

LUCIANO GUIMARÃES DE CARVALHO

RISCOS MECÂNICOS NA USINA DE ASFALTO

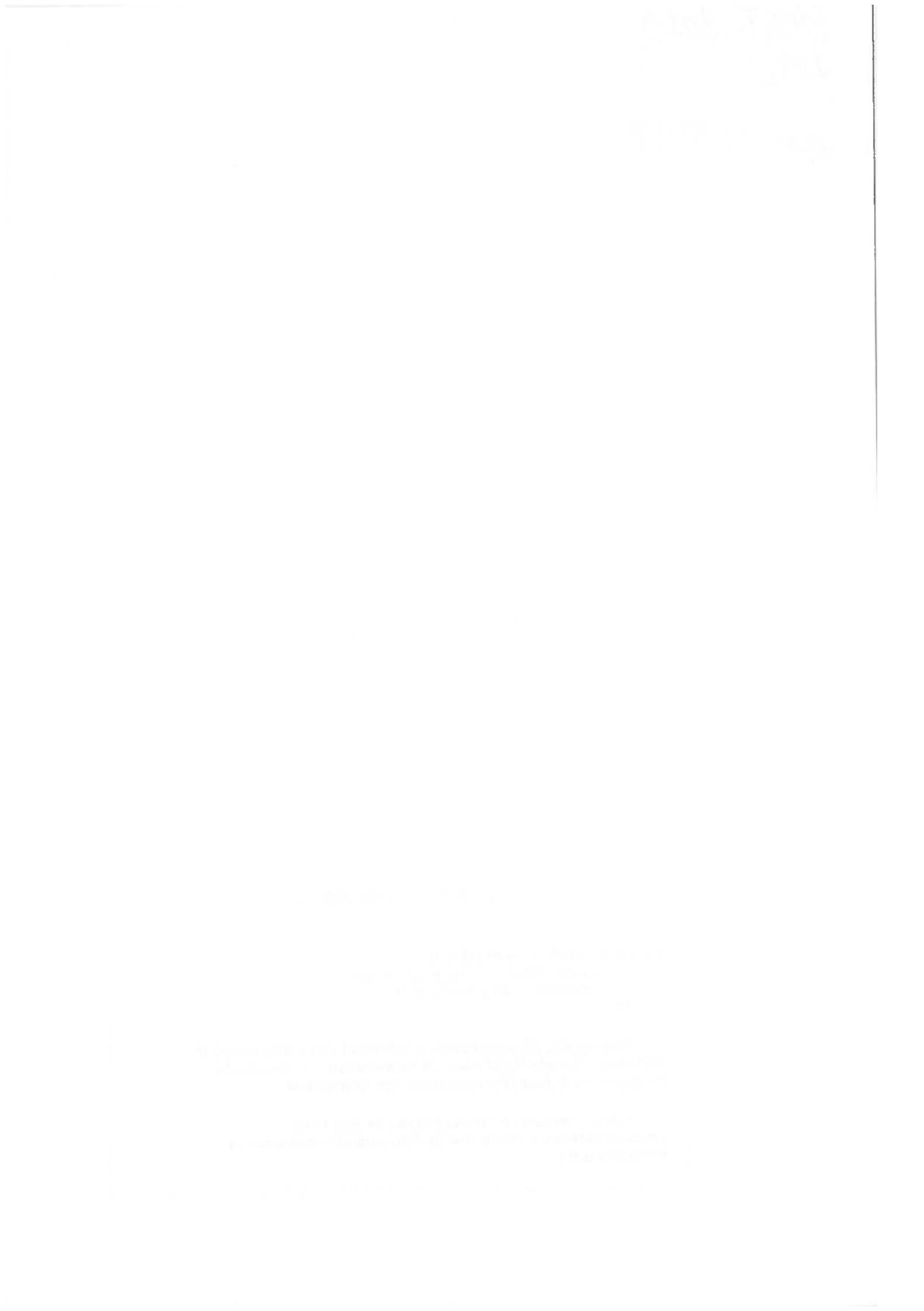
São Paulo  
2010

LUCIANO GUIMARÃES DE CARVALHO

RISCOS MECÂNICOS NA USINA DE ASFALTO

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
Especialista em Engenharia de  
Segurança do Trabalho

São Paulo  
2010



## RESUMO

Esta monografia é resultado do trabalho de engenharia civil na indústria de pavimentação. Durante o curso de engenharia de segurança do trabalho na USP, Universidade de São Paulo, os riscos a saúde e segurança dos trabalhadores se tornaram mais evidentes. Estes riscos e meios para reduzir estes riscos estão registrados neste trabalho de conclusão de curso. Foi utilizada uma metodologia científica composta de objetivos, a necessidade que justifica este trabalho, um roteiro de como foi realizado a pesquisa em campo, a forma como os riscos mecânicos foram trabalhados, resultados e uma comparação entre os objetivos iniciais e o resultado apresentado. O método da Análise Preliminar de Risco foi utilizado para gerenciar os riscos envolvidos nos processos da usina de asfalto.

Palavras-chave: Riscos mecânicos. Usina de Asfalto. Perigos na usina de asfalto. Equipamento de segurança individual.

## ABSTRACT

This monograph is resulted of the work in civil engineering in the pavement industry. During the course of Health and Safety Engineering in the USP, University of São Paulo, the risks to the health and security of the workers had become more evident. These risks and ways to reduce these risks are registered in this conclusion work of course. A scientific methodology was used with objectives, the necessity this work, one script of the research in field, the way how the mechanical risks had been worked, results and a comparison between the initial objectives and the finish result. The method of the preliminary analysis of risk was used to manage the involved risks in the process of the asphalt plant.

Word-key: Mechanical risks. Plant of Asphalt. Danger in the asphalt plants. Personal Protection Equipment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Usina asfáltica estacionária, local da pesquisa de campo.....	8
Figura 2 - Usina asfáltica móvel.....	8
Figura 3 - Fluxograma do processo.....	9
Figura 4 - Esquema de funcionamento.....	10
Figura 5 - Carregadeira para abastecimento dos silos.....	11
Figura 6 - Entrada dos silos.....	12
Figura 7 - Abastecimento dos silos.....	12
Figura 8 - Operador e carregadeira.....	12
Figura 9 - Sala de Controle.....	14
Figura 10 - Sala de Controle II.....	14
Figura 11 - Painéis de Controle.....	15
Figura 12 - Operário na correia coletando manualmente material fora da granulometria.....	16
Figura 13 - Correia transportadora I.....	16
Figura 14 - Correia transportadora II.....	17
Figura 15 - Correia transportadora III.....	17
Figura 16 - Correia transportadora IV.....	18
Figura 17 - Operador em situação perigosa I.....	18
Figura 18 - Operador em situação perigosa II.....	19
Figura 19 - Análise de amostras de Concreto Betuminoso Usinado a Quente.....	20
Figura 20 - Parte móvel protegida.....	21
Figura 21 - Proteção retirada para manutenção.....	21
Figura 22 - Proteção retirada para manutenção II.....	22
Figura 23 - Transmissão de movimento sem proteção I.....	22
Figura 24 - Tambor Secador Misturador.....	23
Figura 25 - Transmissão de movimento protegida.....	23

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Matriz para classificação do Risco.....	26
Tabela 2 – Classificação de risco para a pá carregadeira.....	26
Tabela 3 – Classificação de risco para a sala de controle.....	26
Tabela 4 – Classificação de risco para a correia transportadora.....	27
Tabela 5 – Classificação de risco para o laboratório de análise de CBUQ.....	27
Tabela 6 – Classificação de risco para a manutenção da usina.....	27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NR	Norma Regulamentadora
APR	Análise Preliminar de Risco
AT	Acidente de Trabalho
CAT	Comunicação de Acidente de Trabalho
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
TSM	Tambor Secador Misturador

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 OBJETIVO.....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE RISCO.....	2
2.2 IDENTIFICAÇÃO DE RISCO.....	2
2.3 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS.....	2
2.4 RISCOS MECÂNICOS NA INDUSTRIA DO ASFALTO.....	4
2.4.1 Arranjo físico.....	4
2.4.2 Proteção de máquinas e equipamentos.....	4
2.4.3 Ferramentas.....	5
2.4.4 Armazenamento.....	5
2.5 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	6
2.6 USINAS ASFÁLTICAS.....	7
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
3.1 MATERIAIS.....	9
3.2 MÉTODO.....	10
<b>4. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....</b>	<b>11</b>
4.1 TAREFAS COM OPERADOR.....	11
4.2 OBSERVAÇÃO DAS TAREFAS REALIZADAS PELOS OPERADORES COM REGISTRO FOTOGRÁFICO E IDENTIFICAÇÃO DE RISCO.....	11
4.2.1 Abastecimento mecânico de agregados dos silos.....	11

4.2.1.1 Riscos mecânicos identificados.....	13
<b>4.2.2 Sala de controle da usina.....</b>	<b>14</b>
4.2.2.1 Riscos mecânicos identificados.....	15
<b>4.2.3 Correia transportadora.....</b>	<b>16</b>
4.2.3.1 Riscos mecânicos identificados.....	19
4.2.3.2 Acidentes recentes.....	19
<b>4.2.4 Laboratório de análise.....</b>	<b>20</b>
4.2.4.1 Riscos mecânicos identificados.....	20
<b>4.2.5 Manutenção da usina.....</b>	<b>21</b>
4.2.5.1 Ferramentas manuais utilizadas para manutenção mecânica da usina.....	24
4.2.5.2 Riscos mecânicos identificados.....	24
<b>4.3 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.1 Avaliação de frequência e severidade para a APR modificada.....</b>	<b>24</b>
4.3.1.1 Frequência.....	24
4.3.1.2 Severidade.....	25
4.3.1.3 Matriz para classificação do Risco.....	26
<b>4.3.2 Classificação dos riscos.....</b>	<b>26</b>
4.3.2.1 Riscos mecânicos com a pá carregadeira.....	26
4.3.2.2 Riscos mecânicos na Sala de Controle.....	26
4.3.2.3 Riscos mecânicos na correia transportadora.....	27
4.3.2.4 Riscos mecânicos no laboratório de análise de CBUQ.....	27
4.3.2.5 Riscos mecânicos na manutenção da usina.....	27
<b>4.4 RECOMENDAÇÕES PARA MINIMIZAR OS RISCOS.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4.1 Riscos mecânicos com a pá carregadeira.....</b>	<b>28</b>

4.4.1.1 Falta de habilitação.....	28
4.4.1.2 Falta de sinal de advertência e manutenção.....	28
4.4.1.3 Queda em altura.....	29
4.4.1.4 Esmagamento.....	29
4.4.1.5 Golpe.....	29
<b>4.4.2 Riscos mecânicos na correia transportadora.....</b>	<b>30</b>
4.4.2.1 Esmagamento.....	30
4.4.2.2 Choque mecânico.....	31
<b>4.4.3 Riscos mecânicos na manutenção da usina.....</b>	<b>31</b>
4.4.3.1 Esmagamento.....	32
4.4.3.2 Choque mecânico.....	32
4.5 DISCUSSÃO.....	33
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO – Planilha da Análise Preliminar de Risco.....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Usina de asfalto é lugar onde se produz asfalto para pavimentação de vias públicas ou particulares, figuras 1 e 2.

As causas predominantes de acidentes de trabalho nestas usinas são o contato com ferramentas, máquinas e aparelhos. Normalmente estes acidentes são graves. O trabalhador pode perder partes de seu corpo e a empresa pode ter prejuízo financeiro.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da atividade da construção civil houve um aumento da quantidade de acidentes de trabalho. Em 2008, foram 49 mil acidentes nesse setor, um número 70% maior que o total registrado na Previdência Social em 2004. O crescimento de 70% dos acidentes na construção civil de 2004 a 2008 foi maior que o observado no total dos setores, onde a alta foi de 60% no mesmo período. E considerando apenas o crescimento de 2008 sobre 2007, os acidentes da construção civil saltaram 31,5%, diante de 13% no conjunto dos outros setores.

Não há um estudo disponível sobre os riscos mecânicos em usinas de asfalto na literatura nacional. O tema “Riscos Mecânicos nas Usinas de Asfalto” foi escolhido para preencher este espaço.

### 1.2 OBJETIVO

Identificar e avaliar os riscos mecânicos em uma usina de asfalto e propor soluções para eliminar ou reduzir significativamente estes riscos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será apresentada uma síntese de literatura sobre riscos e sobre usinas de asfalto.

### 2.1 DEFINIÇÃO DE RISCO

Segundo o dicionário Michaellis, risco é o perigo inherente ao exercício de certas profissões.

Segundo os autores internacionais:

“Risco é a probabilidade ou chance de lesão ou morte” (Sanders e McCormick, 1993, p. 675).

“Risco é uma função da natureza do perigo, acessibilidade ou acesso de contato, (potencial de exposição), características da população exposta (receptores), a probabilidade de ocorrência e a magnitude da exposição e das consequências” (Kolluru, 1996, p. 1.10)

“Risco é um resultado medido do efeito potencial do perigo” (Shinar, Gurion e Flascher, 1991, p. 1095).

Segundo a Norma Regulamentadora número 9 os riscos e perigos seguem a definição da nossa língua pátria. Onde não há diferença entre risco e perigo. Os perigos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes são chamados de riscos.

### 2.2 IDENTIFICAÇÃO DE RISCO

“O termo identificação de perigo representa o processo de reconhecer que um perigo existe e definir suas características” (Reginaldo Pedreira Lapa, 2006, p. 8).

### 2.3 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

A avaliação do risco na metodologia Análise Preliminar de Riscos, APR, é feita estimando-se a gravidade potencial do dano e a probabilidade de que o dano ocorra.

Para se estabelecer a gravidade potencial do dano, deve-se levar em consideração a natureza do dano, variando do mais leve ao extremamente prejudicial:

- Levemente prejudicial: Danos no local de trabalho; pequenos vazamentos; incômodo e irritação (ruído local, ambiente de trabalho); dor de cabeça, tosse; doença ocupacional que leve a desconforto temporário; danos leves, facilmente reparáveis.
- Prejudicial: Danos internos à organização; danos maiores em equipamentos ou instalações, com perda ou parada de produção, impactos regionais;
- Extremamente prejudicial: Danos externos à organização; perda total do sistema, impactos globais.

Para se estabelecer a probabilidade de que o dano ocorra, deve-se levar em conta a freqüência do dano, variando de provável a altamente improvável:

- Provável: Ocorre freqüentemente (já experimentado).
- Improvável: Pode ocorrer alguma vez durante a vida útil do item.
- Altamente improvável: Pode ocorrer, mas nunca experimentado.

A classificação do risco na metodologia Análise Preliminar de Riscos é feita com o cruzamento da gravidade com a freqüência:

- altamente improvável e levemente prejudicial = risco trivial.
- altamente improvável e prejudicial = risco aceitável.
- altamente improvável e extremamente prejudicial = risco moderado.
- improvável e levemente prejudicial = risco aceitável.
- improvável e prejudicial = risco moderado.
- improvável e extremamente prejudicial = risco substancial.
- provável e levemente prejudicial = risco moderado.
- provável e prejudicial = risco substancial.
- provável e extremamente prejudicial = risco inaceitável.

## 2.4 RISCOS MECÂNICOS NA INDÚSTRIA DO ASFALTO

### 2.4.1 Arranjo físico.

Improvisações e a falta de planejamento podem causar a necessidade de fazer um estudo de arranjo físico de maneira que se possam equacionar problemas com altos níveis de ruído, má ventilação, com o transporte de produtos semiacabados e excesso de manuseios. Um arranjo físico inadequado agrava os eventuais riscos existentes à saúde e segurança do trabalhador.

Como deve ser:

“As áreas de circulação e os espaços em torno de máquinas e equipamentos devem ser dimensionados de forma que o material, os trabalhadores e os transportadores mecanizados possam movimentar-se com segurança” (Norma Regulamentadora 12, 1997, Item 12.1.2).

### 2.4.2 Proteção de máquinas e equipamentos.

O principal risco em uma transmissão mecânica é o contato indevido do corpo humano com as partes em movimento.

A consequência de um acidente deste tipo pode variar desde pequenas escoriações até a perda da vida. As consequências dependem da intensidade da força envolvida e das condições específicas do momento. Mesmo em um sistema onde as forças sejam de baixa intensidade pode ocorrer esmagamento ou decepamento de partes do corpo humano.

Os registro de acidentes com transmissão de movimento vão desde máquinas de uso doméstico até máquinas de conformação e usinagem.

Outro risco potencial é a possibilidade do arremesso de peças. Peças indevidamente deixada na máquina quando ela inicia o movimento, peças que caem na máquina ou peças que se desprendem da máquina por algum problema.

Como deve ser:

“As máquinas e os equipamentos devem ter suas transmissões de força enclausuradas dentro de sua estrutura ou devidamente isoladas pôr anteparos adequados” (Norma Regulamentadora 12, 1997, Item 12.3.1).

### **2.4.3 Ferramentas**

Antes da utilização, as condições de uso devem ser verificadas. Esta verificação não é somente responsabilidade do usuário da ferramenta. Deve acontecer, também, pelo encarregado e pelo responsável pelo depósito de ferramentas. É necessário um programa de controle de ferramentas para impedir que ferramentas defeituosas sejam usadas.

O uso indevido é outro grande problema. Quando uma ferramenta é projetada para um uso, ela não pode ser utilizada para outra finalidade. Quando uma ferramenta é usada inadequadamente, ela pode se romper e projetar lascas e causar acidentes.

Como deve ser:

“As ferramentas devem ser apropriadas ao uso a que se destinam, proibindo-se o emprego das efeituosas, danificadas ou improvisadas, devendo ser substituídas pelo empregador ou responsável pela obra” (Norma Regulamentadora 18, 1995, Item 18.22.13).

### **2.4.4 Armazenamento**

Tábuas, canos, chapas de aço e outros materiais precisam ser empilhados de forma correta para evitar que a pilha desmorone.

Como deve ser:

“O armazenamento deverá obedecer aos requisitos de segurança especiais a cada tipo de material” (Norma Regulamentadora 11, 2006, Item 11.3.5).

## 2.5 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Indústria da Construção Civil mantém elevados índices de Acidentes de Trabalho, AT, apesar de esforços governamentais, empresariais e sindicais no sentido de reduzi-los. Em investigação realizada em um Hospital Universitário da cidade de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, Brasil, ano de 2005, verificou-se, nos prontuários hospitalares, nas anotações efetuadas por profissionais da equipe de saúde, a incidência de AT ocorrida e suas possíveis relações com a ocupação dos paciente-trabalhadores, que procuraram atendimento à saúde no período de dois anos consecutivos.

Em nenhum prontuário pesquisado encontrou-se uma via da Comunicação de Acidente de Trabalho, CAT.

Estudo realizado com trabalhadores da construção civil evidenciou que 87% dos AT ocorreram entre serventes, pedreiros e carpinteiros.

A estatística de acidentes na construção civil registrado no Hospital Universitário de Ribeirão Preto está na tabela 1.

**Tabela 1** - Distribuição de trabalhadores da construção civil acidentados, atendidos no HU, no período de dois anos, em relação à causa Ribeirão Preto (n=150).

Causa/Objeto Causador de AT	CID-10	n	%
Quedas	W00 - W19	56	37,3
Contato com ferramentas, máquinas e aparelhos	W20 - W31	24	16
Acidente de trajeto	V01 - V99	19	12,7
Impacto por objeto	W20 - W22	17	11,3
Corpo estranho	W44 - W45	12	8
Agressão	X85 - Y09	6	4
Contato com vidro	W25	4	2,7
Exposição à corrente elétrica	W85 - W87	4	2,7
Contato com fontes de calor	X10 - X19	2	1,3
Outros		6	4
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100</b>

Fonte: Rev. Esc. Minas vol.58 no.1

## 2.6 USINAS ASFÁLTICAS

Uma usina de asfalto é um conjunto de equipamentos mecânicos e eletrônicos interconectados de forma a produzir misturas asfáltica. Variam em capacidade de produção e princípios de proporcionamento dos componentes, podendo ser estacionárias ou móveis, gravimétricas ou continuas.

O Concreto betuminoso é produzido em usinas com várias capacidades de produção. Existindo dois tipos básicos:

- Usinas Descontínuas: que apresentam produção descontínua; gravimétrica.
- Usinas Contínuas: que apresentam produção contínua; as volumétricas e as TSM, Tambor Secador Misturador, Drum-Mixer.

A usina de asfalto analisada foi a TSM, figura 1.

A obtenção de uma mistura asfáltica envolve a associação de agregado com ligante asfáltico em proporções predeterminadas com o objetivo de produzir uma massa homogênea de acordo com especificações e critérios adotados.

Antes da mistura com o ligante asfáltico, o agregado deve ser composto na graduação especificada por meio de mistura de diferentes frações granulométricas. Se o ligante a ser misturado é um cimento asfáltico de petróleo, o agregado deve ser aquecido previamente para remoção de umidade e sua temperatura elevada para que seja possível o seu envolvimento pelo ligante asfáltico.

Esses procedimentos são realizados em instalações apropriadas conhecidas como usinas de asfalto, simplificação da designação, visto que se trata de usinas para a produção de misturas asfálticas a quente. Caso o ligante utilizado seja emulsão asfáltica, as usinas são para misturas a frio.

O objetivo básico das usinas de asfalto é proporcionar de forma adequada a mistura de difrações de agregados, aquecer essa mistura e o ligante asfáltico e misturar todos esses materiais, produzindo misturas asfálticas dentro das características especificadas.



Figura 1 - Usina asfáltica estacionária, local da pesquisa de campo.

Fonte: Arquivo próprio



Figura 2 - Usina asfáltica móvel

Fonte: Arquivo próprio

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo há o processo utilizado na usina de asfalto e o método utilizado para o gerenciamento de riscos mecânicos observados na usina asfáltica.

#### 3.1 MATERIAIS

O processo de produção na usina asfáltica obedece ao fluxograma, figura 3 e ao esquema geral, figura 4, abaixo:

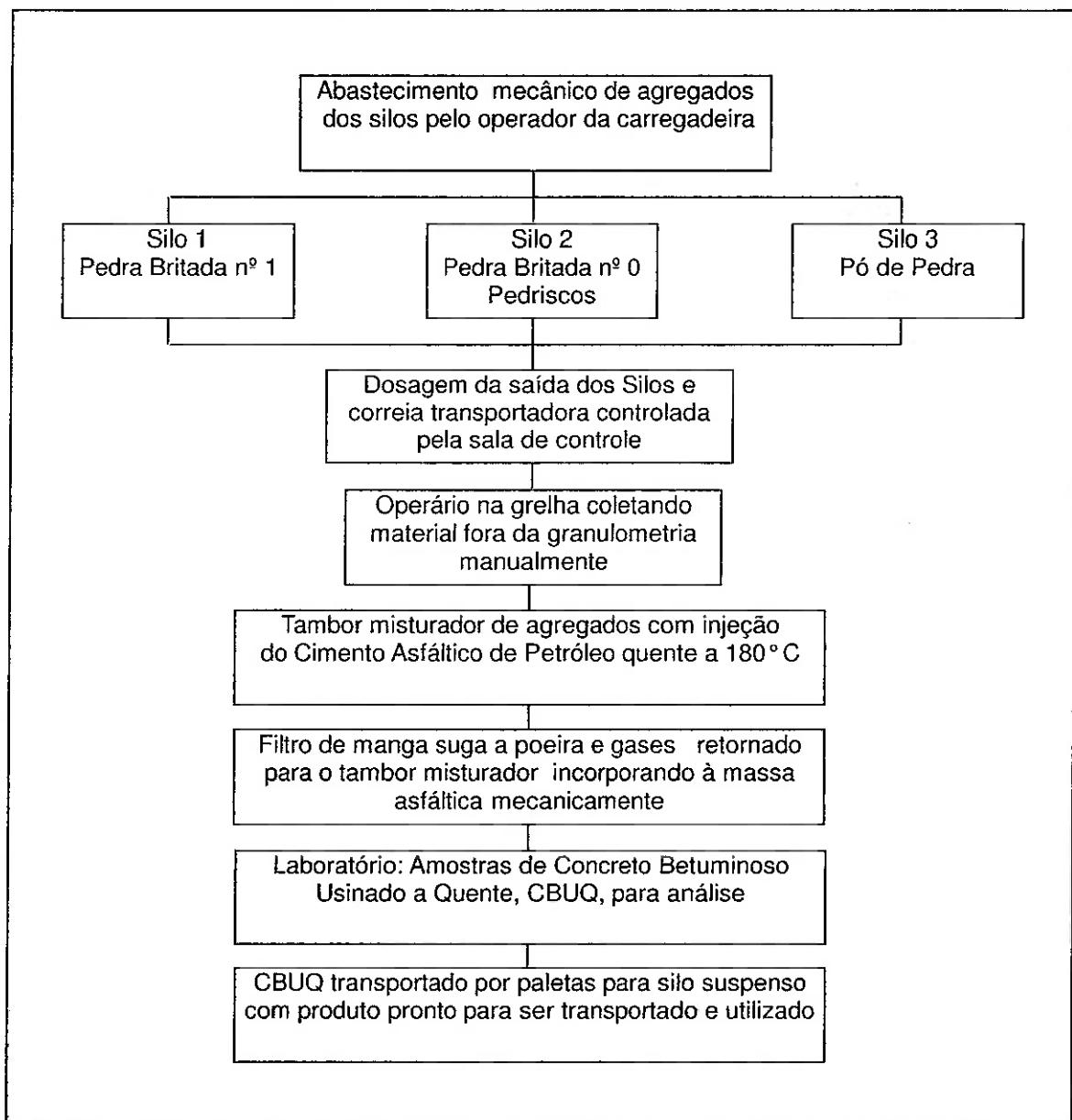


Figura 3 - Fluxograma do processo

Fonte: Arquivo próprio

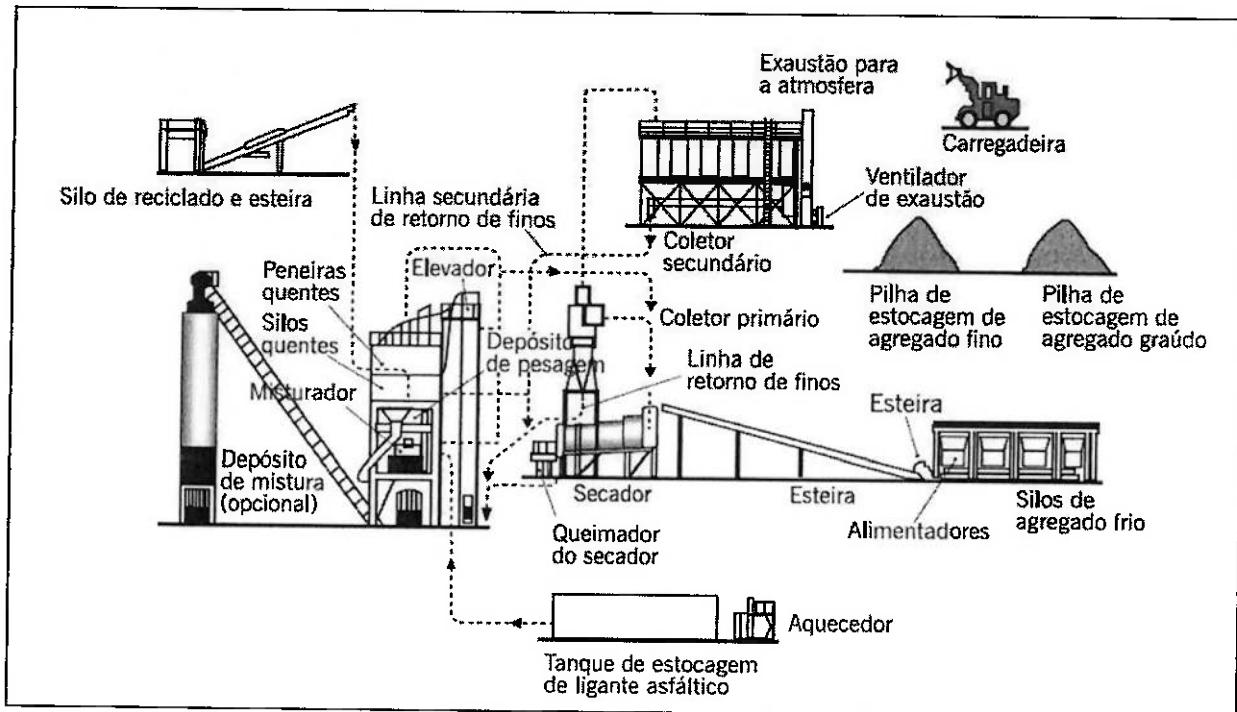


Figura 4 - Esquema de funcionamento

Fonte: Arquivo próprio

### 3.2 MÉTODO

A metodologia adotada é a metodologia da Análise Preliminar de Risco, APR com modificações. A metodologia usada foi:

- A. Análise do fluxograma do processo.
- B. Separar as fases do processo com operador para observação.
- C. Observação das tarefas realizadas pelos operadores com registro fotográfico.
- E. Determinação do risco em relação a cada tarefa.
- F. Será aplicado o método Análise Preliminar de Risco para avaliação e classificação dos riscos.
- G. Serão feitas recomendações para minimizar os riscos.

## 4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Neste capítulo serão expostos os resultados da aplicação da metodologia.

### 4.1 TAREFAS COM OPERADOR

Após a análise do fluxograma e separação das fases com operador, as tarefas realizadas por operador são:

- Abastecimento mecânico de agregados dos silos pelo operador da carregadeira.
- Dosagem da saída dos Silos e correia transportadora controlada pela sala de controle.
- Operário na grelha coletando material fora da granulometria manualmente.
- Análise de amostras de Concreto Betuminoso Usinado a Quente, CBUQ.
- Manutenção da usina.

### 4.2 OBSERVAÇÃO DAS TAREFAS REALIZADAS PELOS OPERADORES COM REGISTRO FOTOGRÁFICO E IDENTIFICAÇÃO DE RISCO

#### 4.2.1 Abastecimento mecânico de agregados dos silos



Figura 5 - Carregadeira para abastecimento dos silos  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 6 - Entrada dos silos

Fonte: Arquivo próprio



Figura 7 - Abastecimento dos silos

Fonte: Arquivo próprio



Figura 8 - Operador e carregadeira

Fonte: Arquivo próprio

As figuras 5,6,7 e 8 mostram o processo de carregamento dos silos e os riscos do operador desta tarefa.

#### 4.2.1.1 Riscos mecânicos identificados

- Queda em altura: queda do equipamento no desnível lateral, figura 4
- Esmagamento: atropelamento
- Golpe: Tombamento do veículo

#### 4.2.2 Sala de controle da usina



Figura 9 - Sala de Controle  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 10 - Sala de Controle II  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 11 - Painéis de Controle  
Fonte: Arquivo próprio

As figuras de 9 a 11 mostram um ambiente fechado e climatizado onde não há muitos riscos mecânicos.

#### 4.2.2.1 Riscos mecânicos identificados

- Queda ao mesmo nível: queda

#### 4.2.3 Correia transportadora.



Figura 12 - Operário na correia coletando manualmente material fora da granulometria  
Fonte: Arquivo próprio

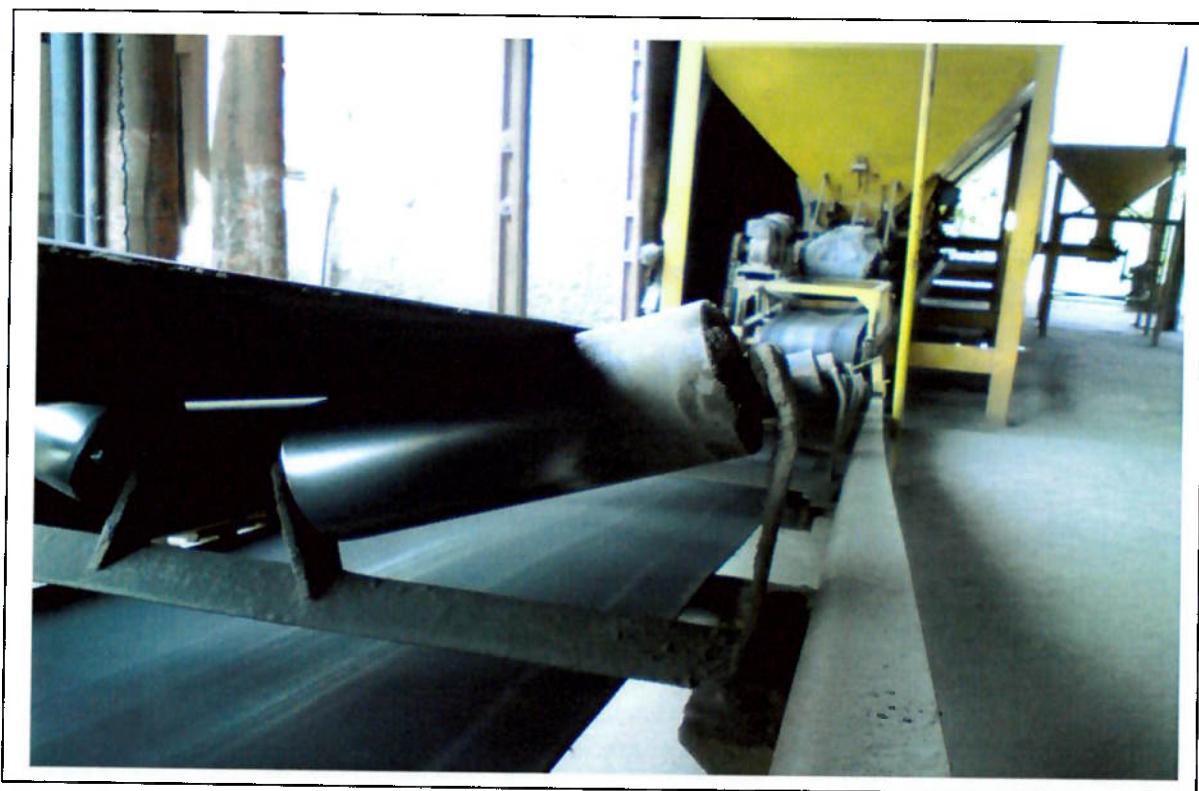


Figura 13 - Correia transportadora I  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 14 - Correia transportadora II  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 15 - Correia transportadora III  
Fonte: Arquivo próprio

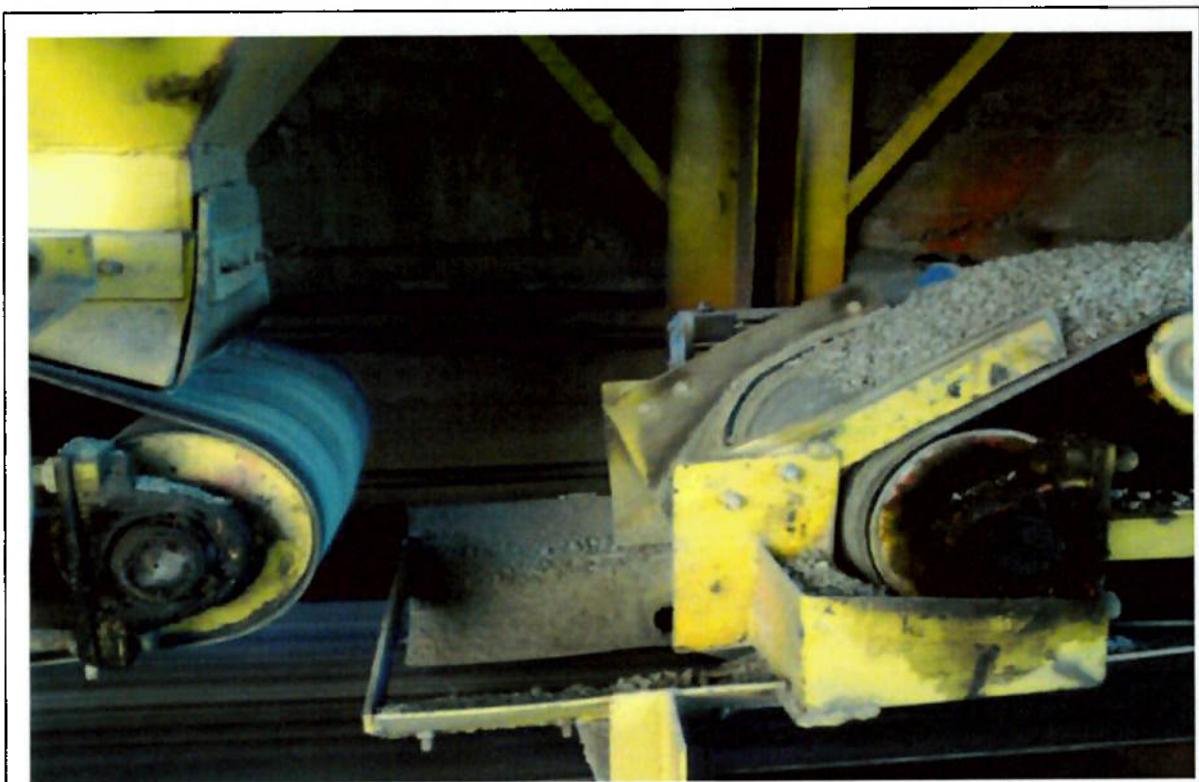


Figura 16 - Correia transportadora IV  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 17 - Operador em situação perigosa I  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 18 - Operador em situação perigosa II

Fonte: Arquivo próprio

As figuras de 12 a 18 mostram os altos riscos de acidente na correia transportadora. As figuras de 13 a 18 mostram pontos de compressão de entrada sem nenhum tipo de barreira. A figura 12 mostra o trabalho manual de pegar material fora da granulometria.

#### 4.2.3.1 Riscos mecânicos identificados

- Queda ao mesmo nível: queda
- Esmagamentos: contato com as partes moveis
- Choques mecânicos: contato com as bordas da correia e choque dos pés com objetos fixos e móveis.
- Projeção de Objetos: Projeção de particulados nos olhos

#### 4.2.3.2 Acidentes recentes

- Esmagamento: Operário sofreu acidente grave perdendo parte dos movimentos do braço direito.

#### 4.2.4 Laboratório de análise



Figura 19 - Análise de amostras de Concreto Betuminoso Usinado a Quente  
Fonte: Arquivo próprio

A figura 19 mostra um ambiente fechado e climatizado onde há poucos riscos mecânicos.

##### 4.2.4.1 Riscos mecânicos identificados

- Queda ao mesmo nível: queda
- Cortes: acidente com material pêrfuro-cortante

#### 4.2.5 Manutenção da usina



Figura 20 - Parte móvel protegida  
Fonte: Arquivo próprio

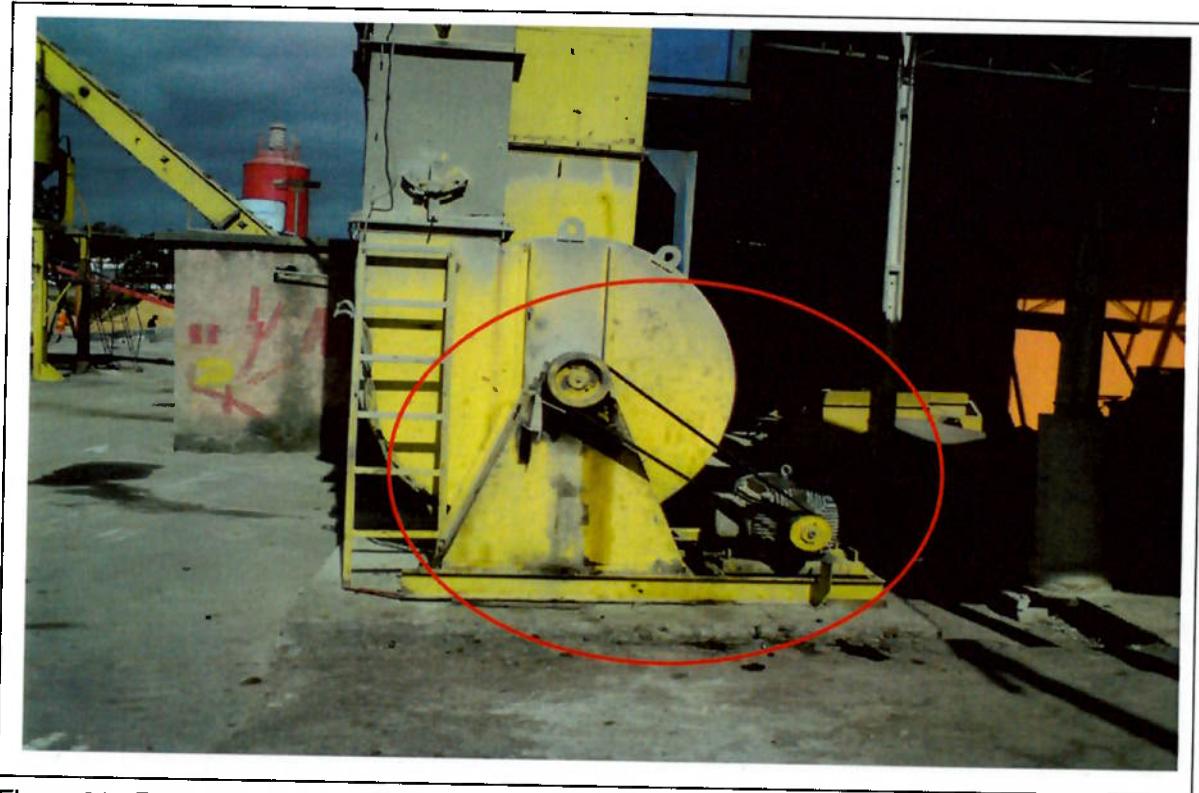


Figura 21 - Proteção retirada para manutenção  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 22 - Proteção retirada para manutenção II  
Fonte: Arquivo próprio

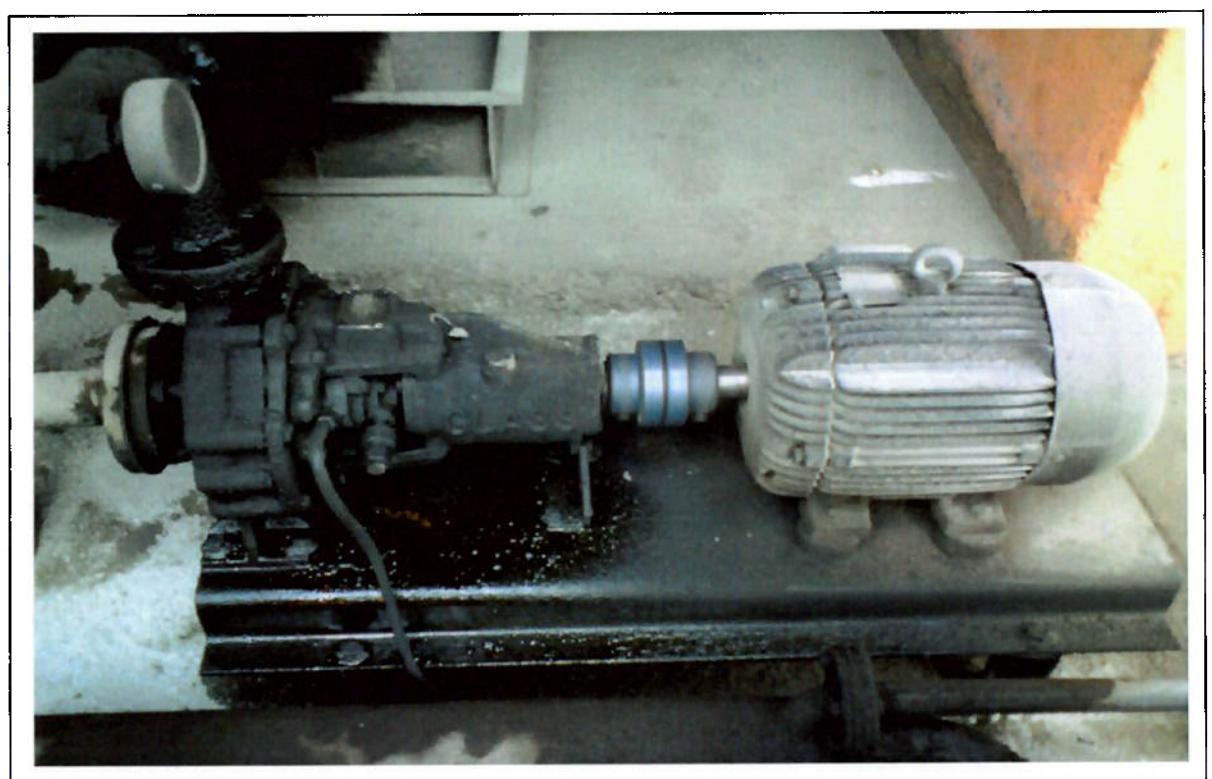


Figura 23 - Transmissão de movimento sem proteção I  
Fonte: Arquivo próprio



Figura 24 - Tambor Secador Misturador  
Fonte: Arquivo próprio

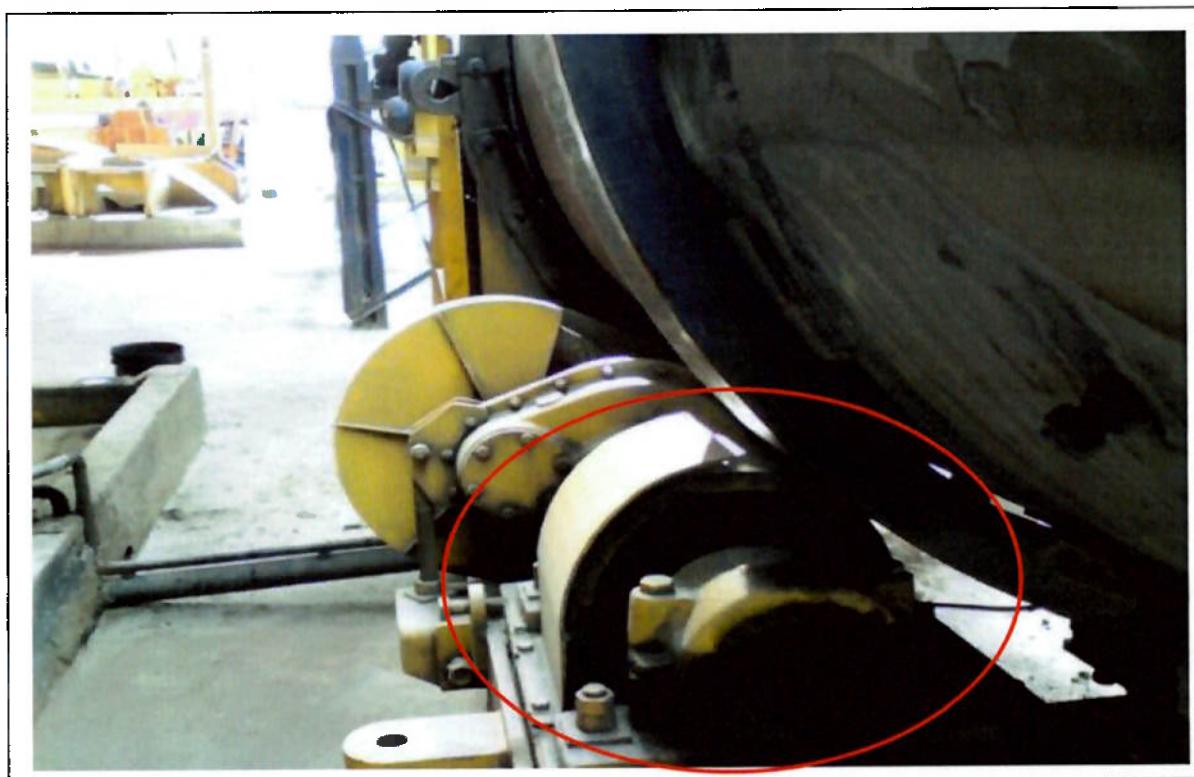


Figura 25 - Transmissão de movimento protegida  
Fonte: Arquivo próprio

As figuras de 20 à 25 mostram pontos de compressão de entrada que eventualmente são deixados desprotegidos após manutenção.

#### 4.2.5.1 Ferramentas manuais utilizadas para manutenção mecânica da usina

Martelo, Arco de serra, Lima, Alavanca, Enxada, Pá, Chaves, Alicates, Lixadeira.

#### 4.2.5.2 Riscos mecânicos identificados

- Queda ao mesmo nível: Queda por peças no chão ou chão irregular
- Esmagamentos: Manutenção com equipamento ligado
- Choques mecânico: Choque dos pés com objetos fixos e móveis.
- Golpes: Acidentes com ferramentas como martelo, alavanca, enxada, pá ou bater a cabeça contra partes fixas do equipamento.
- Cortes: Acidentes com ferramentas como lixadeira, arco de serra, lima, enxada.
- Projeção de Objetos: Uso indevido de ferramenta que não é alavanca como alavanca, projeção de lascas durante a manutenção.

### 4.3 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

#### 4.3.1 Avaliação de frequência e severidade para a APR modificada

##### 4.3.1.1 Frequência

- Extremamente remota (1): Extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
- Remota (2): Possibilidade de ocorrência em períodos superiores a 10 anos.
- Improvável (3): Possibilidade de ocorrência superiores a 1 ano e inferiores a 10 anos. Existem meios de controle e proteção efetivos.
- Provável (4): Possibilidade de ocorrência em períodos superiores a 01 mês e inferiores a 01 ano. Meios de controle e proteção necessitam de melhorias.
- Frequente (5): Os eventos ocorrerão ao menos uma vez por mês.

#### 4.3.1.2 Severidade

- Muito baixa (1): Eventuais escoriações com tratamento ambulatorial. Sem danos aos equipamentos. Perdas não significativas na produção. Sem impactos ambientais.
- Baixa (2): Lesões com afastamento do trabalho, menos que 15 dias. Danos leves aos equipamentos. Redução significativa na produção, duração de dias. Impacto com danos ao ecossistema pouco significativo, sem comprometimento de seus componentes e/ou baixa contaminação dos mesmos, restrito ao site. Atenuação natural dos efeitos ou com interferência técnica. Resíduos Não Perigosos.
- Moderada (3): Lesões graves. Danos severos ao equipamento. Parada temporária e parcial, dias ou semanas. Impacto com danos ao ecossistema de médio comprometimento, um ou mais de seus componentes e/ou contaminação parcial dos mesmos, podendo atingir áreas externas ao site com possibilidade de efeito sobre a saúde da população. Resíduos Perigosos.
- Alta (4): Lesões irreversíveis ou com vítimas fatais. Perda de equipamentos. Perda total da planta. Perda total da produção. Impacto com danos ao ecossistema altamente significativo. Sem atenuação dos efeitos e/ou uso de ação compensatória. Resíduos Classe 1 e substâncias reconhecidamente perigosas. Significativo impacto para a continuidade do negócio.

#### 4.3.1.3 Matriz para classificação do Risco

**Tabela 1 – Matriz para classificação do Risco**

		FREQUÊNCIA				
		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20

Fonte: PECE/USP, 2009

Legenda:

- 1-3: Risco sob controle
- 4-6: Risco baixo
- 8-10: Risco moderado
- 12: Risco sério
- 15-20: Risco crítico

#### 4.3.2 Classificação dos riscos

##### 4.3.2.1 Riscos mecânicos com a pá carregadeira

**Tabela 2 – Classificação de risco para a pá carregadeira**

Risco	Severidade	Frequência	Classificação
Queda em altura	4	3	Risco sério
Esmagamento	4	3	Risco sério
Golpe	3	3	Risco moderado

##### 4.3.2.2 Riscos mecânicos na Sala de Controle

**Tabela 3 – Classificação de risco para a sala de controle**

Risco	Severidade	Frequência	Classificação
Queda ao mesmo nível	1	3	Risco sob controle

#### 4.3.2.3 Riscos mecânicos na correia transportadora

**Tabela 4 – Classificação de risco para a correia transportadora**

Risco	Severidade	Frequência	Classificação
Queda ao mesmo nível	1	4	Risco baixo
Esmagamento	4	4	Risco crítico
Choque mecânico	2	4	Risco moderado
Projeção de Objeto	1	4	Risco baixo

#### 4.3.2.4 Riscos mecânicos no laboratório de análise de CBUQ

**Tabela 5 – Classificação de risco para o laboratório de análise de CBUQ**

Risco	Severidade	Frequência	Classificação
Queda ao mesmo nível	1	4	Risco baixo
Corte	1	4	Risco baixo

#### 4.3.2.5 Riscos mecânicos na manutenção da usina

**Tabela 6 – Classificação de risco para a manutenção da usina**

Risco	Severidade	Frequência	Classificação
Queda ao mesmo nível	1	3	Risco sob controle
Esmagamentos	4	3	Risco sério
Choque mecânico	2	4	Risco moderado
Golpes	2	3	Risco baixo
Cortes	2	3	Risco baixo

## 4.4 RECOMENDAÇÕES PARA MINIMIZAR OS RISCOS

Somente para os riscos classificados como “Risco moderado”, “Risco sério” e “Risco crítico” serão propostas medidas de intervenção. Para os riscos “sob controle” e “Risco baixo” há propostas na planilha da APR. Sendo que as primeiras medidas de intervenção a serem realizadas devem ser para os riscos críticos, depois para os riscos sérios e depois para os riscos moderados.

### 4.4.1 Riscos mecânicos com a pá carregadeira

#### 4.4.1.1 Falta de habilitação

Segundo a NR 11, que tem força de lei, os seguintes itens devem ser praticados:

- Nos equipamentos de transporte, com força motriz própria, o operador deverá receber treinamento específico, dado pela empresa, que o habilitará nessa função.
- Os operadores de equipamentos de transporte motorizado deverão ser habilitados e só poderão dirigir se durante o horário de trabalho se portarem um cartão de identificação, com o nome e fotografia, em lugar visível.
- O cartão terá a validade de 1 (um) ano, salvo imprevisto, e, para a revalidação, o empregado deverá passar por exame de saúde completo, por conta do empregador.

#### 4.4.1.2 Falta de sinal de advertência e manutenção

Segundo a NR 11, que tem força de lei, os seguintes itens devem ser praticados:

- Os equipamentos de transporte motorizados deverão possuir sinal de advertência sonora (buzina).
- Todos os transportadores industriais serão permanentemente inspecionados e as peças defeituosas, ou que apresentem deficiências, deverão ser imediatamente substituídas.

#### 4.4.1.3 Queda em altura

A. Medida de engenharia: Instalar um guard rail, proteção com trilho lateral, como Equipamento de Proteção Coletiva, EPC, para evitar ou reduzir a possibilidade da queda do equipamento em caso de descontrole ou pane.

#### 4.4.1.4 Esmagamento

O esmagamento pode ocorrer tanto para o operador como para transeunte.

##### A. Medidas administrativas:

- Não será permitida a presença de transeunte no local de abastecimento dos silos. Caso haja presença de transeunte a pá carregadeira deve parar sua operação até a saída do transeunte. Fixação de sinalização de aviso proibindo a presença de transeunte no local de operação da pá carregadeira.
- O operador só poderá operar o equipamento utilizando cinto de segurança.
- Quando o equipamento estiver parado a Pá deverá estar descarregada e abaixada.
- O equipamento só poderá ser estacionado em local plano e com freio acionado.
- Não será permitido a presença de pessoas como carona ou na Pá do equipamento.

#### 4.4.1.5 Golpe

O centro de gravidade do equipamento “Pá carregadeira” é alto o que facilita o seu tombamento.

A. Medida administrativa: O equipamento vai operar com 60% da capacidade total de carga para que ao fazer movimentos laterais o equipamento não tombe.

B. Medida de engenharia: Calcular em pedras, pedriscos e pó de pedra se a capacidade do equipamento não está acima dos 60% da capacidade total de carga. Se afirmativo diminuir o volume de material transportado.

#### **4.4.2 Riscos mecânicos na correia transportadora**

Segundo NR-12, que tem força de lei, o seguinte item deve ser praticado:

- As máquinas e os equipamentos devem ter suas transmissões de força enclausurada dentro de sua estrutura ou devidamente isolada pôr anteparos adequados.

##### **4.4.2.1 Esmagamento**

O esmagamento acontece com o contato do corpo humano com os pontos de compressão de entrada. O operador tem contato com a correia transportadora porque realiza um trabalho manual de controle de granulometria.

###### **A. Medidas administrativas:**

- Adquirindo material de um fornecedor que tenha qualidade granulométrica.
- Transporte e armazenamento adequado sem contaminar os agregados.
- Fiscalizar se as barreiras que isolam os pontos de compressão de entrada não foram retiradas para limpeza, lubrificação ou reparo do equipamento.

###### **B. Medidas de engenharia:**

- Instalar uma barreira para que o braço do operador não seja esmagado entre a correia transportadora e a grelha, figura 14.
- Instalar barreiras ou enclausurar os pontos de transmissões de força que não possuam anteparos.

#### 4.4.2.2 Choque mecânico

O choque mecânico acontece quando o operador bate o pé contra um objeto ou uma estrutura fixa ou quando encosta a mão na lateral da correia transportadora. Como não há uma medida administrativa ou um EPC para proteger os operadores deste risco frequente, adota-se os Equipamentos de Proteção Individual, EPI.

Segundo NR-6, que tem força de lei, os seguintes itens devem ser praticados:

- A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho.
- Luva de segurança para proteção das mãos contra agentes abrasivos e escoriantes.
- Calçado de segurança para proteção dos pés contra agentes cortantes e escoriantes.

##### A. Equipamento de proteção individual:

- Luva de segurança contra agentes abrasivos e escoriantes.
- Calçado de segurança contra agentes cortantes e escoriantes.

#### 4.4.3 Riscos mecânicos na manutenção da usina

Segundo a NR-12 a manutenção de máquinas e equipamentos deve obedecer aos seguintes itens:

- Os reparos, a limpeza, os ajustes e a inspeção somente podem ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à sua realização.
- A manutenção e inspeção somente podem ser executadas por pessoas devidamente credenciadas pela empresa.

- A manutenção e inspeção das máquinas e dos equipamentos devem ser feitas de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante e/ou de acordo com as normas técnicas oficiais vigentes no País.
- Nas áreas de trabalho com máquinas e equipamentos devem permanecer apenas o operador e as pessoas autorizadas.
- Os operadores não podem se afastar das áreas de controle das máquinas sob sua responsabilidade, quando em funcionamento.
- Nas paradas temporárias ou prolongadas, os operadores devem colocar os controles em posição neutra, acionar os freios e adotar outras medidas, com o objetivo de eliminar riscos provenientes de deslocamentos.

#### 4.4.3.1 Esmagamento

O esmagamento na manutenção acontece quando o operador da manutenção realiza sua tarefa com equipamento ligado e tem contato do seu corpo com os pontos de compressão de entrada.

##### A. Medidas administrativas:

- Não será permitida a manutenção de máquinas e equipamentos ligados, salvo se não houver outra possibilidade.
- O operador do equipamento deve acompanhar a manutenção.
- As barreiras de proteção devem ser obrigatoriamente recolocadas ao final da manutenção.

#### 4.4.3.2 Choque mecânico

O choque mecânico acontece quando o operador da manutenção bate o pé contra um objeto ou uma estrutura fixa.

##### A. Equipamento de proteção individual:

- Calçado de segurança contra agentes cortantes e escoriantes.

#### 4.5 DISCUSSÃO

O gerenciamento de riscos é uma forma de priorizar os riscos provavelmente mais graves em relação aos provavelmente menos graves.

Isto acontece devido à natureza do risco. A probabilidade de acidente grave em um risco crítico é grande. A probabilidade de um acidente grave em um risco baixo é pequena. Mas existe uma pequena possibilidade de um acidente grave em um risco baixo.

No caso da usina de asfalto, os lugares que apresentam riscos baixos são o laboratório de análise de CBUQ e a sala de controle. O risco de acidente mecânico nestes lugares é de uma queda no mesmo nível.

O gerenciamento de riscos deve direcionar o plano de ação. Começando com os riscos críticos e indo até os riscos baixos com o objetivo de eliminar ou reduzir significativamente a probabilidade de acidente.

## CONCLUSÕES

Foram identificados e avaliados os riscos mecânicos da usina de asfalto estudada. Os principais foram queda em altura e esmagamento. O risco de esmagamento ocorre com frequência e a severidade é grave. O risco de queda em altura ainda não ocorreu, mas a severidade é grave.

Para o risco de esmagamento foram recomendados a instalação de barreiras nos pontos de compressão de entrada e a permanência destas barreiras após a manutenção. Para o risco de queda em altura foi recomendado a instalação de um trilho horizontal, guardrail, como equipamento de proteção coletiva.

## REFERÊNCIAS

BERNUCCI, LIEDI BARIANI. **Pavimentação Asfáltica:** Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras, 2006. 156 p.

BRASIL. Segurança e Medicina do Trabalho, Lei n. 6.514, de 22 de dezembro de 1977. **Norma Regulamentadora 6:** NR 6. Aprovada pela Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. 2007, 14 p.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora 9:** NR 9. Aprovada pela Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. 2007, 9 p.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora 11:** NR 11. Aprovada pela Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. 2007, 9 p.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora 12:** NR 12. Aprovada pela Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. 2007, 8 p.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora 18:** NR 18. Aprovada pela Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. 1995, 53 p.

KOLLURU, R. **Risk Assessment and Management:** a Unified Approach. In: Kolluru, R.; Bartell, S.; Pitblado, R.; Stricoff, S. Risk Assessment and Management and book: for Environmental, Health and Safety Professionals. Boston, Massachusetts: Mc Graw Hill, 1996, 688 p.

MICHAELIS. **Dicionário de Português.** UOL, 2002.

PECE-USP. **Gerenciamento de Riscos.** São Paulo: Epusp, 2009. 108 p. Material complementar do Prof. Dr. Guglielmo Taralli para a disciplina de pós-graduação do Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho. eST-701 – Gerencia de Riscos.

PECE-USP. **Prevenção e Controle de Riscos em Máquinas Parte A.** São Paulo: Epusp, 2008. 345 p. Apostila para a disciplina de pós-graduação do Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho. eST - 401 / 06 - A. Prevenção e controle de riscos em máquinas, equipamentos e instalações. Parte A.

PECE-USP. **Prevenção e Controle de Riscos em Máquinas Parte B.** São Paulo: Epusp, 2009. 51 p. Apostila para a disciplina de pós-graduação do Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho. eST - 401 / 06 – B. Prevenção e controle de riscos em máquinas, equipamentos e instalações. Parte B.

SANDERS, M.S.; McCORMICK, E. J. **Human Error, Accidents, and Safety.** In: SANDERS, M.S.; McCORMICK, E. J. Human Factors in Engineering and Design. 7<sup>a</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1993. chap. 20, p. 655.

SHINAR, D., GURION, B.; FLASCHER, O. M. **The Perceptual Determinants of Workplace Hazards.** Proceedings of the Human Factors Society: 35th Annual Meeting, San Francisco, California: v.2, 1991, p. 1095.

## ANEXO – Planilha da Análise Preliminar de Risco

Resultado da Análise e Gestão de riscos mecânicos I

Análise Preliminar de Riscos - APR									
Empresário:			Setor: Risco Mecânico na Usina de asfalto			Rev.: 1			
Unidade:			Equipamento / Nro:			Data: 06/07/10			
Item	Equipamento/ Unidade	Desvio	Causa do desvio	Efeito/Consequência	Observações e Recomendações	Severidade	Probabilidade	Risco Residual	Responsável
1	Riscos mecânicos com a pás carregadeira	Queda em altura	Pane no freio da pá carregadeira	Lesões irreversíveis ou com vítimas fatais. Perda de equipamento.	Usar guard rail no desnível	4	3	12	Maintençao / segurança do trabalho / Produção /
			Mal Súbito	Lesões irreversíveis ou com vítimas fatais. Perda de equipamento.	Usar guard rail no desnível	4	3	12	Maintençao / segurança do trabalho / Produção /
			Distração	Lesões irreversíveis ou com vítimas fatais. Perda de equipamento.	Usar guard rail no desnível	4	3	12	Maintençao / segurança do trabalho / Produção /
		Atropelamento condutor	Atropelamento condutor	Lesões irreversíveis ou com vítimas fatais	Usar cinto de segurança	4	3	12	Segurança do trabalho / produção /
			Atropelamento transeunte	Lesões irreversíveis ou com vítimas fatais	Proibir movimentação do equipamento perante o transeunte	4	3	12	Segurança do trabalho / produção /
			Golpe	Tombamento do veículo	Lesões graves	Usar cinto de segurança e utilizar 60% da capacidade máxima de carga	3	3	9
		2	Objeto no piso	Eventuais escorregiões com tratamento ambulatorial	Implantar 5S, diálogos de segurança focados em atenção ao andar	1	3	3	Segurança do trabalho / produção /
			Piso escorregadio	Eventuais escorregiões com tratamento ambulatorial	Identificar a área quando necessário isolá-la e alertar aos circulantes	1	3	3	Segurança do trabalho / produção /
			Mal Súbito	Eventuais escorregiões com tratamento ambulatorial	Canal aberto para comunicação referentes a mal estar	1	3	3	Segurança do trabalho /

**Resultado da Análise e Gestão de riscos mecânicos II**

Análise Preliminar de Riscos - APR									
Empresa:			Setor: Risco Mecânico na Usina de asfalto			Rev.: 1			
Unidade: Equipamento/ Linha		Item Desvio	Causa do desvio	Equipamento / N°:		Data: 06/07/10	Rev.: 1		
Observações e Recomendações	Efeito/Consequência	Severidade	Probabilidade	Risco Residual	Responsável	Prazo			
Implantar 5'S, diálogos de segurança focados em atenção ao andar	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	1	3	3	3	3	qualidade / produção / Segurança do trabalho		
Identificar a área quando necessário, isolar e alertar os circulantes	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	1	3	3	3	3	qualidade / produção / Segurança do trabalho		
Canal aberto para comunicação referentes a mal estar	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	1	3	3	3	3	qualidade / produção / Segurança do trabalho		
Fixação de barreiras nos portos de compressão da entrada	Lesões irreversíveis ou com vítimas fatais	4	4	16	4	4	qualidade / produção / Segurança do trabalho		
Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	Contato do corpo humano com os pontos de compressão de entrada	1	4	4	4	4	qualidade / produção / Segurança do trabalho		
Uso de luva de segurança	Colisão das mãos na lateral da correia transportadora	1	4	4	4	4	qualidade / produção / Segurança do trabalho		
Uso de sapato de segurança	Colisão da falange dos dedos do pé contra objetos ou pontos fixos	2	4	8	4	4	qualidade / produção / Segurança do trabalho		
Uso de óculos de segurança	Projecção de agregados da correia transportadora	1	4	4	4	4	qualidade / produção / Segurança do trabalho		

**Resultado da Análise e Gestão de riscos mecânicos III**

Análise Preliminar de Riscos - APR							
Setor:		Unidade:		Empresa:			
Item	Equipamento/ Linha	Causa do desvio	Equipamento / Nô:	Data:	06/07/10	Rev.: 1	Data:
4	Riscos mecânicos no laboratório de análise de CBUQ	Queda de mesmo nível	Objetos no piso	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	Implantar 5S, diálogos de segurança focados em atenção ao andar	1	3
			Piso escorregadio	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	Identificar a área quando necessário, isolar e alertar os circulantes	1	3
			Mal Súbito	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	Canal aberto para comunicação referentes a mal estar	1	3
			Objetos no piso	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	Implantar 5S, diálogos de segurança focados em atenção ao andar	1	3
		Queda de mesmo nível	Piso escorregadio	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	Identificar a área quando necessário, isolar e alertar os circulantes	1	3
			Mal Súbito	Eventuais escorições com tratamento ambulatorial	Canal aberto para comunicação referentes a mal estar	1	3
5	Riscos mecânicos com a manutenção da usina	Contato do corpo humano com os pontos de compressão de entrada	Lesões irreversíveis ou com vitórias fatais	Fixação de barreiras nos pontos de compressão de entrada	4	4	16
		Choque mecânico Esmagamento	Colidão da falange dos dedos do pé contra objetos ou pontos fixos	Lesões com afastamento do trabalho (menos que 15 dias)	Uso de sapato de segurança	2	4
		Golpes	Acidentes com ferramentas manuais	Lesões com afastamento do trabalho (menos que 15 dias)	Diálogos de segurança focados na utilização de ferramentas adequadas	2	3
		Cortes	Acidentes com ferramentas manuais	Lesões com afastamento do trabalho (menos que 15 dias)	Diálogos de segurança focados no cuidado com ferramentas de corte	2	3