

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PÓS-GRADUAÇÃO ESPECIALIZAÇÃO EM
ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

GUILHERME PEREIRA MENEGAZ

**ANÁLISE DE RISCO NA OPERAÇÃO DE UMA PRENSA PARA EXTRUSÃO DE
ALUMÍNIO**

**CRICIÚMA
2014**

GUILHERME PEREIRA MENEGAZ

**ANÁLISE DE RISO NA OPERAÇÃO DE UMA PRENSA PARA EXTRUSÃO DE
ALUMÍNIO**

Projeto de monografia apresentada ao Setor de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense- UNESC, para a obtenção do título de especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a . Angela B. C. Arnt

CRICIÚMA

2014

Aos meus pais Edson e Rosane
Aos meus irmãos Bruno e Henrique
A minha noiva Keite

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sem ele nada seria possível e não estaríamos aqui. Meus sinceros agradecimentos, também, a todos aqueles que de alguma forma doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível, dentre eles:

- meus pais, Edson e Rosane, pelo exemplo, amizade, compreensão e carinho;
- meus irmãos, Bruno e Henrique, pela compreensão e amizade nos momentos difíceis;
- minha noiva Keite pelo incentivo, carinho e amizade que estamos compartilhando durante todo o nosso caminhar;
- a professora Angela B. C. Arnt, pela dedicação ao desenvolvimento desse trabalho;
- a UNESC por toda a sua contribuição do ensino no curso de Pós Graduação Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho.

“Não tentes ser bem sucedido, tenta antes ser um homem de valor.”

Albert Einstein

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo fornecer subsídios para a implantação de um sistema de gerenciamento de riscos ocupacionais em equipamentos utilizados para a extrusão de alumínio. A segurança do trabalho tem como principal objetivo a prevenção de acidentes, doenças ocupacionais e outras formas de agravos à saúde do profissional. Acidente de trabalho é o evento indesejados, inesperado, cuja principal característica é provocar no colaborador lesão corporal que causa a morte, perda ou redução permanente ou temporária da capacidade para trabalhar. No processo de extrusão de alumínio, cabe à segurança do trabalho identificar os fatores de risco que levam à ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais, avaliar seus efeitos na saúde do trabalhador e propor medidas de intervenção técnica a serem implementadas nos ambientes de trabalho. A metodologia do trabalho teve como embasamento as normas NBR 12100:2013 e ISO/TR 14121-2:2012 que demonstram as técnicas de análise e a elaboração do Matriz de Risco. A partir da quantidade de cenários identificados durante a aplicação da Matriz de Risco nos equipamentos no processo de extrusão de alumínio, foram obtidas as respectivas matrizes de classificação dos riscos, a qual serve para orientar as organizações na priorização nas tomadas de decisão. Com a realização do estudo, o equipamento que apresentou maior evidencia de potencial de ocorrência que oferecem riscos elevados aos trabalhadores foi o forno de tratamento térmico, com o percentual de 40% em um nível de classificação alta.

Palavras-chave: Extrusão de alumínio; Avaliação de risco; Matriz de risco.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CF/1988	Constituição Federal de 1988
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
CIPA	Comissão Interna de Prevenção do Acidente
EPI	Equipamento de Proteção Individual
INSS	Instituto Nacional de Seguro Social
NR	Norma Regulamentadora
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
ISO	International Organization for Standardization
ABAL	Associação Brasileira do Alumínio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 SEGURANÇA NO TRABALHO	11
3.1.1 Importância da segurança do trabalho	11
3.1.2 Legislação aplicada à segurança do trabalho	12
3.2 ACIDENTE DE TRABALHO	12
3.2.1 Conceito a acidente de trabalho	13
3.2.2 Causas dos acidentes de trabalho	13
3.2.3 Conseqüências dos acidentes do trabalho	14
3.2.4 Habilitação e reabilitação do trabalhador acidentado	15
3.3 ACIDENTES NO TRABALHO COM MÁQUINAS	16
3.3.1 Norma regulamentadora NR-12	17
3.3.2 As máquinas e o acidente de trabalho	18
3.3.3 Requisito mínimo para proteção de máquinas	19
3.3.4 Método de proteção de máquina	20
3.3.4.1 Barreiras ou anteparos de proteção	20
3.3.4.2 Dispositivo de segurança	21
3.3.4.3 Isolamento ou separação pela distancia de segurança.....	23
3.3.4.4 Operações.....	23
3.3.4.5 Outros.....	24
3.4 APRECIÇÃO DE RISCO.....	25
3.4.1 AVALIAÇÃO DE RISCO (ISO/TR 14121-2:2012) – CONCEITO.....	26
3.5 EXTRUSÃO DE ALUMÍNIO	28
3.5.1 Equipamentos e etapas no processo de extrusão de alumínio	28
4 METODOLOGIA	31
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	32
6 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44
ANEXO(S)	47

ANEXO A – Processo de redução de riscos do ponto de vista do projetista	48
ANEXO B – Processo esquemático do processo de redução de risco	49
ANEXO C – Modelo de aplicação para Matriz de Risco	50

1 INTRODUÇÃO

A Segurança do Trabalho é um tema de grande relevância, não apenas na indústria, mas também para os mais diferentes ramos de atividades. No processo em estudo, Extrusão de Alumínio, acidentes como queimadura, esmagamento, perda de membros e colisão com equipamento são os mais comuns. A baixa qualificação, a elevada rotatividade e o reduzido investimento por parte das empresas em treinamento e desenvolvimento costumam ser característicos, justificando tais afirmativas.

A ocorrência de acidentes de trabalho está associada a custos hospitalares, perdas materiais, despesas previdenciárias e grande sofrimento para as vítimas e seus familiares. Há reflexos, também, no desenvolvimento das empresas, tais como elevação dos custos globais, atrasos nas entregas dos produtos e/ou serviços, aumento dos tempos improdutivos e baixa qualidade e produtividade.

De uma maneira geral, do ponto de vista econômico, o custo produzido por qualquer problema de saúde pode ser classificado em duas categorias: os custos diretos e indiretos. Os custos diretos referem-se aos custos médicos relacionados ao diagnóstico, tratamento, recuperação e reabilitação. Por outro lado, os custos indiretos referem-se à perda da produção e produtividade trazida pelo problema, como a perda de dias de trabalho ou uma menor produção gerada por limitações físicas, bem como os gastos previdenciários que o problema pode acarretar. (OLIVEIRA, 2006)

Toda a máquina ou equipamento, que não tenha proteção adequada, oferecendo risco ao operador, deve ter dispositivos apropriados de segurança, conforme disposto na Norma Regulamentadora NR-12. Este trabalho irá apresentar material técnico que auxiliará o profissional da área de segurança do trabalho a ter parâmetros de escolha entre as diversas medidas e ações possíveis, quanto às instalações de dispositivos elétricos e/ou mecânicos a serem usados na partida e parada das máquinas e equipamentos, garantindo os objetivos de segurança estabelecidos pelas Normas Regulamentadoras e conseqüentemente preservar a saúde e a integridade física dos trabalhadores que operam uma linha de produção de perfis de alumínio.

2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os riscos oferecidos à saúde e integridade física de colaboradores que operam uma prensa para extrusão de alumínio.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Pesquisar referencial bibliográfico;
- Identificar os diferentes tipos de riscos;
- Avaliar os diferentes tipos de riscos de acordo com norma específica;
- Classificar a intensidade de risco;
- Construir matriz de risco;
- Determinar procedimentos para controle.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Será dada, nessa primeira parte, uma motivação a leitura deste. Serão apresentados conceitos relacionados a segurança do trabalho e acidente de trabalho, seguido pela conceituação da apreciação de risco e um métodos para a sua aplicação. Por fim um breve conceito do processo de extrusão de alumínio e os componentes que compõe o mesmo.

3.1 SEGURANÇA NO TRABALHO

A segurança do trabalho é a ciência que estuda as possíveis causas dos acidentes e incidentes originados durante a atividade laboral do trabalhador. Tem como principal objetivo a prevenção de acidentes, doenças ocupacionais e outras formas de agravos à saúde do profissional. Ela atinge sua finalidade quando consegue proporcionar a ambos, empregado e empregador, um ambiente de trabalho agradável, saudável e seguro. (BARSANO, 2012)

3.1.1 Importância da segurança do trabalho

A segurança no trabalho é um tema hoje de grande preocupação que leva a maiores estudos e debates em todas as áreas. Dessa forma deve-se garantir um trabalho coletivo junto aos colaboradores a fim de reduzir os índice de acidentes e mudar a realidade da segurança do trabalho nas mais diversas áreas de atuação.

A busca pela minimização dos riscos deve ser contínua. Apesar de todo avanço tecnológico, qualquer atividade envolve certo grau de insegurança. A falta de um eficaz sistema de segurança acaba causando problemas de relacionamento humano, produtividade, qualidade dos produtos e/ou serviços prestados e o aumento de custos. Além de ser uma obrigação legal para a empresa, a segurança do trabalho é também uma atividade de valor técnico, administrativo e econômico para a organização e de inestimável benefício para os empregados, suas famílias e para a sociedade. (OGLIARI, 1012)

Cabe à segurança do trabalho, junto com outros conhecimentos afins (medicina do trabalho, ergonomia, saúde ocupacional, segurança patrimonial), identificar os fatores de risco que levam à ocorrência de acidentes e doenças

ocupacionais, avaliar seus efeitos na saúde do trabalhador e propor medidas de intervenção técnica a serem implementadas nos ambientes de trabalho. (BARSANO, 2012)

3.1.2 Legislação aplicada à segurança do trabalho

Antecedendo a Constituição Federal de 1988 (CF/1988), a segurança do trabalho sempre foi vista pelo empregador como uma mera necessidade para seu empregado. Pouco importando se este estava bem ou não, não se levavam em conta suas reclamações de saúde, suas necessidades médicas. Para os empregadores, naquela época, funcionário bom era aquele que não faltava, não demonstrava sintomas de doenças, não se queixava dos problemas da empresa, só trabalhava.

Com a entrada em vigor da CF/1988, as leis, os decretos e outras normas que tratavam de segurança do trabalho passaram a se adequar, criando garantias trabalhistas e inovando os preceitos de segurança e medicina do trabalho até então esquecidos, e por consequência garantindo a integridade dos trabalhadores em suas diversas atividades.

Atualmente existem diversos dispositivos legais e regulamentares que tentam buscar na prática a eficácia dessas tão almejadas garantias. Temos as normas emanadas do Poder Legislativo, chamadas de “leis”, e os decretos, regulamentos, regimes internos, portarias, instruções e resoluções, que provêm do Executivo através de seu chefe, de seus ministros ou secretarias de Estado. (BARSANO, 2012)

3.2 ACIDENTE DE TRABALHO

Quando nos debruçamos sobre o tema do acidente do trabalho, deparamo-nos com um cenário dos mais aflitivos. As ocorrências nesse campo geram consequências traumáticas que acarretam, muitas vezes, a invalidez permanente ou até mesmo a morte, com repercussões danosas para o trabalhador, sua família, a empresa e a sociedade. O acidente mais grave corta abruptamente a trajetória profissional, transforma sonhos em pesadelos e lança um véu de sofrimento sobre vítimas inocentes, cujos lamentos ecoarão distante dos ouvidos

daqueles empresários displicentes que jogam com a vida e a saúde dos trabalhadores com a mesma frieza com que cuidam das ferramentas utilizadas na sua atividade. (OLIVEIRA, 2006)

3.2.1 Conceito a acidente de trabalho

A palavra acidente é qualquer fato inesperado e indesejado que interrompe o andamento normal de um acontecimento, causando naquele que sofre essa ação um determinado dano, seja a integridade física ou ao patrimônio ou a ambos. Geralmente é originado por fatores ambientais, sociais, instrumentais, humanos, etc. (BARSANO, 2012)

A segurança do trabalho aborda o tema acidente do trabalho sob dois enfoques: conceito legal e previdenciário. No conceito legal a Lei 8.213, de 24/04/1991, define em seu art. 19 que acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou a perda ou redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho. O conceito previdenciário aborda não só o acidente do trabalho como uma causa de dano real ao trabalhador ou ao patrimônio, mas principalmente uma previsão, antecipação de algum evento que, sob o olhar prevencionista dos profissionais envolvidos com a segurança do trabalho (SESMT e CIPA) na empresa, possa desencadear, através de diversos incidentes, uma pequena lesão, uma grave lesão ou até mesmo um acidente fatal.

Além da morte e do sofrimento para o trabalhador e sua família, os acidentes de trabalho tem reflexos sociais, ambientais, econômicos e políticos para toda a sociedade e para todos os países envolvidos. Por isso, quando ocorre um acidente do trabalho numa organização provida de Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT), dizem que a segurança do trabalho falhou, ou seja, algo estava errado na política de segurança da empresa, pois o principal objetivo desses profissionais em parceria com a Comissão Interna de Prevenção do Acidente (CIPA) era prevenir os acidentes e as doenças decorrentes do trabalho.

3.2.2 Causas dos acidentes de trabalho

As causas de um acidente do trabalho são, na maioria das vezes, complexas, porém há três fatores que diretamente ou indiretamente atuam no desencadeamento de qualquer acidente: atos inseguros, condições inseguras e fator pessoal de insegurança. (BARSANO, 2012)

Atos inseguros são atos voluntários ou involuntários do trabalhador, que por negligência, imprudência ou imperícia acabam concorrendo para o desencadeamento de determinado acidente. Exemplos de atos inseguros é o empregado recusar-se a usar EPI, deixar de observar as normas de segurança, entre outros. (BARSANO, 2012)

Condições inseguras podem ser definidas como os fatores ambientais de risco, onde o trabalhador exposto não exerce nenhuma influência para sua ocorrência. Exemplos de condições inseguras é o local do trabalho muito próximo de máquinas e equipamentos, iluminação inadequada, fornecimento de ferramentas e maquinários defeituosos para o trabalhador, entre outros. (BARSANO, 2012)

Fator pessoal de insegurança se dá quando o trabalhador executa suas tarefas laborais com má vontade, más condições físicas, sem nenhuma experiência. Exemplos de fator pessoal de insegurança são trabalhadores embriagados, possuindo alguma deficiência física, psíquica, entre outros. (BARSANO, 2012)

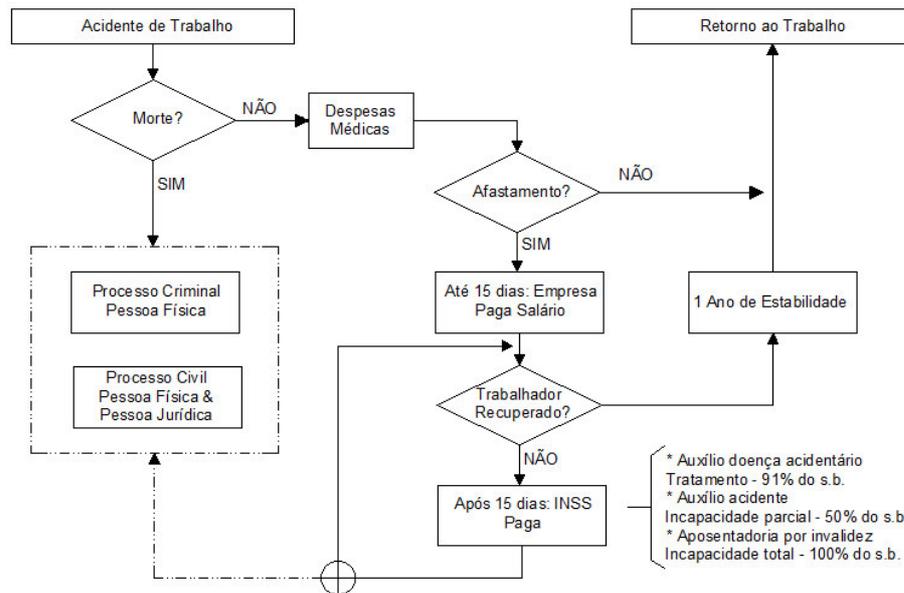
3.2.3 Conseqüências dos acidentes do trabalho

A Figura 01 apresenta de forma sucinta os custos diretos de um acidente trabalho, tanto para a empresa como para o Instituto Nacional do Seguro Social - INSS, ambos responsáveis pela saúde do trabalhador.

É preciso enfatizar que todos perdem com o acidente do trabalho: o empregado acidentado e sua família, a empresa, o governo e em última instância toda a sociedade. Se todos amargam prejuízos visíveis, é inevitável concluir que investir em prevenção proporciona diversos benefícios:

- Retorno financeiro para o empregador;
- Reconhecimento dos trabalhadores pelo padrão ético da empresa;
- Melhoria das contas da Previdência Social;
- Ganho emocional dos empregados que se sentem valorizados e respeitados.

Figura 01 – Custos diretos de um acidente de trabalho



Fonte: Martinho Ullmann Corrêa, 2011. Pg. 24.

Os acidentes e os enormes prejuízos por eles causados, já deveriam estar em pauta nas empresas há muito tempo. Uma política de Segurança do Trabalho bem implementada e uma consciência empresarial moderna focada na prevenção são fatores decisivos para uma empresa saudável e economicamente viável. Criam-se empresas para obter lucros e não prejuízos, mas o lucro não deve prevalecer sobre a vida humana. Para que haja equilíbrio entre capital e trabalho a empresa deve proteger o seu maior patrimônio que é o trabalhador. (CORRÊA, 2011)

3.2.4 Habilitação e reabilitação do trabalhador acidentado

A lei 8.213, de 24/07/1991, que dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social, regulamenta de uma forma simples e objetiva em seus artigos (89 a 93) os principais direitos profissionais, bem como a obrigação das empresas e do Poder Público em disponibilizar vagas de emprego com condições dignas de trabalho, locomoção e qualidade de vida.

A habilitação e a reabilitação profissional e social deverão proporcionar ao beneficiário incapacitado parcial ou totalmente para o trabalho, e às pessoas portadoras de deficiência, os meios para a educação e de adaptação profissional e social indicados para participar do mercado de trabalho e do contexto em que vive.

A reabilitação compreende:

- O fornecimento de aparelho de prótese, órtese e instrumentos de auxílio para locomoção quando a perda ou redução da capacidade funcional puder ser atenuada por seu uso e dos equipamentos necessários à habilitação e reabilitação social e profissional;
- A reparação ou a substituição dos aparelhos mencionados no inciso anterior, desgastados pelo uso ou por ocorrência estranha à vontade do beneficiário;
- O transporte do acidentado do trabalho, quando necessário.

Concluído o processo de habilitação ou reabilitação social e profissional, a Previdência Social emitirá certificado individual, indicando as atividades que poderão ser exercidas pelo beneficiário, nada impedindo que este exerça outra atividade para a qual se capacitar. As empresas que possuem mais de 100 colaboradores estão obrigadas a preencher de 2% a 5% dos seus cargos com beneficiários reabilitados ou pessoas portadoras de deficiência.

3.3 ACIDENTES NO TRABALHO COM MÁQUINAS

Com a introdução da robótica e das novas tecnologias nas grandes empresas dos países industrializados, os riscos mecânicos estão gradativamente sendo superados e substituídos por outros riscos mais diretamente relacionados à organização do trabalho. Nos processos tecnológicos mais avançados, onde ocorre a introdução da robótica, são os trabalhadores de manutenção os mais expostos aos riscos mecânicos. Estes riscos estão presentes ainda em setores de serviço, na indústria do lazer, onde a automação tem ainda pequena influência, e é nas pequenas empresas e indústrias mais antigas que permanecem os problemas tradicionais de segurança em máquinas. Neste contexto, estes riscos estão ficando menos visíveis e menos óbvios, reforçando a necessidade de maior atenção e uma melhor identificação dos mesmos. (VILELA, 2000)

Ainda de acordo com VILELA (2000), para a segurança em máquinas é possível descrever risco de acidente como sendo a chance de um acidente particular ocorrer em determinado período de tempo, associado com o grau ou severidade da lesão resultante. Infelizmente o termo “acidente” utilizado na nossa língua sugere que este evento ocorre por obra do destino, como algo imprevisível, uma “fatalidade” fora do controle das ações humanas. Pior ainda, pois sugere que é um evento

impossível de ser evitado. Mas sabemos que os acidentes ocorrem devido a uma interação de vários fatores que estão presentes no ambiente ou na situação de trabalho muito antes do seu desencadeamento. São, portanto, eventos previsíveis. Uma vez eliminados estes fatores, que dão origem aos acidentes se pode eliminar ou reduzir a ocorrência desses eventos. São, portanto, eventos preveníveis.

3.3.1 Norma regulamentadora NR-12

Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras.

São consideradas medidas de proteção, a ser adotadas nessa ordem de prioridade:

- medidas de proteção coletiva;
- medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- medidas de proteção individual.

Esta norma, aprovada pela portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978 e atualizada no dia 09 de dezembro de 2013, apresenta como principais diretrizes:

- Arranjo físico e instalações;
- Instalações e dispositivos elétricos;
- Dispositivos de partida, acionamento e parada;
- Sistemas de segurança;
- Dispositivos de parada de emergência;
- Meios de acesso permanentes;
- Componentes pressurizados;
- Transportadores de materiais;
- Aspectos ergonômicos;
- Riscos adicionais;

- Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos;
- Sinalização;
- Manuais;
- Procedimentos de trabalho e segurança;
- Projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título, exposição e utilização;
- Capacitação.

3.3.2 As máquinas e o acidente de trabalho

Contrariamente do que se imagina, a máquina não é um artefato técnico, um objeto neutro voltado a si mesmo. A máquina é um artefato social e cultural, criado por seres humanos reais dotados de interesses e preocupações, para satisfazer determinadas necessidades. Quando um engenheiro projeta a máquina, a pedido de um empresário, ele o faz atendendo uma demanda de maior produtividade, sem considerar os riscos gerados ou a possibilidade de acidentes. Por outro lado, se existem sindicatos e trabalhadores organizados, a demanda de uma nova máquina, com segurança, pode ser oriunda de uma negociação conseguida entre trabalhadores e patrões, com vistas a eliminar os riscos de lesões aos trabalhadores.

Uma análise do ciclo de vida das máquinas no Brasil pode comprovar que são concebidas na fase de projeto sem uma preocupação com o ser humano que irá operar estes equipamentos. São vendidas para o mercado desprovidas de dispositivos mínimos de segurança, e colocadas em uso nestas condições. Após a ocorrência do acidente e/ou mutilação, a depender do nível de organização dos trabalhadores, pode vir a ser objeto de alguma adaptação com instalação de dispositivos de segurança. (VILELA, 2000)

A seleção e/ou aplicação de diferentes técnicas de segurança em máquinas requer um envolvimento e participação dos diferentes atores que participam da cadeia produtiva. Além das empresas que compram e dos trabalhadores que operam com as máquinas, nesta cadeia participam ainda os setores de fabricação e projeto, de venda, dos serviços de instalação e de manutenção. Do ponto de vista da segurança, os fabricantes e projetistas tem um

papel privilegiado, pois podem interferir neste ciclo, assegurando que a máquina nasça com segurança desde o berço. A adaptação de proteções, com a máquina já em funcionamento, é muito mais difícil e onerosa. Os trabalhadores usuários das máquinas, por conhecer de perto o sistema de produção e a atividade a ser desenvolvida, tem uma grande contribuição na escolha e acompanhamento do funcionamento dos mecanismos de segurança. (VILELA, 2000)

3.3.3 Requisito mínimo para proteção de máquinas

A proteção de uma máquina deve atender aos seguintes requisitos para garantir segurança contra os riscos mecânicos:

- Prevenir contato - A proteção tem que impedir ou prevenir que as mãos, braços ou qualquer parte do corpo ou vestimenta de um trabalhador entre em contato com as partes móveis perigosas, eliminando a possibilidade de acidentes;
- Ter estabilidade no tempo – As proteções e dispositivos de segurança devem ser feitos de material durável que suporte as condições de uso, sendo firmemente afixados à máquina. Somente pessoas autorizadas, normalmente só o pessoal de manutenção ou teste pode, temporariamente, remover, deslocar, ou retirar uma proteção;
- Proteger de quedas de objetos – A proteção deve assegurar que nenhum objeto possa cair nas partes móveis, danificando o equipamento ou se tornando um projétil, que pode ser arremessado contra uma pessoa causando ferimento;
- Não criar perigos novos – Uma proteção perde seu objetivo quando cria em si um perigo adicional, tal como um ponto de cisalhamento, uma extremidade dentada ou uma superfície inacabada. Sistemas de alimentação automática como robôs, podem ser usados como proteção desde que o movimento de seus braços, por exemplo, não representem riscos aos trabalhadores;
- Não criar interferências – Proteções que impedem ou dificultam os trabalhadores de executar normalmente suas atividades são rapidamente desconsideradas e deixadas de lado. Componentes para lubrificação, por exemplo, devem ser instalados de fora de uma porta de proteção, de modo que a lubrificação possa ser feita sem necessidade de ingresso do trabalhador na área de risco;

- Participação e capacitação em segurança – Mesmo o sistema de proteção mais elaborado não pode oferecer proteção efetiva se os trabalhadores não participam de algum modo nas diferentes etapas como projeto, implantação, etc. A participação é a garantia de que o dispositivo será efetivo e irá cumprir com sua finalidade. Além deste envolvimento, a capacitação específica e detalhada é uma parte importante de qualquer esforço para conseguir segurança em máquina. A proteção adequada pode melhorar a produtividade e aumentar a eficiência uma vez que pode aliviar os trabalhadores de medos de acidentes e lesões. A capacitação em segurança é necessária para os operadores novos, para a manutenção ou para o pessoal de instalação, quando nova proteção ou alteração é instalada, ou quando os trabalhadores são nomeados para novas máquinas ou operações. (VILELA, 2000)

3.3.4 Método de proteção de máquina

Há muitos modos para proteger uma máquina contra os riscos mecânicos. O tipo de operação, o tamanho ou forma de material, o método de manipulação, o layout físico da área de trabalho e as exigências ou limitações da produção ajudarão definir o método de proteção apropriado para uma máquina em particular. O projetista de máquina ou profissional de segurança têm que escolher a proteção mais efetiva e prática disponível. (VILELA, 2000)

Ainda, de acordo com VILELA (2000), as proteções podem ser divididas em cinco classificações gerais:

- Barreiras ou anteparos de proteção;
- Dispositivos de segurança;
- Isolamento ou separação pela distancia de segurança;
- Operações;
- Outros.

3.3.4.1 Barreiras ou anteparos de proteção

Há quatro tipos gerais de barreiras ou anteparos que previnem o acesso às áreas de risco, como segue:

- Barreiras ou proteções fixas – é uma parte permanente da máquina e não é dependente das partes móveis para exercer sua função. Pode ser construída de chapa de metal, tela, tecido de arame, barras, plástico ou qualquer outro material resistente o bastante para suportar qualquer impacto que possa receber, garantindo uso prolongado;
- Barreiras ou proteções interligadas ou de intertravamento – Quando as barreiras ou proteções interligadas são abertas ou são removidas, o mecanismo de acionamento e ou de potência automaticamente desliga ou desengata, impedindo o funcionamento da máquina ou o término de um ciclo, até que a barreira regresse à sua posição fechada. Porém, recolocando a proteção na posição fechada a máquina não deve automaticamente reiniciar seu funcionamento. Barreiras interligadas podem usar mecanismos de acionamento elétricos, mecânicos, hidráulicos ou pneumáticos, ou qualquer combinação destes;
- Barreiras ou proteções auto-ajustáveis – As aberturas das barreiras auto-ajustáveis são determinadas pelo movimento do material. À medida que o operador move o material para a área de risco, a proteção é puxada para trás ou para cima, possibilitando uma abertura que é grande o suficiente somente para o material. Depois que o material é removido, a proteção retorna à posição de descanso;
- Barreiras ou proteções ajustáveis – Barreiras ou proteções ajustáveis permitem flexibilidade acomodando vários tamanhos de materiais.

3.3.4.2 Dispositivo de segurança

De acordo com VILELA (2000), há sete tipos básicos de dispositivos de segurança conforme descrito na Tabela 1:

Tabela 1 – Dispositivos de segurança

MÉTODO	AÇÃO DE SEGURANÇA	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Célula Fotoelétrica	<ul style="list-style-type: none"> Máquina não dá partida quando o campo de luz é interrompido. Ao acessar a zona de risco, interrompe-se o feixe de luz, acionando imediatamente o sistema de freio. 	Possibilita liberdade de movimento ao operador.	<ul style="list-style-type: none"> Não protege contra falhas mecânicas da máquina. Pode requerer constante alinhamento e calibração. Vibração excessiva pode causar obstrução de filamentos e destruição prematura. Limitado a máquinas que podem parar antes de contemplar o ciclo.
Capacitor de Rádio – frequência	<ul style="list-style-type: none"> Máquina não dá partida quando o campo capacitor é interrompido. Ao acessar a zona de risco, interrompe-se o campo capacitor, acionando imediatamente o sistema de freio. 	Possibilita liberdade de movimento ao operador.	<ul style="list-style-type: none"> Não protege contra falhas mecânicas da máquina. Sensibilidade de antena deve ser adequadamente ajustada. Limitado as máquinas que podem parar antes de completar o ciclo.
Eletromecânico	<ul style="list-style-type: none"> Barra de contato ou sonda percorre uma distância pré-determinada entre o corpo do operador e a área de risco. Interrupção deste movimento impede a partida do ciclo da máquina. 	Possibilita acesso ao ponto de operação.	<ul style="list-style-type: none"> Barra de contato ou sonda deve ser adequadamente ajustada para cada aplicação. Este ajuste deve ser mantido apropriadamente.
Arraste	Assim que a máquina começa o ciclo, as mãos do operador são puxadas para fora da zona de risco.	Elimina a necessidade de barreiras auxiliares ou outras interferências na zona de risco.	<ul style="list-style-type: none"> Limita e aprisiona os movimentos do operador. Pode obstruir o espaço de trabalho ao redor do operador. Ajustes devem ser feitos para cada operação e para cada indivíduo. Requer supervisão rigorosa para o uso do equipamento.
Barra ou Vareta de Desengate	<ul style="list-style-type: none"> Para a máquina quando acionada. Apropriada como mecanismo de parada de emergência. 	Simplicidade de uso.	<ul style="list-style-type: none"> Todos os controles devem ser acionados manualmente. Localização pode dificultar o acionamento. Protege somente o operador. Pode necessitar de afixação especial para o segurador. Pode necessitar de freios de máquina.
Controle bi-manual	Uso concorrente das duas mãos é requisitado prevenindo o acesso do operador na zona de risco.	<ul style="list-style-type: none"> Mãos do operador estão a uma distância pré-determinada fora da zona de risco. As mãos do operador ficam livres após que uma metade do ciclo é contemplada. 	<ul style="list-style-type: none"> Requer uma máquina de ciclo parcial com freio. Alguns controles podem ser anulados pelo braço ou bloqueados, possibilitando o acesso de uma mão na zona de risco. Protege somente o operador. Pode ser danificado com a vibração da máquina.
Porta cancela	Assegura uma barreira entre área de risco e o operador ou outras pessoas.	Pode prevenir o acesso a entrada dentro da área de risco.	<ul style="list-style-type: none"> Pode requisitar inspeção e manutenção freqüente. Interfere na visibilidade.

Fonte: Rodolfo Andrade Gouveia Vilela, 2000. Pg. 21.

3.3.4.3 Isolamento ou separação pela distancia de segurança

Para proteger uma máquina através da localização, a máquina ou suas partes móveis perigosas devem ser de tal modo, posicionadas, que as áreas perigosas não sejam acessíveis ou não apresentam um perigo para o trabalhador durante a operação normal da máquina. Isto pode ser conseguido com paredes de fechamento, com uma localização planejada, ou com cercas que impedem o acesso às máquinas. Outra possibilidade é localizar as partes perigosas no alto o bastante (acima de 2,50m. acima do piso ou plataforma) para estar fora do alcance normal de qualquer trabalhador.

3.3.4.4 Operações

Muitos métodos de alimentação e de extração do material não exigem que os operadores coloquem as mãos na área de perigo. Em alguns casos o trabalhador não tem nenhum envolvimento com a máquina depois que é dada a partida e regulagem da mesma. Em outras situações os operadores necessitam alimentar manualmente o material ou com a ajuda de um mecanismo de alimentação. Alguns métodos de alimentação e de extração podem criar riscos adicionais, tais como o robô que pode criar um perigo adicional pelo movimento de seu braço.

O uso de um dos cinco métodos seguintes de alimentação e de extração, não elimina a necessidade de outras barreiras ou outros dispositivos, que devem ser usados na medida do necessário para assegurar a proteção contra os riscos mecânicos.

- Alimentação automática – reduz a exposição do operador durante o processo de trabalho, e freqüentemente não requer nenhum esforço do mesmo após a programação e funcionamento da máquina;
- Alimentação semi-automática – O operador não precisa acessar a área de perigo, e a área de perigo é completamente fechada;
- Extração automática – pode empregar ar comprimido ou um aparato mecânico para remover a peça pronta de uma prensa, e pode ser interconectada com os controles operacionais para prevenir a operação da máquina até que a extração seja concluída;

- Extração semi-automática – De modo análogo à alimentação semi-automática vários mecanismos como gaveta, prato giratório, ou braço empurrador podem ser usados para retirar as mãos da área de risco, desde que a zona de operação seja fechada para a entrada das mãos e dedos do operador;
- Robô – São dispositivos complexos que alimentam e retiram peças das máquinas, montam peças, transferem objetos ou executam trabalhos anteriormente feitos por um operador, eliminando deste modo a exposição do operador a perigos. Eles são usados em processos de alta produção que requerem rotinas repetitivas, podendo proteger os operadores contra outros perigos.

3.3.4.5 Outros

Embora estes mecanismos auxiliares não garantam a proteção completa dos riscos em máquinas, eles podem proporcionar para os operadores uma margem extra de segurança. É necessário um julgamento cuidadoso na aplicação e uso dos mesmos. Segue abaixo alguns exemplos:

- Barreiras de advertência – não garantem proteção física, mas servem para advertir os operadores que eles estão se aproximando da área de perigo;
- Escudos – Podem ser usados escudos para assegurar a proteção contra arremesso de partículas ou cavacos, respingos de fluídos, de metal ou gotículas;
- Ferramentas manuais – são usadas para colocar e remover peças do ponto de operação de uma máquina. Diversos tipos podem existir com esta finalidade; alicates, pinças, ganchos magnéticos. As ferramentas manuais são considerados complementos de segurança e não devem substituir outras proteções de máquina;
- Alavancas de empurrão ou bloqueio – podem ser usados para alimentar uma máquina, como uma serra de disco. Quando é necessário a proximidade das mãos do disco, a alavanca de empurrão ou bloqueio pode garantir uma margem de segurança ao operador.

3.4 APRECIACÃO DE RISCO

Apreciação de risco é o processo completo que compreende a análise de risco e a avaliação de risco. Análise de risco é a combinação da especificação dos limites da máquina, identificação do perigo e estimativa de risco. Avaliação de risco é o julgamento com base na análise de risco, de quanto os objetivos de redução de risco foram atingidos. (ABNT NBR ISO 12100:2013)

De acordo com a NBR 12100:2013, para executar a apreciação de riscos e, conseqüentemente, a redução destes, o projetista deve levar em consideração as seguintes etapas:

- Determinação dos limites da máquina, considerando seu uso devido, bem como quaisquer formas de mau uso razoavelmente previsíveis;
- Identificação dos perigos e situações perigosas associadas;
- Estimativa do risco para cada perigo ou situação perigosa;
- Avaliação do risco e tomada de decisão quanto a necessidade de redução de riscos;
- Eliminação do perigo ou redução de risco associado ao perigo por meio de medidas de proteção.

A apreciação de riscos é seguida, sempre que necessário, pela redução de riscos. A interação deste processo pode ser necessária para eliminar o máximo de perigo possível, assim como, reduzir adequadamente os riscos por meio da implementação de medidas de proteção. (ABNT NBR ISO 12100:2013)

Assume-se que, quando presente em uma máquina, um perigo irá, cedo ou tarde, levar a um dano se medidas de proteção ou outras medidas não forem implementadas. Medidas de proteção são a combinação de medidas implementadas pelo projetista e pelo usuário, conforme Anexo A. Medidas que podem ser incorporadas durante o projeto da máquina são preferíveis em relação as implementadas pelo usuário e usualmente comprovam maior efetividade. (ABNT NBR ISO 12100:2013)

O objetivo a ser atingido é a melhor redução de risco possível. A estratégia definida neste parágrafo está representada pelo fluxograma do Anexo B. O processo em si é interativo e sua aplicação sucessiva pode ser necessária para a

redução do risco. Para conduzir este processo, é necessário levar em consideração estes quatro fatores, na seguinte ordem de preferência:

- A segurança da máquina durante todas as fases do seu ciclo de vida;
- A capacidade da máquina de executar suas funções;
- A operacionalidade da máquina;
- Os custos de fabricação, operação e desmontagem da máquina.

3.4.1 AVALIAÇÃO DE RISCO (ISO/TR 14121-2:2012) – CONCEITO

A avaliação de risco é geralmente mais completa e eficaz quando realizado por uma equipe. O tamanho de um grupo varia de acordo com a:

- abordagem de avaliação de risco selecionado;
- a complexidade da máquina;
- o processo no qual a máquina é utilizada.

A equipe deve reunir conhecimentos sobre diferentes disciplinas e uma variedade de experiências e conhecimentos. No entanto, uma equipe que é muito grande pode levar a dificuldade em permanecer focado ou em chegar a um consenso. Conforme resultados dos riscos obtidos por uma equipe, não se pode esperar que os mesmos resultados sejam obtidos com equipes diferentes, para uma mesma situação. (ISO/TR 14121-2:2012)

A norma ISO/TR 14121-2:2012 destina-se a uma variedade de métodos e ferramentas para a realização de avaliação de risco. Por definição os dois principais elementos de risco são a gravidade do dano e a probabilidade de ocorrência. O propósito da estimativa do risco é determinar o risco mais elevado decorrente de cada situação perigosa.

Entre os diversos métodos para uma avaliação de risco, será utilizado no processo em estudo o método Matriz de Risco que permite a combinação de uma classe de gravidade do dano com uma classe que probabilidade de ocorrência desse dano. No geral, para cada situação perigosa identificada, um parâmetro é escolhido em função das definições dadas. A Tabela 2 detalha um exemplo de aplicação.

Tabela 2 – Matriz de Risco

PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO
PROVAVEL	ALTO	ALTO	MÉDIO	BAIXO
IMPROVAVEL	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
REMOTO	BAIXO	BAIXO	DESPREZÍVEL	DESPREZÍVEL

Fonte: ISO/TR 14121-2:2012

A estimativa da gravidade pode ser realizada utilizando o grau de severidade, que são seguintes:

- Catastrófico - morte ou invalidez permanente ou doença incapacitante;
- Grave - lesão grave ou doença debilitante;
- Moderado - lesão ou doença que requer primeiros socorros;
- Baixo - nenhum ferimento ou lesão que não requer mais do que os primeiros socorros.

Assim como na gravidade, a probabilidade também possui níveis a serem seguidos, como listados abaixo:

- Muito provável – fácil de ocorrer;
- Provável - pode ocorrer;
- Não - não é provável de ocorrer;
- Remota - improvável a ocorrência.

Como resultado da tabela 1 tem-se a seguinte conclusão:

- Desprezível – Nenhuma ação é requerida;
- Baixo – É necessário assegurar que os controles sejam mantidos;
- Médio – Requer a definição de ações de mitigação dos riscos;
- Alto – Exige ações imediatas.

Outras variáveis tem sua importância na aplicação da análise de risco, cujo modelo de Matriz de Risco é mostrado no Anexo C (MEDEIROS, 2010). Segue abaixo as variáveis adicionadas na análise:

- Temporalidade (T): situação da atividade no tempo. Essa variável permite avaliar se a atividade é uma atividade corrente ou planejada para ser implementada;
- Condições de operação (C): identificação da natureza da atividade da qual decorre o perigo e a possível ocorrência de um acidente e/ou dano material. Essa

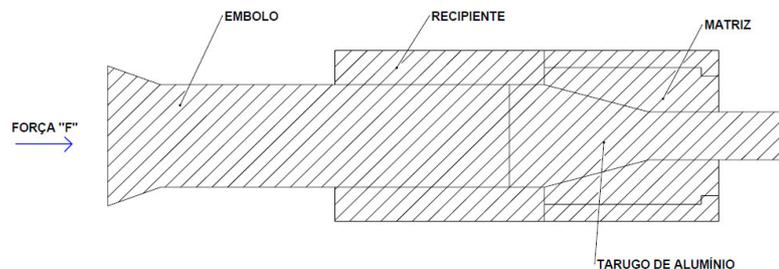
variável avalia se a atividade que encerra o perigo é uma atividade rotineira do trabalhador, se é uma atividade esporádica ou eventual, ou se decorre de uma situação ou ação numa emergência;

- Agente de risco (A): natureza do perigo, em função da sua relação com os riscos ambientais previstos na legislação de segurança e saúde ocupacional vigente, sejam eles físicos, químicos, biológicos, ergonômicos ou de acidentes;
- Origem do perigo (O): identificação da fonte do perigo, ou seja, se o perigo é associado à execução da atividade ou se está presente no ambiente no qual as pessoas exercem seu trabalho, independente da atividade que executam.

3.5 EXTRUSÃO DE ALUMÍNIO

Extrusão é um processo de transformação termo-mecânica, no qual um tarugo de metal é reduzido em sua seção transversal quando forçado a fluir através do orifício de uma matriz (ferramenta), sob o efeito de altas pressões e temperatura. A Figura 02 ilustra o processo descrito. (ABAL, 2008)

Figura 02 – Processo de extrusão



Fonte: Do autor

3.5.1 Equipamentos e etapas no processo de extrusão de alumínio

Uma linha de extrusão é composta, principalmente, por uma prensa hidráulica, normalmente posicionada na horizontal, acompanhado de um forno de aquecimento de tarugos, forno de aquecimento de matrizes, mesa de extrusão, mesa de estiramento, mesa de corte, carrinhos de armazenamento, forno de tratamento térmico e máquina embaladora. Além disso, acompanham, também, uma serra para corte de tarugo e diversos sistemas de controle de pressão e

temperatura. A Figura 03 ilustra os componentes de uma linha do processo de extrusão de alumínio.

Figura 03 – Componentes de uma linha do processo de extrusão de alumínio.



LEGENDA

01 – Prensa

02 – Forno aquecimento de tarugo

03 – Forno aquecimento de matriz

04 – Mesa de extrusão

05 – Mesa de estiramento

06 – Mesa de corte

07 – Carrinho de armazenamento

08 – Forno de tratamento térmico

09 – Serra corte de tarugo

Fonte: Do autor

As matrizes (ferramentas) são armazenadas em fornos de aquecimento e isso se faz necessário para o processo. Seu dimensionamento está diretamente ligado ao tamanho das matrizes e ao volume de produção.

O aquecimento do tarugo (matéria-prima) é realizado em fornos de aquecimento e a escolha da fonte de energia utilizada para o aquecimento depende dos custos envolvidos. Normalmente são utilizados gás natural ou indução.

A mesa de extrusão possui um sistema automático que está sincronizado com a prensa hidráulica chamado de Puller que puxa o perfil (produto extrusado). O perfil após passar pela mesa de extrusão é transferido para a mesa de estiramento que, como o próprio nome diz, realiza o estiramento do metal, puxando-o para garantir as características dimensionais do mesmo.

A mesa de corte realiza o corte das barras para redução do comprimento da barra. Além disso, a mesa de corte serve para segregar as partes danificadas pelo processo de estiramento (pontas das barras, por exemplo). Todas estas mesas ainda podem ser agrupadas e serem transformadas em uma única mesa que realiza todo este trabalho automaticamente.

Os carrinhos de transporte são os equipamentos que levam as barras cortadas até um forno de tratamento térmico. Esse é o local onde se agregam as características mecânicas do produto extrusado, proporcionando que o mesmo obtenha as propriedades mecânicas desejáveis. O processo adotado para perfis de alumínio extrusados é chamado de envelhecimento.

Terminado o processo de extrusão, todos os perfis são embalados. As máquinas de embalagem são encarregadas por esse serviço e, depois de concluído, o produto está pronto para ser liberado ao cliente.

4 METODOLOGIA

As informações necessárias para a realização das análises foram obtidas tomando como base a norma NBR 12100:2013, onde a apreciação de riscos está dividida em análise e avaliação de riscos.

A Análise de riscos abrange a Determinação dos limites da máquina (identificação e mapeamento do ambiente de trabalho), a Identificação dos perigos nos equipamentos que compõe a linha de produção e a Estimativa dos riscos nos equipamentos que compõe a linha de produção.

A avaliação de riscos oferece informações necessárias para a avaliação dos riscos, a qual permite que se façam os julgamentos quanto a necessidade ou não de redução destes. Estes julgamentos devem ser suportados por uma estimativa de risco qualitativa ou, quando apropriado, quantitativa, associada aos perigos presentes na máquina.

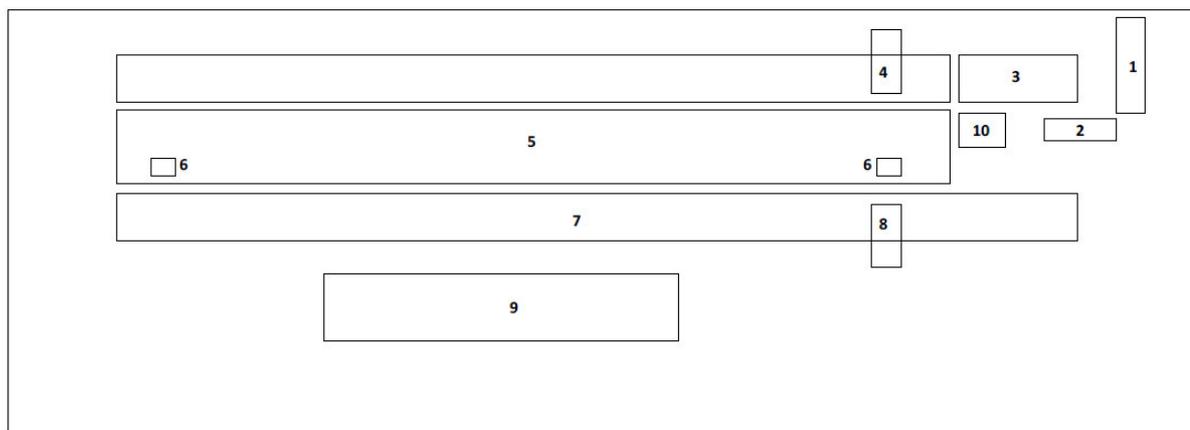
Para realizar a análise de risco, neste trabalho, foi utilizado o método de Matriz de Risco baseado na norma ISO/TR 14121-2:2012, cujas etapas estão descritas abaixo:

- Identificação dos perigos associados a cada atividade, que evidenciam riscos de acidentes;
- Identificação das possíveis causas que resultam em efeitos indesejáveis, considerando tanto as falhas de equipamentos, de instrumentos e de materiais, como erros humanos;
- Identificação do efeito caso o perigo associado resulte em lesão, doença ou danos materiais;
- Determinação da gravidade do efeito, em função da gravidade da lesão, doença ou dano material;
- Determinação da probabilidade de ocorrência do efeito, a partir do histórico de ocorrências na instalação;
- Classificação do risco, a partir da combinação dos atributos gravidade e probabilidade;
- Definição das medidas de controle, as quais devem prever ações de proteção e prevenção a serem adotadas, minimizando possíveis acidentes que venham a acontecer.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Este estudo foi desenvolvido em uma linha de extrusão para perfis de alumínio. Os diferentes processos que envolvem uma linha de extrusão estão representados, na figura 4, na forma de planta baixa, de acordo com numeração indicativa.

Figura 04 – Processos intermediários em uma linha de extrusão de alumínio.



- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 1 – Serra corte tarugo | 6 – Esticadeira |
| 2 – Forno aquecimento tarugo | 7 – Mesa de corte |
| 3 – Prensa | 8 – Serra de corte perfil |
| 4 – Puller | 9 – Forno de tratamento térmico |
| 5 – Mesa de estiramento | 10 – Forno de aquecimento de matriz |

Fonte: Do autor

O processo inicia com o corte do tarugo, com a utilização da serra de corte (1). Nessa etapa o corte segue especificações do produto a ser obtido. O tarugo com as dimensões específicas é aquecido no forno corte de tarugo (2) para que em conjunto com as demais variáveis do processo, haja propriedade mecânica no produto extrudado. Em seguida, o tarugo é prensado (3) sobre uma matriz (ferramenta), que está pré-aquecida (10). O material na condição de produto extrudado, perfil, é conduzido a mesa de extrusão, com o auxílio do *puller* (4). Terminado o ciclo do processo de extrusão, o perfil é transferido para a mesa de estiramento (5) que, além de servir como uma mesa de resfriamento, os perfis são esticados (6) de tal modo a corrigir as imperfeições resultantes do processo. Após esticados, os perfis são cortados (8) de acordo com solicitação do cliente na mesa de corte (7). O processo finaliza com o armazenamento dos perfis nas dimensões

especificadas em carrinhos e levados ao forno de tratamento térmico (9) para que os mesmos obtenham propriedade mecânica.

A partir do mapeamento das máquinas/equipamentos e/ou etapas do processo foi possível a identificação dos riscos quanto à segurança e a saúde do colaborador.

Na figura 5 estão descritas as denominações que foram utilizadas nesse trabalho para quantificar e classificar a intensidade dos riscos presentes na atividade de extrusão de perfis de alumínio.

Figura 05 – Legenda Matriz de Risco

T: Temporalidade P: Passada A: Atual F: Futura	C: Condições de Operação R: Rotineira NR: Não Rotineira E: De emergência	A: Agente de Risco F: Físico Q: Químico B: Biológico E: Ergonômico A: Acidente
O: Origem do Perigo D: Direto I: Indireto	G: Gravidade C: Catastrófico G: Grave M: Moderado B: Baixo	P: Probabilidade MP: Muito Provável P: Provável I: Improvável R: Remoto

PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO
PROVAVEL	ALTO	ALTO	MÉDIO	BAIXO
IMPROVAVEL	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
REMOTO	BAIXO	BAIXO	DESPREZÍVEL	DESPREZÍVEL

Fonte: Do autor

Na Figura 6 (na sequência a a h) estão descritas as diferentes etapas do processo de extrusão de acordo com as atividades, perigos, conseqüências e as medidas de controle conforma a norma ISO/TR 14121-2:2012.

Figura 6 (a) – Matriz de Risco (Mesa de Corte)

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
Mesa de Corte	A	Corte de peça	R	F/A	D	Corte de membros superiores	G	I	MÉDIO	Inserir proteção fixa, disponibilizar EPI e treinamento de operação
		Curto Circuito		A		Choque	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação
		Esteiras em movimento		A		Esmagamento em membros superiores	G	P	ALTO	Treinamento de operação e determinação da área de circulação
		Emissão de poeira/fumaça		Q		Dificuldade respiratória	M	P	MÉDIO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Postura Inadequada		E		Desconforto/Dores musculares	B	P	BAIXO	Treinamento para a garantia de que os controles sejam mantidos
		Circulação de empilhadeira		A		Atropelamento Esmagamento	G	I	ALTO	Determinar área de circulação

Fonte: Do autor

Figura 6 (b) – Matriz de Risco (Serra Corte de Tarugo)

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
Serra Corte de Tarugo	A	Corte de peça	R	F/A	D	Corte de membros superiores	G	P	ALTO	Inserir proteção fixa, disponibilizar EPI e treinamento de operação
		Curto Circuito		A		Choque	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação
		Esteiras em movimento		A		Esmagamento membros superiores	G	P	ALTO	Treinamento de operação e determinação da área de circulação
		Emissão de poeira/fumaça		Q		Dificuldade respiratória	M	P	MÉDIO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Postura Inadequada		E		Desconforto/Dores musculares	B	P	BAIXO	Treinamento para a garantia de que os controles sejam mantidos
		Circulação de empilhadeira		A		Atropelamento Esmagamento	G	I	ALTO	Determinar área de circulação

Fonte: Do autor

Figura 6 (c) – Matriz de Risco (Forno Aquecimento de Tarugo)

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
Forno Aquecimento de Tarugo	A	Queda de matéria prima	R	A	D	Esmagamento em membros inferiores	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação e determinação da área de circulação
		Curto Circuito		A		Choque	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação
		Tarugo em alta temperatura		A		Queimadura	G	I	MÉDIO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Radiação		F/A		Queimadura	G	MP	ALTO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Postura Inadequada/Esforço		E		Desconforto/Dores musculares	B	P	BAIXO	Treinamento para a garantia de que os controles sejam mantidos
		Circulação de empilhadeira		A		Atropelamento Esmagamento	G	I	ALTO	Determinar área de circulação

Fonte: Do autor

Figura 6 (d) – Matriz de Risco (Forno Aquecimento de Matriz)

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
Forno Aquecimento de Matriz	A	Queda de matriz	R	A	D	Esmagamento em membros inferiores	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação e determinação da área de circulação
		Curto Circuito		A		Choque	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação
		Ferramenta em alta temperatura		A		Queimadura	G	I	MÉDIO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Radiação Térmica		F/A		Queimadura	G	MP	ALTO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado

Fonte: Do autor

Figura 6 (e) – Matriz de Risco (Forno Tratamento Térmico)

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
Forno de Tratamento Térmico	A	Queda de cestos	R	A	D	Esmagamento em membros inferiores	G	P	ALTO	Mudança de dispositivo de armazenamento de perfis
		Curto Circuito		A		Choque	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação
		Perfis em alta temperatura		A		Queimadura	G	I	MÉDIO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Radiação Térmica		F/A		Queimadura	G	MP	ALTO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Circulação de empilhadeira		A		Atropelamento Esmagamento	G	I	ALTO	Determinar área de circulação

Fonte: Do autor

Figura 6 (f) – Matriz de Risco (*Puller* - Mesa de Extrusão)

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
<i>Puller</i> - Mesa de Extrusão	A	Aceleração/Desaceleração do <i>Puller</i>	R	A	D	Atropelamento Esmagamento	G	I	MÉDIO	Isolar área de operação com barreiras fixas
		Corte de peça		A		Corte de membros superiores	G	I	MÉDIO	Inserir proteção fixa, disponibilizar EPI e treinamento de operação
		Curto Circuito		A		Choque	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação
		Radiação Térmica		F/A		Queimadura	G	MP	ALTO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Perfis em alta temperatura		A		Queimadura	G	P	ALTO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Esteiras em movimento		A		Esmagamento em membros superiores	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação e determinação da área de circulação
		Baixa Iluminação		F/E		Desconforto	M	I	BAIXO	Treinamento para a garantia de que os controles sejam mantidos

Fonte: Do autor

Figura 6 (g) – Matriz de Risco (Mesa de Estiramento)

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
Mesa de Estiramento	A	Curto Circuito	R	A	D	Choque	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação
		Esforços		F/E		Desconforto/Dores musculares	M	I	BAIXO	Treinamento para a garantia de que os controles sejam mantidos
		Perfis em alta temperatura		A		Queimadura	G	I	MÉDIO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Esteiras em movimento		A		Esmagamento em membros superiores	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação e determinação da área de circulação

Fonte: Do autor

Figura 6 (h) – Matriz de Risco (Prensa)

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE
Prensa	A	Movimentação de cilindro hidráulico	R	A	D	Esmagamento	G	I	MÉDIO	Inserir proteção fixa e treinamento de operação
		Movimentação do carregador		A		Atropelamento Esmagamento	G	P	ALTO	Inserir proteção fixa e treinamento de operação
		Curto Circuito		A		Choque	G	I	MÉDIO	Treinamento de operação
		Radiação Térmica		F/A		Queimadura	G	MP	ALTO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Ferramenta em alta temperatura		A		Queimadura	G	I	MÉDIO	Disponibilizar EPI, treinamento para o uso adequado e treinamento de operação
		Tarugo em alta temperatura		A		Queimadura	G	MP	ALTO	Disponibilizar EPI, treinamento para o uso adequado e treinamento de operação
		Projeção de fluido a alta pressão		A		Cortes	G	I	MÉDIO	Inserir proteção fixa e treinamento de operação
		Circulação de empilhadeira		A		Atropelamento Esmagamento	G	I	ALTO	Determinar área de circulação

Continuação Figura 6 (h)

Prensa	A	Emissão de poeira/fumaça	R	Q	D	Dificuldade respiratória	M	P	MÉDIO	Disponibilizar EPI e treinamento para o uso adequado
		Ferramenta sob alta pressão		A		Arremessos/ Corte/ Mutilação	G	I	MÉDIO	Inserir proteções móveis, fixas e treinamento de operação

Fonte: Do autor

A partir da quantidade de cenários identificados durante a aplicação da Matriz de Risco, considerando cada uma das combinações de probabilidade e gravidade, foi obtida a respectiva matriz de classificação de risco, apresentada da Figura 07.

Figura 07 – Matriz de classificação percentual de risco.

MESA DE CORTE				
PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	0	0	0	0
PROVAVEL	0	1	1	1
IMPROVAVEL	0	3	0	0
REMOTO	0	0	0	0
RISCO (%)	ALTO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
	16,67%	66,67%	16,67%	0,00%

SERRA CORTE DE TARUGO				
PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	0	0	0	0
PROVAVEL	0	2	1	1
IMPROVAVEL	0	2	0	0
REMOTO	0	0	0	0
RISCO (%)	ALTO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
	33,33%	50,00%	16,67%	0,00%

FORNO AQUECIMENTO DE TARUGO				
PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	0	1	0	0
PROVAVEL	0	0	0	1
IMPROVAVEL	0	4	0	0
REMOTO	0	0	0	0
RISCO (%)	ALTO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
	16,67%	66,67%	16,67%	0,00%

FORNO AQUECIMENTO DE MATRIZ				
PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	0	1	0	0
PROVAVEL	0	0	0	0
IMPROVAVEL	0	3	0	0
REMOTO	0	0	0	0
RISCO (%)	ALTO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
	25,00%	75,00%	0,00%	0,00%

FORNO DE TRATAMENTO TÉRMICO				
PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	0	1	0	0
PROVAVEL	0	1	0	0
IMPROVAVEL	0	3	0	0
REMOTO	0	0	0	0
RISCO (%)	ALTO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
	40,00%	60,00%	0,00%	0,00%

MESA DE EXTRUSÃO				
PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	0	1	0	0
PROVAVEL	0	1	1	0
IMPROVAVEL	0	4	0	0
REMOTO	0	0	0	0
RISCO (%)	ALTO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
	28,57%	71,43%	0,00%	0,00%

MESA DE ESTIRAMENTO				
PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	0	0	0	0
PROVAVEL	0	0	0	0
IMPROVAVEL	0	3	1	0
REMOTO	0	0	0	0
RISCO (%)	ALTO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
	0,00%	75,00%	25,00%	0,00%

PRENSA				
PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	0	2	0	0
PROVAVEL	0	1	1	0
IMPROVAVEL	0	6	0	0
REMOTO	0	0	0	0
RISCO (%)	ALTO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
	30,00%	70,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Do autor

Levando em consideração a metodologia de Matriz de Risco adotada, o Forno de Tratamento Térmico apresentou um maior potencial de ocorrência que oferecem riscos elevados aos trabalhadores, sendo 40% classificadas como risco alto. Isso se deve principalmente ao *layout* composto por áreas de trabalho não adequadas para alojamento de equipamentos e pela não demarcação de áreas de circulação.

Mesa de Corte, Serra de Tarugo e Mesa de Extrusão, apresentaram os valores de 16,67%, 33,33% e 28,57%, respectivamente. Para esses equipamentos medidas como proteções adequadas das serras e treinamento para o colaborador poderiam diminuir esses percentuais.

Forno Aquecimento de Tarugo e Forno Aquecimento de Matriz apresentaram percentuais, respectivamente, de 16,67% e 25% de potencial de ocorrência que oferecem riscos classificados como alto. Assim como no Forno de Tratamento Térmico, o *layout* dos equipamentos e a limitação de circulação podem reduzir esse percentual.

A Prensa apresentou um potencial de ocorrência classificado como alto sendo de 30% o percentual encontrado. Esse é o principal equipamento no processo e os altos valores ocorrem pela existência das altas pressões hidráulicas presente e das altas temperaturas existentes que, geralmente, estão expostas e de fácil acesso do colaborador.

Com relação a potenciais de ocorrência que oferecem riscos, os classificados como médio ficaram entre os valores de 50% e 75%. São valores vindos da alta gravidade em caso de ocorrência de acidentes, mas espera-se que com a utilização dos procedimentos adequados de segurança estes índices sejam reduzidos.

Potenciais de ocorrência que oferecem riscos classificados como baixo ficaram entre os valores de 16,67% e 25%. São valores que precisam de acompanhamento e monitoramento para que os dados não sejam alterados pela probabilidade, que é o resultado dos números de acidentes registrados pelas empresas.

6 CONCLUSÃO

A realização desse estudo forneceu subsídios para a implantação de um sistema de gerenciamento de riscos ocupacionais na operação dos equipamentos em uma linha de produção para extrusão de alumínio. Para isso, foi realizado o diagnóstico para obtenção de tais informações com base na elaboração do fluxograma do processo e aplicando a ferramenta Matriz de Risco, a qual foi otimizada considerando diretrizes previstas em normas, tanto nacionais quanto internacionais, para implantação de sistemas de gestão de segurança e saúde ocupacional. Como resultado da análise feita obteve-se:

- o forno de tratamento térmico apresentando o maior potencial de ocorrência que oferecem riscos elevados aos trabalhadores, classificado como alto, de 40%;
- classificadas como riscos altos, serra corte de tarugo, prensa, mesa de extrusão e forno aquecimento de matriz apresentaram potencial de ocorrência que oferecem riscos elevados nos valores de 33,33%, 30%, 28,57% e 25%, respectivamente;
- mesa de corte e forno aquecimento de tarugo apresentaram os mesmos valores no potencial de ocorrência que oferecem riscos sendo esse 16,67% e também classificado como risco alto;
- na classificação dos riscos altos, a mesa de estiramento não apresentou potencial de ocorrência que oferecem riscos elevados;
- os potenciais de ocorrência que oferecem riscos classificados como médio ficaram entre os valores de 50% e 75%;
- na classificação de baixo risco, com exceção do forno aquecimento de matriz, forno de tratamento térmico, mesa de extrusão e prensa que não apresentaram potenciais de ocorrência que oferecem riscos, esse grupo apresentou valores na faixa entre 16,67% e 25%;
- nenhuma das etapas analisadas apresentaram potenciais de ocorrência com classificação desprezível.

REFERÊNCIAS

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira. **Segurança do trabalho: guia prático e didático**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2012. 348p.

OGLIARI, Ana Cristina. **Análise da segurança do trabalho em empresa de pré-moldados na cidade de chapecó**. 2012. 63f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2012.

OLIVEIRA, Sebastião Geraldo. **Indenizações por acidente do trabalho ou doença ocupacional**. 2. ed. São Paulo: LTr, 2006. 438p.

CORREA, Martinho Ullmann. **Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos**. 111f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011.

VILELA, Rodolfo A. Gouveia. **Acidentes do trabalho com máquinas: identificação de riscos e prevenção**. São Paulo: CUT, 2000. 33p.

Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE nº1.893, de 09 de dezembro de 2013. NR-12, Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Diário Oficial União. 11 dez 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISSO 12100**. Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Avaliação e redução de riscos. Rio de Janeiro, 2013. 93p.

Guia técnico do alumínio: extrusão. 4. ed. São Paulo: ABAL, 2008. 248.

AYRES, Dennis de Oliveira; CORRÊA, José A. Peixoto. **Manual de prevenção de acidentes do trabalho**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 258p.

FERNANDES, Anníbal. **Os acidentes do trabalho: do sacrifício do trabalho à prevenção e a reparação**. 2. ed. São Paulo: LTr, 2003. 282p.

SCNEIDER, Elmo Ebanês. **Instalação de dispositivos de segurança para máquinas operatrizes conforme a norma regulamentadora NR-12 com ênfase em dispositivos elétricos..** 47f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011.

MEDEIROS, Viviane S. Pereira. **Análise de riscos no processo produtivo de uma metalúrgica, com ênfase no jateamento e pintura de tubos de aço com costura.** 77f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade de Pernambuco, Pernambuco, 2010.

PETROBRÁS. **N-2782.** Técnicas aplicáveis à análise de riscos. Petrobrás, 2010. 18p.

Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº291, de 08 de dezembro de 2011. NR-15, Atividades e Operações Insalubres. Diário Oficial União. 09 dez 2011.

Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SSST nº25, de 29 de dezembro de 1995. NR-09, Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Diário Oficial União. 30 dez 1990.

Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº13, de 21 de junho de 2007. NR-17, Ergonomia. Diário Oficial União. 26 jun 2007.

Ministério do Trabalho e Emprego. **Segurança de máquinas e equipamentos de trabalho:** meios de proteção contra os riscos mecânicos. Rio de Janeiro, 2012. 66p.

NUNES, Deise Delfino; SOUZA, Rosilda Maria. **Análise de riscos nas atividades de execução de formas na operação com serra circular.** 103f. (Bacharel em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2007.

CHAVES, Francisco J. M. Disponível em

<[http://gescoambiental.com.br/artigos/Analise%20Preliminar %20de%20 Risco.pdf](http://gescoambiental.com.br/artigos/Analise%20Preliminar%20de%20Risco.pdf).

>Acesso em 05 mai. 2014, 15:00.

AGUIAR, Lais Alencar. Disponível em

<http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/13179/material/APP_e_

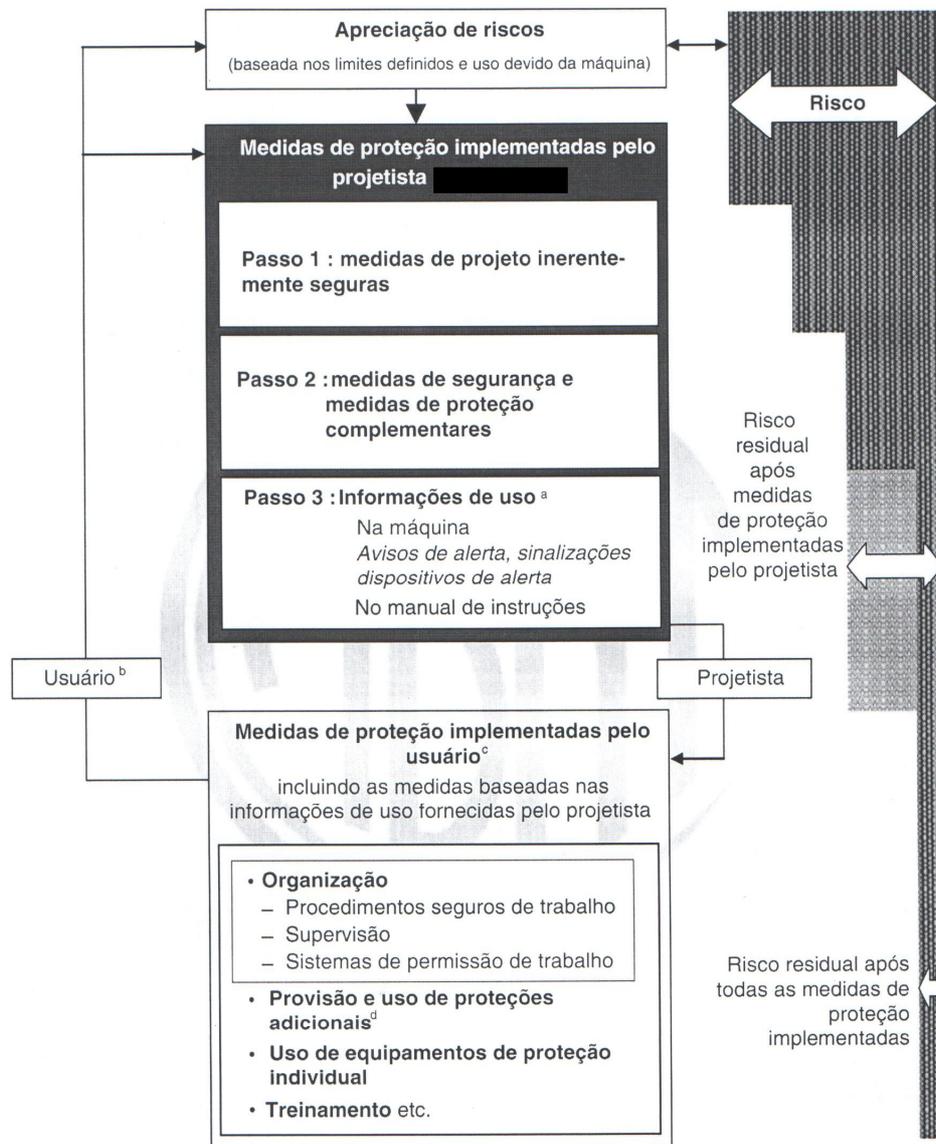
HAZOP.pdf> Acesso em 04 mai. 2014, 17:00.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/TR 14121-2.**

Safety of machinery – Risk assessment. Part 2: Practical guidance and examples of methods. Geneva, 2012. 38p.

ANEXO(S)

ANEXO A – Processo de redução de riscos do ponto de vista do projetista



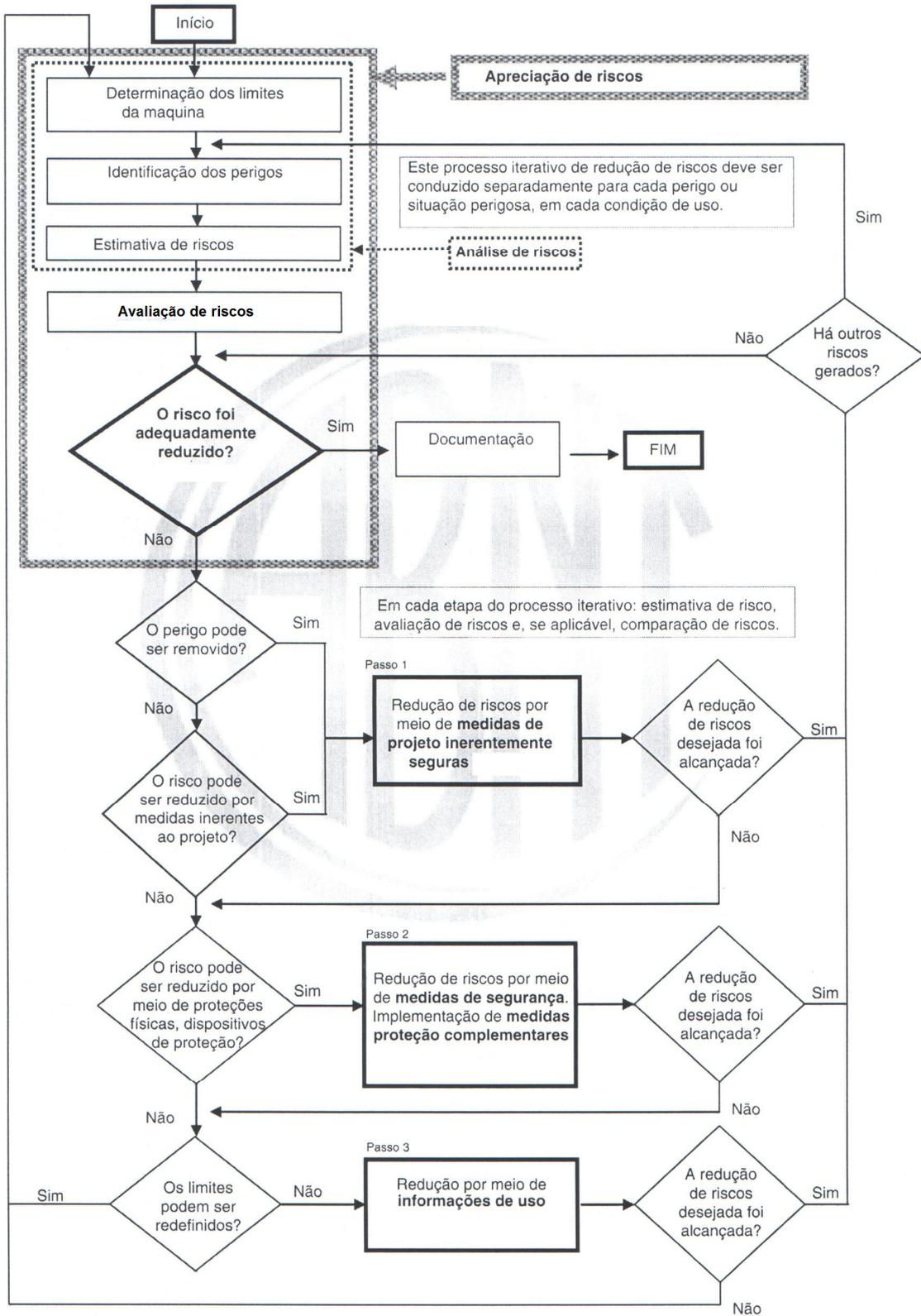
^a Disponibilizar informação de uso apropriada é parte da contribuição do projetista para a redução de riscos, mas as medidas de proteção relacionadas são apenas efetivas quando implementadas pelo usuário.

^b Os dados de usuário contemplam informações obtidas tanto de fontes baseadas no uso devido da máquina, em geral provenientes da comunidade de usuários, como de usuários específicos.

^c Não há distinção hierárquica entre as várias medidas de proteção implementadas pelo usuário. Estas medidas de proteção não são abordadas por esta Norma.

^d Estas são medidas de proteção exigidas devido a processos específicos ou processos não contemplados no uso devido da máquina ou devido a condições específicas para instalação que não podem ser consideradas pelo projetista

ANEXO B – Processo esquemático do processo de redução de risco



ANEXO C – Modelo de aplicação para Matriz de Risco

ATIVIDADE	T	PERIGO	C	A	O	CONSEQUÊNCIA	G	P	CLASSIFICAÇÃO	MEDIDAS DE CONTROLE

<p>T: Temporalidade</p> <p>P: Passada A: Atual F: Futura</p>	<p>C: Condições de Operação</p> <p>R: Rotineira NR: Não Rotineira E: De emergência</p>	<p>A: Agente de Risco</p> <p>F: Físico Q: Químico B: Biológico E: Ergonômico A: Acidente</p>		
<p>O: Origem do Perigo</p> <p>D: Direto I: Indireto</p>	<p>G: Gravidade</p> <p>C: Catastrófico G: Grave M: Moderado B: Baixo</p>	<p>P: Probabilidade</p> <p>MP: Muito Provável P: Provável I: Improvável R: Remoto</p>		
<p>PROBABILIDADE</p>	<p>GRAVIDADE</p>			
	CATASTRÓFICO	GRAVE	MODERADO	BAIXO
MUITO PROVÁVEL	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO
PROVAVEL	ALTO	ALTO	MÉDIO	BAIXO
IMPROVAVEL	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	DESPREZÍVEL
REMOTO	BAIXO	BAIXO	DESPREZÍVEL	DESPREZÍVEL