 15 - Análise quantitativa de riscos para a coqueria**

Riscos	Coqueria			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	2	1	2	11,1%
Explosão*	3	4	12	66,7%
Derramamento de metal líquido*	0	0	0	0,0%
Quebra / Trincamento	2	2	4	22,2%
Lesões por queda ou movimentação	0	0	0	0,0%
<b>Total</b>			<b>18</b>	<b>9,4%</b>

Tabela 16 - Análise quantitativa de riscos para o alto-forno

Riscos	Alto-Forno			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	1	2	2	5,1%
Explosão*	3	5	15	38,5%
Derramamento de metal líquido*	3	4	12	30,8%
Quebra / Trincamento	3	3	9	23,1%
Lesões por queda ou movimentação	1	1	1	2,6%
<b>Total</b>			<b>39</b>	<b>20,3%</b>

Tabela 17 - Análise quantitativa de riscos para o conversor a oxigênio

Riscos	Conversor a Oxigênio			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	2	1	2	7,4%
Explosão*	2	4	8	29,6%
Derramamento de metal líquido*	3	3	9	33,3%
Quebra / Trincamento	3	2	6	22,2%
Lesões por queda ou movimentação	2	1	2	7,4%
<b>Total</b>			<b>27</b>	<b>14,1%</b>

Tabela 18 - Análise quantitativa de riscos para o forno elétrico a arco

Riscos	Forno Elétrico a Arco			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	1	1	1	4,5%
Explosão*	2	4	8	36,4%
Derramamento de metal líquido*	2	3	6	27,3%
Quebra / Trincamento	3	2	6	27,3%
Lesões por queda ou movimentação	1	1	1	4,5%
<b>Total</b>			<b>22</b>	<b>11,5%</b>

Tabela 19 - Análise quantitativa de riscos para o refino secundário

Riscos	Refino Secundário			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	2	2	4	14,8%
Explosão*	1	3	3	11,1%
Derramamento de metal líquido*	3	4	12	44,4%
Quebra / Trincamento	2	2	4	14,8%
Lesões por queda ou movimentação	2	2	4	14,8%
<b>Total</b>			<b>27</b>	<b>14,1%</b>

Tabela 20 - Análise quantitativa de riscos para o lingotamento

Riscos	Lingotamento			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	1	1	1	10,0%
Explosão*	1	1	1	10,0%
Derramamento de metal líquido*	2	3	6	60,0%
Quebra / Trincamento	1	2	2	20,0%
Lesões por queda ou movimentação	0	0	0	0,0%
<b>Total</b>			<b>10</b>	<b>5,2%</b>

Tabela 21 - Análise quantitativa de riscos para a laminação

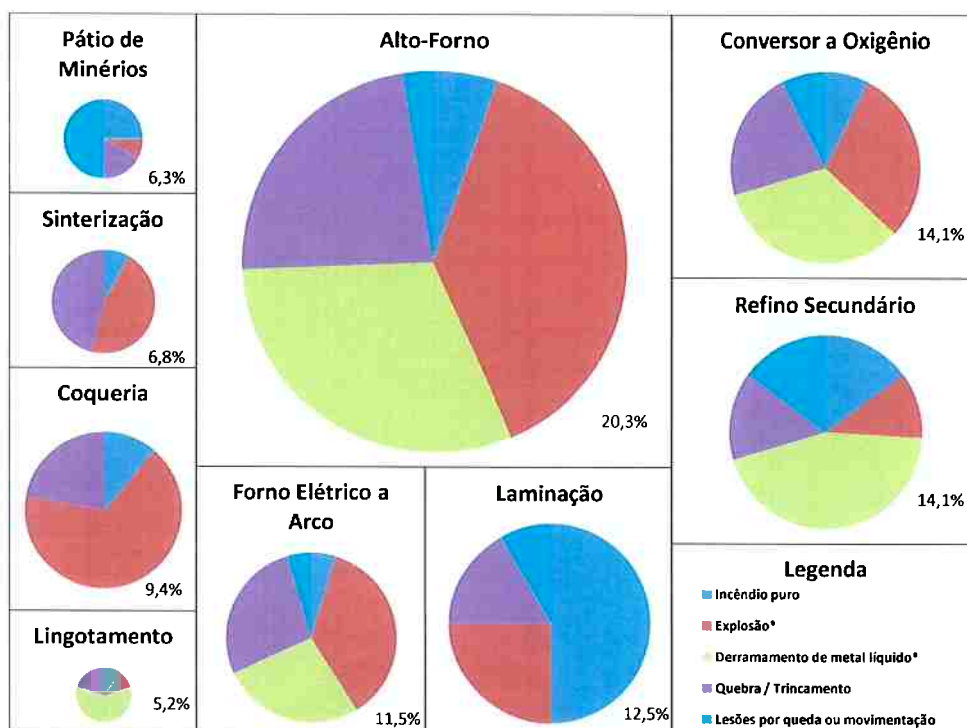
Riscos	Laminação			
	Frequência	Severidade	Índice	%
Incêndio puro	4	3	12	50,0%
Explosão*	2	3	6	25,0%
Derramamento de metal líquido*	0	0	0	0,0%
Quebra / Trincamento	4	1	4	16,7%
Lesões por queda ou movimentação	2	1	2	8,3%
<b>Total</b>			<b>24</b>	<b>12,5%</b>

Os valores em **negrito** fazem referência à proporção do índice combinado para cada processo em relação ao índice combinado da usina inteira. Os valores definidos e os resultados obtidos podem e devem ser questionados, uma vez que seus valores são baseados apenas nas ideias gerais e estimativas apresentadas nesse trabalho.

É importante notar, entretanto, que o maior risco de uma usina siderúrgica é seu alto-forno, uma vez que sua frequência de acidentes não é baixa e possuem maior severidade, devido ao custo dos equipamentos envolvidos, à enorme quantidade de material envolvido em seu processo, dos elevados períodos de reparo e substituição e dos prejuízos causados pelas paradas em sua operação.

Outro ponto interessante é de que a maior frequência de acidentes ocorre na laminação, porém sua severidade é menor, e exatamente por isso acaba muitas vezes não recebendo a atenção necessária por parte de gerentes e operadores, aumentando ainda mais sua frequência e resultando em acidentes que poderiam ser facilmente evitados.

Após a confecção das tabelas, foi realizada a consolidação dos resultados:



**Figura 15 - Consolidação da análise quantitativa de riscos siderúrgicos**

Os gráficos buscam uma melhor visualização da comparação entre os resultados das diferentes áreas da empresa, de modo a observar quais os processos com mais perigosos e quais os principais riscos envolvidos na operação como um todo.

Além de realizar uma comparação entre os diferentes processos, pode-se também traçar gráficos de severidade x frequência, conforme anunciado no capítulo 4. Esses gráficos auxiliam na determinação de quais riscos são aceitáveis, quais necessitam de medidas preventivas e quais necessitam de medidas urgentes. As retas auxiliares não possuem valores fixos e podem variar de acordo com a proposta de gerenciamento, podendo inclusive assumir valores não lineares.

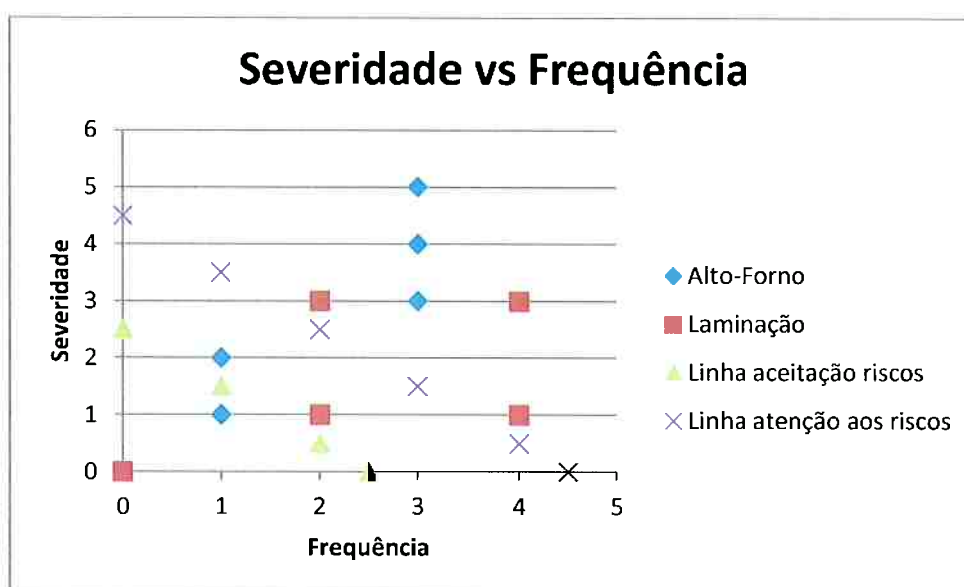


Figura 16 - Exemplo de gráfico de severidade x frequência aplicado ao alto-forno e à laminação

Deve-se tomar especial atenção com as Normas Regulamentadoras da Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho. Existem regulamentações acerca da CIPA (Comissão Interna de Prevenção e Acidentes), utilização de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), edificações, fornos, máquinas e equipamentos, entre outros assuntos ligados à segurança e medicina no trabalho. Um índice incluindo todas as NRs pode ser encontrado no Anexo A.

O principal ponto a ser levantado refere-se à NR 4 (Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho). O quadro I dessa norma disponibiliza códigos e graus de risco dependendo da atividade econômica empregada em uma indústria. Todas as atividades ligadas à metalurgia possuem

uma classificação máxima do grau de risco (nível 4), estando as siderúrgicas entre os códigos 27.1 e 27.3, conforme demonstrado pela tabela abaixo:

**Tabela 22 - Seção 27 do Quadro I da NR 4 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) [54]**

Código	Atividades	Grau de Risco
27	METALURGIA BÁSICA	
27.1	Siderúrgicas Integradas	
27.11-1	produção de laminados planos de aço	4
27.12-0	produção de laminados não-planos de aço	4
27.2	Fabricação de Produtos Siderúrgicos - Exclusive em Siderúrgicas Integradas	
27.21-9	Produção de gusa	4
27.22-7	produção de ferro, aço e ferro-ligas em formas primárias e semi-acabados	4
27.29-4	produção de relaminados, trefilados e retrefilados de aço - exclusive tubos	4
27.3	Fabricação de Tubos - Exclusive em Siderúrgicas Integradas	
27.31-6	fabricação de tubos de aço com costura	4
27.39-1	fabricação de outros tubos de ferro e aço	4
27.4	Metalurgia de Metais Não-Ferrosos	
27.41-3	metalurgia do alumínio e suas ligas	4
27.42-1	metalurgia dos metais preciosos	4
27.49-9	metalurgia de outros metais não-ferrosos e suas ligas	4
27.5	Fundição	
27.51-0	fabricação de peças fundidas de ferro e aço	4
27.52-9	fabricação de peças fundidas de metais não-ferrosos e suas ligas	4

Os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) regulamentados pela NR 4 são desempenhados por equipes de profissionais, contratados pelas empresas, com a finalidade de promover a saúde e integridade física dos trabalhadores de determinado empreendimento. De acordo com o grau de risco disposto no quadro I da NR 4 (Tabela 22), é possível dimensionar os SESMT de seu empreendimento utilizando o quadro II da mesma norma, disposto abaixo na Tabela 23:

Tabela 23 - Quadro II da NR 4 - Dimensionamento dos SESMT [54]

Grupo de Risco	Nº de empregados no estabelecimento	50 a 100	101 a 250	251 a 500	501 a 1.000	1.001 a 2.000	2.001 a 3.500	3.501 a 5.000	Acima de 5.000 para cada grupo de 4.000 ou fração acima de 2.000**
1	Técnicos								
	Técnico Seg. Trabalho	-	-	-	1	1	1	2	1
	Engenheiro Seg. Trabalho	-	-	-	-	-	1*	1	1*
	Aux. Enfermagem Trabalho	-	-	-	-	-	1	1	1
	Enfermeiro do Trabalho	-	-	-	-	-	-	1*	-
2	Médico do Trabalho	-	-	-	-	1*	1*	1	1*
	Técnico Seg. Trabalho	-	-	-	1	1	2	5	1
	Engenheiro Seg. Trabalho	-	-	-	-	1*	1	1	1*
	Aux. Enfermagem Trabalho	-	-	-	-	1	1	1	1
	Enfermeiro do Trabalho	-	-	-	-	-	-	1	-
3	Médico do Trabalho	-	-	-	-	-	1	1	1
	Técnico Seg. Trabalho	-	1	2	3	4	6	8	3
	Engenheiro Seg. Trabalho	-	-	-	1*	1	1	2	1
	Aux. Enfermagem Trabalho	-	-	-	-	1	2	1	1
	Enfermeiro do Trabalho	-	-	-	-	-	-	1	-
4	Médico do Trabalho	-	-	-	1*	1	1	2	1
	Técnico Seg. Trabalho	1	2	3	4	5	8	10	3
	Engenheiro Seg. Trabalho	-	1*	1*	1	1	2	3	1
	Aux. Enfermagem Trabalho	-	-	-	1	1	2	1	1
	Enfermeiro do Trabalho	-	-	-	-	-	-	1	-
	Médico do Trabalho	-	1*	1*	1	1	2	3	1

(\*) - Tempo parcial (mínimo de três horas)

(\*\*) - O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento da faixa de 3.501 a 5.000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de estabelecimentos similares com mais de 500 (quinhentos) empregados deverão contratar um Enfermeiro do Trabalho em tempo integral.

## 7 Conclusão

Esse trabalho teve por objetivo demonstrar a importância de um conhecimento dos riscos envolvidos em sua operação por parte das usinas siderúrgicas a partir de um programa de gerenciamento de riscos.

Podemos concluir que devido à enorme quantidade de riscos e consequências a eles atribuídas em uma usina siderúrgica, faz-se necessário um programa intensivo e extensivo de gerenciamento de riscos, preferencialmente acoplado a algum sistema de gestão já existente no empreendimento.

Foram apresentados os modelos quantitativo e qualitativo, procurando expor suas vantagens e deficiências. É recomendada uma análise inicial básica, como demonstrada no corpo do trabalho, seguida de uma análise por energias, mais completa, com acompanhamento regular. Assim que esse método atingir seus objetivos, recomenda-se uma análise mais profunda e específica de processos (*hazop*) e atividades.

Os maiores riscos de uma usina siderúrgica estão ligados ao alto-forno, devido à sua complexidade, preço e importância na operação de produção do aço. Deve-se entender que existem diversos fatores de riscos, como projetos, processos, máquinas, ferramentas e, principalmente, o humano. As consequências geradas podem ser de caráter de saúde dos trabalhadores, danos físicos a máquinas e equipamentos e interrupções na cadeia produtiva.

O seguro é importante na segurança financeira para o caso de algum imprevisto, reduzindo os prejuízos do segurado. No seguro são analisados aspectos como perda máxima, programas de contenção e combate a incêndio, histórico de operações semelhantes e histórico da própria operação, procurando atingir suas particularidades. É importante que o segurado forneça à seguradora informações corretas e confiáveis, principalmente de cronogramas de construção e manutenção, inventário em estoque, procedimentos utilizados (padrão e em caso de emergência), detalhes da operação e seus reatores principais, entre outros documentos que possam vir a ser solicitados.

## **8 Sugestões Futuras**

O trabalho é de caráter introdutório e visa apresentar e fixar conceitos de riscos, seguro e gerenciamento. Recomenda-se um aprofundamento da parte técnica, de preferência através de estudos de caso no setor siderúrgico e análise das melhores práticas aplicadas à análise e mitigação do risco. Para uma análise mais aprofundada, recomenda-se também a inclusão de indicadores relacionadas à engenharia de confiabilidade, como taxa de falhas, tempo médio de parada, tempo médio até falha, tempo médio entre falhas, tempo médio para manutenção, entre outros. A engenharia de confiabilidade atua se utilizando de critérios históricos e estatísticos e representa o complemento ideal para uma perfeita análise e gerenciamento de riscos.

## 9 Bibliografia

1. TAKALA, J. **Global estimates of fatal occupational accidents**. International Labour Office. Genebra. 1998.
2. PIMENTEL, B. Pirâmide de Bird ou de acidentes. **sesmtbrasil**, 2009. Disponível em: <http://sesmtbrasil.blogspot.com.br/2009/10/piramide-de-bird-ou-de-acidentes.html>. Acesso em: 2012.
3. HEINRICH, H. W. **Industrial accident prevention**. Nova Iorque: McGraw-Hill Book Company, 1959.
4. BIRD JR., F. E.; LOFTUS, R. G. **Loss Control Management**. [S.l.]: Intl Loss Control Inst, 1976.
5. ALLIANZ SEGUROS S.A. **e-learning Teoria Geral do Seguro**. [S.l.].
6. LARRAMENDI, I. H. D.; PARDO, J. A.; CASTELO, J. **Manual Básico de Seguros**. [S.l.]: FUNENSEG, Gráfica Vitória Ltda, 1997.
7. HISTÓRIA do Seguro. **Bradesco Saúde**. Disponível em: [http://www.bradescosaude.com.br/Historia/Historia\\_Seguro.asp](http://www.bradescosaude.com.br/Historia/Historia_Seguro.asp). Acesso em: 2012.
8. DE SOUZA, M. L. P. O princípio da boa-fé nos contratos de seguro. **DireitoNet**, 2009. Disponível em: <http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/4988/O-principio-da-boa-fe-nos-contratos-de-seguro>. Acesso em: 2012.
9. CÓDIGO Civil Brasileiro. **Planalto**, 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm). Acesso em: 2012.
- 10 CIRCULAR SUSEP 251. **SUSEP**. Disponível em: <http://www2.susep.gov.br/bibliotecaweb/docOriginal.aspx?tipo=1&codigo=15072>. Acesso em: 2012.
- 11 LEITE, M. D. O. Cálculo do Prêmio. In: LEITE, M. D. O. **Teoria Geral do Seguro**. II. 5ª edição. ed. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2006. Cap. 2.

- 12 GANDRA, A. Catástrofe no Japão já é o maior evento do mundo em indenizações de seguro. **Agência Brasil**, 2011. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2011-03-16/catastrofe-no-japao-ja-e-maior-evento-do-mundo-em-indenizacoes-de-seguro>>. Acesso em: 2012.
- 13 LEITE, M. D. O. Processo de Sinistro. In: LEITE, M. D. O. **Teoria Geral do Seguro II**. 5ª Edição. ed. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2006. Cap. 3.
- 14 LEITE, M. D. O. Ramos ou Planos de Seguro. In: LEITE, M. D. O. **Teoria Geral do Seguro II**. 5ª Edição. ed. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2006. Cap. 6.
- 15 SEGURO ou Plano de Saúde. **Finanças Práticas**. Disponível em: <<http://www.financaspraticas.com.br/323731-Seguro-ou-plano-de-saude.note.aspx>>. Acesso em: 2012.
- 16 COSTA, A. C. O Seguro do chefe. **Istoé Dinheiro**, 2007. Disponível em: <[http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/3013\\_O+SEGURO+DO+CHEFE](http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/3013_O+SEGURO+DO+CHEFE)>. Acesso em: 2012.
- 17 LOIACONO, R. O que são Seguros de Responsabilidade Civil Profissional? **Blog Seguro**, 2010. Disponível em: <<http://blogseguro.com.br/2010/03/17/o-que-sao-seguros-de-responsabilidade-civil-profissional/>>. Acesso em: 2012.
- 18 PONTES, L. C. D. S. **Cultura de segurança e suas implicações na prevenção de acidentes de trabalho**. Belo Horizonte: [s.n.], 2008.
- 19 HARMS-RINGDAHL, L. **Safety Analysis - Principles and Practice in Occupational Safety**. Boca Raton, Florida: CRC Press LLC, 2001.
- 20 PARÂMETROS da Fiabilidade. **Redes e Servidores**. Disponível em: <<http://redes-e-servidores.blogspot.com.br/2011/02/alta-disponibilidademedicao-ii.html>>. Acesso em: 2012.
- 21 THIELSCH, H.; CONE, F. **Equipment Integrity Inspections - Essential to Risk Management**. Houston. 1994.
- 22 MOURÃO, M. B.; GENTILE, E. F. Visão Geral do Processo Siderúrgico. In:

- . MOURÃO, M. B., et al. **Introdução à Siderurgia**. 2ª Edição. ed. São Paulo: ABM, v. 1, 2011. Cap. 1.
- 23 HOFMANN, G. et al. **Steel Plants - Risk exposure and claims experience**. . IMIA. [S.I.]. 2004. (WGP 37(04)).
- 24 MOREIRA, M. F. **Siderurgia**. [S.I.], p. 4.
- 25 STACKER / Reclaimer. **UBE Machinery Corporation Ltd**. Disponível em: . <[http://www.ubemachinery.co.jp/english/seihin/b\\_hand/stacker.rec.htm](http://www.ubemachinery.co.jp/english/seihin/b_hand/stacker.rec.htm)>. Acesso em: 2012.
- 26 O aço e sua obtenção. **CESEC**. Disponível em: . <<http://www.cesec.ufpr.br/metallica/01/01-texto.htm>>. Acesso em: 2012.
- 27 TAKANO, C. Processos de Preparação de Matérias-Primas Siderúrgicas. In: . MOURÃO, M. B., et al. **Introdução à Siderurgia**. 2ª Edição. ed. São Paulo: ABM, v. 1, 2011. Cap. 2.
- 28 VIEIRA, M. Usiminas investe R\$ 1 bi para fugir das importações. **Estado de Minas**, 2010. Disponível em: <[http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2010/09/23/internas\\_economia,181421/usiminas-investe-r-1-bi-para-fugir-das-importacoes.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2010/09/23/internas_economia,181421/usiminas-investe-r-1-bi-para-fugir-das-importacoes.shtml)>. Acesso em: 2012.
- 29 SIDERÚRGICA condenada a indenizar por acidente em 1979. **Diário do Aço**. . Disponível em: <<http://www.diariodoaco.com.br/noticias.aspx?cd=46130>>. Acesso em: 2012.
- 30 QUITES, E. Redução de Minério de Ferro em Altos-Fornos. In: MOURÃO, M. B., . et al. **Introdução à Siderurgia**. 2ª Edição. ed. São Paulo: ABM, v. 1, 2011. Cap. 3.
- 31 HISTÓRIAS e Lendas de Cubatão - Cosipa aumentou a importância do Pólo. **Novo Milênio**. Disponível em: <<http://www.novomilenio.inf.br/cubatao/ch010b.htm>>. Acesso em: 2012.

- 32 MALYNOWSKYJ, A. Fabricação de Aço Líquido em Conversor a Oxigênio. In: . MOURÃO, M. B., et al. **Introdução à Siderurgia**. 2ª Edição. ed. São Paulo: ABM, v. 1, 2011. Cap. 5.
- 33 METALURGIA - Aciaria & Siderurgia. **Air Products**, 2012. Disponível em: . <[http://www.airproducts.com.br/metals/production\\_meltingCasting.htm](http://www.airproducts.com.br/metals/production_meltingCasting.htm)>. Acesso em: 2012.
- 34 LEANDRO, C. A. S. Fabricação de Aço em Fornos Elétricos a Arco. In: . MOURÃO, M. B., et al. **Introdução à Siderurgia**. 2ª Edição. ed. São Paulo: ABM, v. 1, 2011. Cap. 6.
- 35 CASOS em Siderurgia. **UNISOMA**. Disponível em: . <<http://www.unisoma.com.br/br/casos-siderurgia-8.php>>. Acesso em: 2012.
- 36 MACHADO, M. L. P.; SOBRINHO, V. D. P. F. M.; ARRIVABENE, L. F. **Siderurgia para não siderurgistas**. CEFET/ES. Vitória - ES. 2003.
- 37 FACO, R. J. Lingotamento Contínuo do Aço. In: MOURÃO, M. B., et al. **Introdução à Siderurgia**. 2ª Edição. ed. São Paulo: ABM, v. 1, 2011. Cap. 8.
- 38 RECUPERAÇÃO dos rolos de lingotamento contínuo. **Böhler Welding Group**. Disponível em: <[http://www.bohlersoldabrasil.com.br/janeiro\\_2011/novembro1.html](http://www.bohlersoldabrasil.com.br/janeiro_2011/novembro1.html)>. Acesso em: 2012.
- 39 GONÇALVES, M. Laminação de Produtos Planos e Não-Planos. In: MOURÃO, M. B., et al. **Introdução à Siderurgia**. 2ª Edição. ed. São Paulo: ABM, v. 1, 2011. Cap. 10.
- 40 IRB recusa e CSN coloca apólice no exterior. **Fazenda**, 2008. Disponível em: . <<http://www.fazenda.gov.br/resenhaeletronica/MostraMateria.asp?page=&cod=446476>>. Acesso em: 2012.
- 41 JÚNIOR, A. S. IRB terá que fazer resseguro da CSN, diz TJ-RJ. **Época Negócios**. Disponível em: <<http://epocanegocios.globo.com/Revista/Common/0,ERT94433-16359,00.html>>.

Acesso em: 2012.

- 42 BARBOSA, A. IRB obtém liminar que desobriga resseguro da CSN. **Estadão online**, 2008. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/economia,irb-obtem-liminar-que-desobriga-resseguro-da-csn,166422,0.htm>>. Acesso em: 2012.
- 43 IRB recua e CSN está perto de fechar seu resseguro. **Agência Segnews**. Disponível em: <[http://www.agenciasegnews.com.br/lermais\\_materias.php?cd\\_materias=2174&fr\\_iurl=-IRB-recua-e-CSN-esta-perto-de-fechar-seu-resseguro->](http://www.agenciasegnews.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=2174&fr_iurl=-IRB-recua-e-CSN-esta-perto-de-fechar-seu-resseguro->)>. Acesso em: 2012.
- 44 CHIARINI, A. Impasse sobre seguro de alto forno da CSN permanece. **Estadão online**, 2008. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/economia,impasse-sobre-seguro-de-alto-forno-da-csn-permanece,195623,0.htm>>. Acesso em: 2012.
- 45 JÚNIOR, A. S. Sinistro CSN. **Togni Consultores Associados**, 2009. Disponível em: <<http://www.togniconsultores.com.br/site/sinistro-csn>>. Acesso em: 2012.
- 46 JÚNIOR, A. S. Novo sinistro de US\$ 414 mi trava negociações de resseguro da CSN. **Fazenda**, 2009. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/resenhaeletronica/MostraMateria.asp?page=&cod=535135>>. Acesso em: 2012.
- 47 LESSA, G. Fogo atinge alto forno na Usiminas no litoral de SP. **Estadão online**, 2012. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,fogo-atinge-alto-forno-na-usiminas-no-litoral-de-sp,875105,0.htm>>. Acesso em: 2012.
- 48 PROCESSO Nº 23.394/08. **Tribunal Marítimo**, 2009. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/tm/download/anuario/23394.PDF>>. Acesso em: 2012.
- 49 PEÇA despenca 10 metros e mata mecânico na Cosipa. **Zona de Risco**, 2007. Disponível em: <<http://zonaderisco.blogspot.com.br/2007/09/pea-despenca-10-metros-e-mata-mecnico.html>>. Acesso em: 2012.
- 50 EM 3 meses, três operários morrem na ArcelorMittal no ES. **CNM/CUT**, 2010.

- . Disponível em: <<http://www.cnmcut.org.br/verCont.asp?id=22250>>. Acesso em: 2012.
- 51 LUTO na CST: acidente causa quatro mortes. **Sindical Mercosul**, 2004.  
. Disponível em: <<http://www.sindicatomercosul.com.br/noticia02.asp?noticia=11502>>. Acesso em: 2012.
- 52 ACIDENTE em unidade da CSN deixa 3 mortos e pelo menos 3 feridos em Congonhas, Minas Gerais. **O Globo**, 2009. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/pais/acidente-em-unidade-da-csn-deixa-3-mortos-pelo-menos-3-feridos-em-congonhas-minas-gerais-3168894>>. Acesso em: 2012.
- 53 SCHÜTZ, D. **Steel Industry Risks**. SCOR. [S.l.]. 2003.
- 54 GARCIA, G. F. B. NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho. In: \_\_\_\_\_ **Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho**. São Paulo: Método, 2007. p. 47; 80.
- 55 ÍNDICE das NR's (Normas Reguladoras). **SESI**, 2009. Disponível em: <<http://www.sesipr.org.br/ProductService9447content68890.shtml>>. Acesso em: 2012.
- 56 CIRCULAR SUSEP Nº 455 de 06 de dezembro de 2012. **SUSEP - Superintendência de Seguros Privados**, 2012. Disponível em: <<http://www2.susep.gov.br/bibliotecaweb/docOriginal.aspx?tipo=3&codigo=30333>>. Acesso em: 2012.

## **ANEXO A - Normas Regulamentadoras**

São normas reguladoras presentes na Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho: [55]

NR 01 Disposições Gerais (101.000-0)

NR 02 Inspeção Prévia

NR 03 Embargo ou Interdição (103.000-0)

NR 04 Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (104.000-6)

NR 05 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (205.000-5)

NR 06 Equipamento de Proteção individual (206.000-0/10)

NR 07 Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (107.000-2)

NR 08 Edificações (108.000-8)

NR 09 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (109.000-3)

NR 10 Instalações e Serviços em Eletricidade (110.000-9)

NR 11 Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais (111.000-4)

NR 12 Máquinas e Equipamentos (112.000-0)

NR 13 Caldeiras e Vasos de Pressão (113.000-5)

NR 14 Fornos (114.000-0)

NR 15 Atividades e Operações Insalubres

NR 16 Atividades e Operações Perigosas (116.000-1)

NR 17 Ergonomia (117.000-7)

NR 18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (118.0002)

NR 19 Explosivos (119.000-8)

NR 20 Líquidos combustíveis e inflamáveis (120.000-3)

NR 21 Trabalhos a Céu Aberto (121.000-9)

NR 22 Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração (122.000-4)

NR 23 Proteção Contra Incêndios (123.000-0)

NR 24 Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho (124.000-5)

NR 25 Resíduos Industriais (125.000-0)

NR 26 Sinalização de Segurança (126-000-6)

NR 27 Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no Ministério do Trabalho (127.000-1) - Status: Revogado

NR 28 Fiscalização e Penalidades

NR 29 Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário

NR 30 Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário

NR 31 Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura

NR 32 Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde

NR 33 Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados

## ANEXO B - Ramos de Seguro

Ramos de Seguro conforme Circular SUSEP Nº 455, de 06 de dezembro de 2012:  
[56]

<b>Grupo</b>	<b>Nome do Grupo</b>	<b>Ramo</b>	<b>Nome do Ramo</b>
01	Patrimonial	12	Assistência - Bens em Geral
01	Patrimonial	14	Compreensivo Residencial
01	Patrimonial	15	Roubo
01	Patrimonial	16	Compreensivo Condomínio
01	Patrimonial	18	Compreensivo Empresarial
01	Patrimonial	41	Lucros Cessantes
01	Patrimonial	67	Riscos de Engenharia
01	Patrimonial	71	Riscos Diversos
01	Patrimonial	73	Global de Bancos
01	Patrimonial	95	Garantia Estendida / Extensão de Garantia - Bens em Geral
01	Patrimonial	96	Riscos Nomeados e Operacionais
02	Riscos Especiais	34	Riscos de Petróleo
02	Riscos Especiais	72	Riscos Nucleares
02	Riscos Especiais	74	Satélites
03	Responsabilidades	10	R.C. de Administradores e Diretores - D&O
03	Responsabilidades	13	R.C. Riscos Ambientais
03	Responsabilidades	51	R.C. Geral
03	Responsabilidades	78	R.C. Profissional

<b>Grupo</b>	<b>Nome do Grupo</b>	<b>Ramo</b>	<b>Nome do Ramo</b>
05	Automóvel	20	Acidentes Pessoais de Passageiros - AAP
05	Automóvel	24	Garantia Estendida / Extensão de Garantia - Auto
05	Automóvel	25	Carta Verde
05	Automóvel	26	Seguro Popular de Automóvel Usado
05	Automóvel	31	Automóvel - Casco
05	Automóvel	42	Assistência e Outras Coberturas - Auto
05	Automóvel	53	Responsabilidade Civil Facultativa Veículos - RCFV
05	Automóvel	88	DPVAT
06	Transportes	21	Transporte Nacional
06	Transportes	22	Transporte Internacional
06	Transportes	23	Resp. C. T. Rodoviário Interestadual e Internacional - RC ÔNIBUS
06	Transportes	28	Responsabilidade Civil Facultativa Veículos - RCFV Ônibus
06	Transportes	32	Resp. Civil do Transportador de Carga em Viagem Internacional - RCTR-VI-C
06	Transportes	38	Resp. Civil do Transportador Ferroviário Carga - RCTF-C
06	Transportes	44	R. C. Transp. Em Viagem Internacional pessoas transportadas ou não - Carta Azul
06	Transportes	52	Resp. Civil do Transp. Aéreo Carga - RCTA-C
06	Transportes	54	Resp. Civil do Transportador Rodoviário Carga - RCTR-C
06	Transportes	55	Resp. Civil do Transportador Desvio de Carga - RCF-DC
06	Transportes	56	Resp. Civil do Transportador Aquaviário Carga - RCA-C
06	Transportes	58	Resp. Civil do Operador do Transporte Multimodal - RCOTM-C

<b>Grupo</b>	<b>Nome do Grupo</b>	<b>Ramo</b>	<b>Nome do Ramo</b>
07	Riscos Financeiros	43	Stop Loss
07	Riscos Financeiros	46	Fiança Locatícia
07	Riscos Financeiros	48	Crédito Interno
07	Riscos Financeiros	49	Crédito à Exportação
07	Riscos Financeiros	75	Garantia Segurado - Setor Público
07	Riscos Financeiros	76	Garantia Segurado - Setor Privado
09	Pessoas Coletivo	29	Seguro Funeral
09	Pessoas Coletivo	36	Perda do Certificado de Habilitação de Vôo - PCHV
09	Pessoas Coletivo	69	Viagem
09	Pessoas Coletivo	77	Prestamista (exceto Habitacional e Rural)
09	Pessoas Coletivo	80	Educacional
09	Pessoas Coletivo	82	Acidentes Pessoais
09	Pessoas Coletivo	83	Dotal Misto
09	Pessoas Coletivo	84	Doenças Graves ou Doença Terminal
09	Pessoas Coletivo	86	Dotal Puro
09	Pessoas Coletivo	87	Desemprego / Perda de Renda
09	Pessoas Coletivo	90	Eventos Aleatórios
09	Pessoas Coletivo	93	Vida
09	Pessoas Coletivo	94	VGBL / VAGP / VRGP / VRSA / VRI
10	Habitacional	61	Seguro Habitacional em Apólices de Mercado - Prestamista
10	Habitacional	65	Seguro Habitacional em Apólices de Mercado - Demais Coberturas
10	Habitacional	66	Seguro Habitacional do Sistema Financeiro da Habitação

<b>Grupo</b>	<b>Nome do Grupo</b>	<b>Ramo</b>	<b>Nome do Ramo</b>
11	Rural	01	Seguro Agrícola sem cobertura do FESR
11	Rural	02	Seguro Agrícola com cobertura do FESR
11	Rural	03	Seguro Pecuário sem cobertura do FESR
11	Rural	04	Seguro Pecuário com cobertura do FESR
11	Rural	05	Seguro Aquícola sem cobertura do FESR
11	Rural	06	Seguro Aquícola com cobertura do FESR
11	Rural	07	Seguro Florestas sem cobertura do FESR
11	Rural	08	Seguro Florestas com cobertura do FESR
11	Rural	09	Seguro da Cédula do Produto Rural
11	Rural	30	Seguro Benfeitorias e Produtos Agropecuários
11	Rural	62	Penhor Rural
11	Rural	64	Seguros Animais
11	Rural	98	Seguro de Vida do Produtor Rural
12	Outros	79	Seguros no Exterior
12	Outros	85	Saúde – Ressegurador Local
12	Outros	99	Sucursais no Exterior
13	Pessoa Individual	29	Seguro Funeral
13	Pessoa Individual	36	Perda do Certificado de Habilitação de Vão - PCHV
13	Pessoa Individual	69	Viagem
13	Pessoa Individual	77	Prestamista (exceto Habitacional e Rural)
13	Pessoa Individual	80	Educacional
13	Pessoa Individual	81	Acidentes Pessoais
13	Pessoa Individual	83	Dotal Misto
13	Pessoa Individual	84	Doenças Graves ou Doença Terminal
13	Pessoa Individual	86	Dotal Puro
13	Pessoa Individual	87	Desemprego / Perda de Renda
13	Pessoa Individual	90	Eventos Aleatórios
13	Pessoa Individual	91	Vida
13	Pessoa Individual	92	VGBL / VAGP / VRGP / VRSA / VRI

<b>Grupo</b>	<b>Nome do Grupo</b>	<b>Ramo</b>	<b>Nome do Ramo</b>
14	Marítimos	17	Seguro Compreensivo para Operadores Portuários
14	Marítimos	28	Responsabilidade Civil Facultativa para Embarcações - RCF
14	Marítimos	33	Marítimos (Casco)
14	Marítimos	57	DPEM
15	Aeronáuticos	28	Responsabilidade Civil Facultativa para Aeronaves - RCF
15	Aeronáuticos	35	Aeronáuticos (casco)
15	Aeronáuticos	37	Responsabilidade Civil Hangar
15	Aeronáuticos	97	Responsabilidade do Explorador ou Transportador Aéreo- RETA
16	Microseguros	01	Pessoas
16	Microseguros	02	Danos
16	Microseguros	03	Previdência