

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

NÁTALI SAAVEDRA FLORERO

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS NOS
PROCESSOS DA FABRICAÇÃO DE MISTURA ASFÁLTICA A
QUENTE**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2014**

NÁTALI SAAVEDRA FLORERO

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS NOS
PROCESSOS DA FABRICAÇÃO DE MISTURA ASFÁLTICA A
QUENTE**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Massayuki Mário Hara, M.Eng.

CURITIBA
2014

NÁTALI SAAVEDRA FLORERO

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS NOS
PROCESSOS DA FABRICAÇÃO DE MISTURA ASFÁLTICA A
QUENTE**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara (Orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

DEDICATÓRIA

À DEUS que orienta e ilumina todos os passos de
minha vida.

À meu esposo e meu filho que incondicionalmente
permanecem a meu lado a cada passo.

“O sábio antevê o perigo e protege-se, mas os imprudentes passam e sofrem as
consequências” (Provérbios 22:3)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo identificar os riscos referentes ao processo de fabricação de misturas asfálticas a quente, que são utilizadas como camada de revestimento em vias urbanas e rodovias, destinadas a resistir os esforços provenientes do tráfego, transmiti-los as camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento e melhorar as condições de rolamento. As vias de acesso as cidades e as áreas de ocupação são implementadas continuamente e a recuperação das mesmas fazem parte do cotidiano das obrigações municipais, estaduais e federais através de órgãos pertinentes. Por isso, as atividades que estão interligadas para a realização do produto final precisam ser monitoradas, pois não justifica o desenvolvimento e progresso de nenhum setor a custas da saúde e segurança das pessoas que os executa. Portanto, a fabricação de misturas asfálticas, necessário para pavimentação flexível, deve ser monitorada já que existe exposição dos trabalhadores às emissões de gases e vapores do asfalto entre outros riscos prejudiciais à saúde humana. Para esse estudo, foi tomado como base os equipamentos e métodos utilizados por uma empresa localizada na região Metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná e a identificação dos possíveis riscos, foi realizada através da técnica de gerenciamento de Riscos APR (Análise Preliminar de Riscos), para as atividades que integram o processo de fabricação de mistura asfáltica a quente. Ao finalizar este trabalho concluiu-se que são vários os riscos existentes de caráter ergonômico, físico, químico e acidental e, alguns são considerados muito graves, principalmente pelo manuseio do ligante asfáltico à elevada temperatura, com a necessidade de tomadas de decisões imediatas para a minimização ou eliminação destes riscos. Para fins deste trabalho estas atividades compreende desde o armazenamento do material britado até o carregamento do produto final a seu destino.

Palavras-chave: Análise Preliminar de Risco; APR; Riscos; Usina de Asfalto.

ABSTRACT

This study aims to identify the risks related to the manufacturing of asphalt mixes hot process, which are used as a coating layer on urban roads and highways, designed to resist the efforts from the traffic, passing them the lower layers, waterproof the pavement and improve the bearing. The pathways of access of the cities and areas of occupation are continually implemented and the recovery of the same part of the daily life of local, state and federal obligations by relevant organization. Therefore, the activities that are linked to the achievement of the final product need to be monitored because not justify the development and progress of any sector at the expense of the health and safety of people who run them. Therefore, the manufacture of asphalt mixtures, need for flexible paving, should be monitored because there is worker exposure to emissions of gases and vapors from asphalt and other harmful to human health risks. For this study , was taken as a basis the equipment and methods used by a company located in the metropolitan region of Curitiba , state of Paraná and the identification of possible risks , was performed using the technique of managing risks APR (Preliminar Hazard Analysis) for activities that are part of the manufacturing process of hot mix asphalt . At the end of this work, it was concluded that there are several risks involved ergonomic, physical, chemical and accidental character, and some are considered very serious, especially for handling the asphalt binder at high temperature, with the need for immediate decisions taken for minimizing or eliminating these risks. For purposes of this study since these activities comprises storing the crushed material to the loading of the final product to its destination.

Keywords: Preliminar Hazard Analysis; APR; Risk; Asphalt Plant.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de temperaturas de estocagem e usinagem de alguns ligantes asfálticos e do agregado	27
Tabela 2 – Temperatura máxima de estocagem	28
Tabela 3 – Dimensões nominais das peneiras	38
Tabela 4 – Classificação de faixa asfáltica - DNIT	41
Tabela 5 – Classificação de faixa asfáltica - DER.....	42
Tabela 6 – Categoria de Frequência	54
Tabela 7 – Categorias de Consequência (Continua).....	54
Tabela 8 – Riscos resultantes de Frequências e Consequências	55
Tabela 9 – Categorias de risco.....	56
Tabela 10 – Categorias de Frequência.....	57
Tabela 11 – Categorias de Consequência.	58
Tabela 12 – Riscos resultantes de Frequências e Consequências.....	59
Tabela 13 – Categorias de risco.....	59
Tabela 14 – Categorização de cores conforme sua prioridade	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Armazenamento dos agregados.....	26
Figura 2 – Inclinação do armazenamento dos agregados	27
Figura 3 – Silos Dosadores	29
Figura 4 – Corte transversal de um secador de fluxo paralelo.	30
Figura 5 – Corte transversal de um secador contra fluxo	30
Figura 6 – Corte transversal e longitudinal de um secador contra fluxo.	31
Figura 7 – Esquema ilustrativo do funcionamento do filtro de mangas.....	31
Figura 8 – Filtros de manga.....	32
Figura 9 – Liberação de ar Purificado do Filtro de Manga	32
Figura 10 – Transportador Helicoidal	32
Figura 11 – Esquema do interior do equipamento Saybolt-Furol de ensaio de viscosidade	35
Figura 12 – Esquema do ensaio de ponto de fulgor pelo vaso aberto de Cleveland e Modelo de equipamentos para o ensaio	36
Figura 13 – Equipamento manual de medida da penetração e Esquema do ensaio	36
Figura 14 – Análise por peneiramento	39
Figura 15 – Equipamentos para o ensaio de equivalente de areia e esquema da proveta com os materiais depositados para a leitura final.....	40
Figura 16 – Adição de asfalto aos agregados	44
Figura 17 – Homogeneização da mistura	44
Figura 18 – Colocação da mistura no molde	44
Figura 19 – Compactador de Marshall manual	45
Figura 20 – Compactador de Marshall Automático	45
Figura 21 – Dimensões padronizadas da base do compactador de Marshall	46
Figura 22 – Compactação da mistura com soquete de Marshall 75 golpes de cada lado.....	46
Figura 23 – Extração do corpo-de prova do molde	47
Figura 24 – Medidas das dimensões do corpo-de-prova	47
Figura 25 – Molde de Compressão.....	49
Figura 26 – Prensa de Marshall	49
Figura 27 – <i>Layout</i> do processo.....	61
Figura 28 – <i>Layout</i> do processo.....	62
Figura 29 – Circulação de Equipamentos Pesados.....	63
Figura 30 – Descarregamento de agregado	63

Figura 31 – Presença de Funcionários na área de armazenagem	64
Figura 32 – Umidificação das vias de circulação	64
Figura 33 – Funcionários descobrindo as pilhas de Agregados	65
Figura 34 – Funcionário cobrindo os silos	65
Figura 35 – Risco de Queda	66
Figura 36 – Funcionários amarrando a lona sem a presença de EPI	66
Figura 37 – Presença de arames para amarrar as lonas	67
Figura 38 – Tanque de Armazenamento	67
Figura 39 – Risco ergonômico	68
Figura 40 – Risco de altura.....	68
Figura 41 – Risco de queda de altura	69
Figura 42 – Risco de queda em altura	69
Figura 43 – Risco de queda de altura	70
Figura 44 – Risco físico, químico e ergonômico.....	71
Figura 45 – Risco de queimadura pela a mangueira.....	71
Figura 46 – Risco de queda, queimadura, ergonomia, gases e vapores orgânicos.....	72
Figura 47 – Silos Dosadores.....	76
Figura 48 – Abastecimentos dos Silos Dosadores através de pá-carregadeira.....	77
Figura 49 – Atividade com a necessidade da presença de trabalhadores na área de abastecimento dos silos.....	77
Figura 50 – Inclinação da rampa – Risco de Acidente - Tombamento.	78
Figura 51 – Fumos e vapores orgânicos	81
Figura 52 – Presença de caminhões na Área de Usinagem	82
Figura 53 – Correias Transportadoras	82
Figura 54 – Correia Transportadora	83
Figura 55 – Livre acesso à Correia Transportadora	83
Figura 56 – Silo de filer.....	84
Figura 57 – Risco de queda de altura, ergonômico e químico	84
Figura 58 – Acesso à cabine	85
Figura 59 – Acesso à Cabine	85
Figura 60 – Troca dos filtros de Manga - Risco ergonômico - Falta de EPI's.....	90
Figura 61 – Gaiola do Filtro de Manga – Falta de EPI	91
Figura 62 – Mangas	91
Figura 63 – Gaiolas e mangas.....	92

Figura 64 – Parte interna da Câmara dos Filtros de Manga	92
Figura 65 – Funcionário antes do ingresso na Câmara dos Filtros de Manga.....	93
Figura 66 – Funcionário no interior da Câmara dos Filtros de Manga.....	93
Figura 67 – Saída do funcionário da Câmara dos Filtros de Manga	94
Figura 68 – Funcionário sem o EPI adequado saindo da Câmara dos Filtros de Manga	94
Figura 69 – Manutenção do Secador	95
Figura 70 – Risco de acidentes e ergonômicos.....	95
Figura 71 – Caçamba preparada com cal.....	99
Figura 72 – Caçamba preparada com óleo	99
Figura 73 – Acesso à caçamba	100
Figura 74 – Preparação da caçamba com cal.....	100
Figura 75 – Uniformização da massa asfáltica – Risco físico e químico	101
Figura 76 – Uniformização e cobertura da caçamba	101
Figura 77 – Uniformização e cobertura da caçamba	102
Figura 78 – Uniformização e cobertura da caçamba	102
Figura 79 – Acesso ao tanque para coleta de amostra.....	105
Figura 80 – Riscos de Acidente, ergonômicos, químicos e físicos	106
Figura 81 – Coleta de Cimento Asfáltico de Petróleo – CAP	106
Figura 82 – Retirada da tampa do Viscosímetro de Saybolt Furol – Risco Físico.....	107
Figura 83 – Ensaio de Análise Granulométrica.....	108
Figura 84 – Ensaio de Análise Granulométrica.....	108
Figura 85 – Ensaio de Equivalente de Areia – Risco ergonômico e químico	109
Figura 86 – Compactador da mistura com soquete de Marshall – Risco de acidente e ergonômico pela altura padronizada do apoio	109
Figura 87 – Procedimento do ensaio Extração de Betume	110
Figura 88 – Medição de temperatura no caminhão	111
Figura 89 – Tipos de Termômetro	111

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – APR – ETAPA: ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA	73
QUADRO 2 – APR – ETAPA: ABASTECIMENTO DO SILO	79
QUADRO 3 – APR – ETAPA: USINAGEM – OPERAÇÃO	87
QUADRO 4 – APR – ETAPA: USINAGEM - MANUTENÇÃO	97
QUADRO 5 – APR – ETAPA: CARREGAMENTO DO CAMINHÃO	103
QUADRO 6 – APR – ETAPA: ENSAIOS DE LABORATÓRIO.....	112
QUADRO 7 – CONCLUSÕES DAS APR's	118

LISTA DE SIGLAS

- APR – Análise Preliminar dos Riscos
- EPI – Equipamento de Proteção Individual
- ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- PVC – Policloreto de Vinila
- NR – Norma Regulamentadora
- DRT – Delegacia Regional do Trabalho
- CLT – Consolidação de leis do Trabalho
- SESMT – Serviço Especializado em Engenharia e Medicina do Trabalho
- CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
- CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
- PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
- MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
- TWA – Time Weighted Average
- STEL – Short Term Exposure Limit
- CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo
- ROPS – (*Roll Over Protective Structure-Estrutura Protetora contra Capotamento*)
- FOPS – (*Falling Object Protective Structure – Estrutura com Proteção contra Quedas de Objetos*)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	OBJETIVOS	16
1.1.1.	Objetivo Geral	16
1.1.2.	Objetivos Específicos	16
1.2.	LIMITAÇÃO DA PESQUISA	17
1.3.	JUSTIFICATIVA	17
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1.	PROBLEMAS RELACIONADOS À FABRICAÇÃO DA MISTURAS ASFÁLTICA	18
2.1.1.	Exposição às emissões do Asfalto.....	18
2.1.2.	Exposição ao Tricloroetileno	20
2.1.3.	Exposição à sílica livre.....	21
2.1.4.	Exposição ao Hidróxido de Cálcio e Óxido de Cálcio (Cal).....	21
2.2.	NORMAS REGULAMENTADORAS	22
2.3.	ETAPAS DA FABRICAÇÃO DE MISTURA ASFÁLTICA USINADA A QUENTE	25
2.3.1.	Armazenagem da Matéria-prima.....	25
2.3.1.1.	Agregados.....	26
2.3.1.2.	Asfalto	27
2.3.2.	Abastecimento dos Silos Dosadores	28
2.3.3.	Usinagem.....	29
2.3.3.1.	Operação.....	29
2.3.3.2.	Manutenção	33
2.3.4.	Descarregamento da massa asfáltica ao caminhão.....	33
2.3.5.	Ensaio de Laboratório.....	34
2.3.5.1.	Ligante Asfáltico	34
2.3.5.1.1.	Ensaio de viscosidade Saybolt-Furol	34
2.3.5.1.2.	Ensaio do Ponto de fulgor	35
2.3.5.1.3.	Ensaio de penetração a 25°C.	36
2.3.5.1.4.	Ensaio de espuma	37
2.3.5.2.	Agregados.....	37
2.3.5.2.1.	Ensaio de granulometria do agregado	38
2.3.5.2.2.	Equivalente de areia	39

2.3.5.3.	Misturas Asfálticas a Quente	41
2.3.5.3.1.	Dosagem Marshall.....	42
2.3.5.3.2.	Extração de Betume	50
2.3.5.3.3.	Outros procedimentos	51
2.4.	MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO.....	51
2.5.	ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR).....	52
2.5.1.	Controle de riscos – Avaliação de Riscos	53
3.	METODOLOGIA	57
4.	ANÁLISES DOS RESULTADOS	61
4.1.	DIAGRAMA DO PROCESSO	61
4.1.1.	Armazenagem da matéria prima	62
4.1.2.	Abastecimento dos Silos Dosadores	76
4.1.3.	Usinagem.....	81
4.1.3.1.	Operação.....	81
4.1.3.2.	Manutenção	90
4.1.4.	Carregamento da massa asfáltica ao caminhão	99
4.1.5.	Ensaio de Laboratório.....	105
4.1.5.1.	Ligante Asfáltico	105
4.1.5.1.1.	Ensaio de viscosidade Saybolt-Furol:	107
4.1.5.1.2.	Ensaio do Ponto de fulgor	107
4.1.5.2.	Agregados.....	108
4.1.5.2.1.	Ensaio de granulometria.....	108
4.1.5.2.2.	Equivalente de areia	109
4.1.5.3.	Misturas Asfálticas a Quente	109
4.1.5.3.1.	Extração de Betume	110
4.1.5.3.2.	Outros procedimentos	111
5.	CONCLUSÕES	119
	REFERÊNCIAS	123

1. INTRODUÇÃO

Esta monografia tem o objetivo de estudar a fabricação das misturas asfálticas a quente no aspecto de segurança e saúde ocupacional. Para a realização de qualquer estudo de gerenciamento de risco é imprescindível conhecer o método de análise, o ambiente de trabalho, as atividades, as características das matérias primas usadas como sua aplicabilidade.

A história da pavimentação mostra características de cada época, as transformações devido as necessidades da humanidade e as etapas percorridas até chegar nas técnicas de pavimentação existentes na atualidade.

Atualmente o pavimento é constituído de camadas assentadas sobre uma superfície final de terraplenagem, sendo que sua camada superior de revestimento, denominada como capa de rolamento, está destinada a resistir os esforços proveniente do tráfego de veículos (BERNUCCI et al., 2010).

Dependendo do material utilizado na capa de rolamento, os pavimentos se classificam como: rígidos ou flexíveis (BERNUCCI et al., 2010).

Os pavimentos que possuem revestimento de placas de concreto Portland, armadas ou não com barras de aço, são denominados rígidos. Sendo flexíveis aqueles que utilizam em seu revestimento misturas asfálticas (BERNUCCI et al., 2010).

A escolha da utilização de cada um dos tipos de pavimento dependem de uma série de fatores: os pavimentos rígidos são mais frequentes em áreas de tráfego urbanas e de maior intensidade, porém na maior parte das aplicações o pavimento flexível tem menor custo inicial e é executado mais rapidamente (RIBAS, 2012).

As misturas asfálticas estão constituídas pela associação de materiais pétreos e de materiais asfálticos. Os materiais pétreos são agregados que possuem características granulométricas definidas de acordo à projeto. Para a determinação do material asfáltico a ser utilizado deve-se tomar em consideração alguns fatores como o número de veículos pesados que transitarão (carga a qual estará sometida), a vida útil, a composição das camadas inferiores, entre outros (BERNUCCI et al., 2010).

Bernucci et al. (2010), menciona que as primeiras vias pavimentadas não se destinaram a veículos com rodas, mas a trenós que transportavam carga. Para a construção das pirâmides no Egito (2600-2400 a.c.), foram construídas vias com lajões justapostos em base com boa capacidade de suporte. O atrito era amenizado com umedecimento constante, por meio de água,

azeite ou musgo molhado. Desta maneira, percebemos que as técnicas desenvolvidas já visavam o conforto e a segurança.

O asfalto é considerado um dos mais antigos e versáteis materiais de construção utilizados pelo homem, sendo o uso de maior importância na pavimentação. Por suas características de proporcionar uma forte união dos agregados, flexibilidade, impermeabilidade, durabilidade e resistência, o seu uso se dará ainda por um longo período tempo. A preocupação surge, conforme mencionado por Ribas (2012), “que diversos agentes químicos deletérios à saúde humana foram identificados nas emissões de asfalto, e muitos deles são comprovadamente cancerígenos, reconhecidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)”, além de se enquadrarem na relação de agentes químicos insalubres no Anexo 13 da Norma Regulamentadora NR 15 (BRASIL, 2013i).

Portanto será apresentada os procedimentos das diferentes etapas do processo de fabricação de mistura asfáltica a quente, com o intuito de analisá-las através da ferramenta de gerenciamento de risco, a APR (Análise Preliminar de Risco), para identificar os riscos e assim realizar sugestões para minimizar ou eliminar suas consequências.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Identificar os principais riscos existentes na fabricação de misturas asfálticas a quente através da ferramenta de gerenciamento de risco APR (Análise Preliminar dos Riscos) e realizar recomendações para minimizar e/ou eliminar os acidentes de trabalho nesta área.

1.1.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar os riscos existentes por atividade no processo de fabricação de misturas asfálticas a quente.
- Identificar atividades críticas com prioridade de ação através da categoria de Risco.
- Sugerir ações preventivas para controlar os riscos identificados, minimizá-los ou preveni-los.

1.2. LIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo apresenta a utilização da ferramenta de gerenciamento de risco (APR) nas atividades que fazem parte do processo de fabricação de misturas asfálticas a quente, excluindo desta análises as atividades com eletricidade e solda no processo de manutenção da usina.

Para este estudo foi necessário adotar os métodos, equipamentos e *layout* de uma empresa do ramo. Portanto, as atividades de operação apresentadas estão relacionadas a uma usina móvel com secador à contra fluxo, com características mencionadas no processo de Usinagem.

Esta monografia apresenta como são executadas as atividades em algumas empresas, focando sempre na área de Segurança e Saúde Ocupacional. Não foi analisado a execução conforme normas referente a qualidade do produto.

1.3. JUSTIFICATIVA

O planejamento, execução e manutenção das rodovias, estradas vicinais, vias urbanas e rurais são essenciais e constantes para o desenvolvimento de vários setores que estimulam o crescimento da economia de um país. Devido a essa demanda, usinas de asfaltos fixas e móveis são instaladas, portanto para a segurança dos trabalhadores é necessário que durante a fase de concepção e desenvolvimento deste empreendimento sejam implementadas ferramentas com a finalidade de identificar os riscos inerentes em sua fase operacional, dando assim o primeiro passo para seu gerenciamento.

Portanto, este estudo tem como justificativa servir de referência para a identificação desses riscos em empresas onde a fabricação de misturas asfálticas a quente sejam parte do processo ou o processo principal. Com este estudo os engenheiros, técnicos de segurança e todos os que fazem parte da estrutura do sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional possam realizar adequações de acordo com seus métodos e equipamentos e assim minimizar ou prevenir acidentes nos seus ambientes de trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PROBLEMAS RELACIONADOS À FABRICAÇÃO DA MISTURAS ASFÁLTICA

2.1.1. Exposição às emissões do Asfalto

Segundo Bernucci et al. (2010), na maioria dos países do mundo, a pavimentação asfáltica é considerada a principal forma de revestimento, sendo que no Brasil, o percentual de estradas pavimentadas com revestimento asfáltico alcança cerca de 95%.

É importante mencionar que apesar do aspecto econômico, do desenvolvimento de vários setores e cidades com a pavimentação, estudos apontam que o asfalto, principal componente do revestimento em pavimentos flexíveis, possuem substâncias químicas nocivas à saúde dos trabalhadores que estão expostos a este produto. A exposição às emissões de asfalto se dá por gases e vapores como por aerodispersóides (material particulado) (RIBAS, 2012).

O asfalto é uma mistura de hidrocarbonetos derivados do petróleo de forma natural ou por destilação, cujo principal componente é o betume (mistura de hidrocarbonetos solúvel no bissulfeto de carbono), podendo conter ainda outros materiais, como oxigênio, nitrogênio e enxofre, em pequena proporção (BERNUCCI et al., 2010).

Ribas (2012) amplia um pouco mais o conceito de asfalto definindo-o como produto orgânico composto por hidrocarbonetos pesados, óleo combustível, graxas, carvão e petrolato, oriundos de resíduos da destilação fracionada do petróleo, os quais contêm uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos, parafínicos, aromáticos, compostos contendo carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, dentre eles, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP).

Denardi (2012), menciona que os hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, xileno), sendo o benzeno de maior toxicidade, são considerados anestésicos de efeito sobre o sistema formador do sangue, podendo provocar uma redução na taxa de leucócitos. Estas substâncias acumulam-se, de preferência, nos tecidos graxos, medula óssea e sistema nervoso.

Macedo (2013), não só caracteriza o benzeno, mas também o Tolueno e o xileno. No caso do benzeno, na intoxicação aguda, os sintomas mais evidentes estão a cargo do Sistema Nervoso Central, sendo que na intoxicação crônica, o efeito mais relevante está a cargo do sistema hematopoiético, caracterizado por uma menor produção de eritrócitos, leucócitos e plaquetas pela medula (anemia aplástica e indução de leucemia). O autor ao citar Tolueno, ressalta que este é absorvido através dos pulmões e mais lentamente pela pele. Na exposição

aguda, provoca irritação dos vias aéreas superiores e depressão do Sistema Nervoso central, sendo que em sua exposição crônica provoca intolerância ao álcool, cefaleia, distúrbios do ritmo sono-vigília; hepatotoxicidade (*hepatomegalia*) e nefrotoxicidade. O xileno, por sua vez, tem como principais vias de absorção o trato respiratório e a pele. Na intoxicação aguda pode haver irritação nos olhos e na pele (dermatite), podendo ocasionar em exposições mais prolongadas aos vapores conjuntivite, irritação na pele, irritação na cavidade nasal, além de produzir inicialmente excitação e depois depressão no sistema nervoso central.

A Norma regulamentadora NR-15 em seu anexo 13, lista as atividades insalubres, tendo um item específico para os Hidrocarbonetos e outros compostos de Carbono, indicando quais se aplicam grau máximo e grau médio, sendo este de carácter legal, não técnico (BRASIL, 2013i).

O Ministério da Saúde (2001), com o objetivo de orientar os profissionais dos serviços de saúde quanto aos procedimentos de assistência, prevenção e vigilância da saúde dos trabalhadores e possibilitar a caracterização das relações da doença com o trabalho, elaborou o Manual de Procedimentos para os Serviços de Saúde “Doenças Relacionadas ao Trabalho”, onde aponta a sílica livre, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, alcatrão, breu, betume, hulha mineral, parafina e produtos de resíduos dessas substâncias como agentes etiológicos de algumas neoplasias (brônquios, pulmões, pele, etc.) e outras doenças.

A FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico) do CAP 50/70 emitido pela Petrobrás Distribuidora S.A (2013), indica que o limite de exposição ocupacional dos fumos asfálticos conforme ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) (2010) é de 0,5 mg/m³, sendo que a identificação do perigo mais importante é a ocorrência de irritação à pele, irritação ocular séria, podendo causar irritação respiratória (irritação da área respiratória), sonolência e vertigem, dano aos órgãos do trato respiratório e à pele através da exposição repetida ou prolongada. Informa também que o produto contém gás sulfídrico, extremamente tóxico e inflamável. Referente a carcinogenicidade menciona que está classificado como grupo A4 pela ACGIH.

A classificação A4 da ACGIH (2013), menciona este grupo como não classificável como carcinogênico humano, sendo a descrição da categoria A4: “Agente que, acredita-se, possam ser carcinogênicos para o ser humano, mas cujos dados existentes são insuficientes para formular essa afirmação conclusivamente. Experiências *in vitro* em laboratório ou estudos com animais não fornecem indicações de carcinogeneidade suficientes para classificar o agente em uma das outras categorias.”

A Norma regulamentadora NR-9, cita que na ausência dos valores limites de exposição ocupacional nas NR's, deverá adotar os valores indicado pela ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hiygenists* (BRASIL, 2013f).

A ACGIH (2013), define TWA (*Time Weighted Average*), como a concentração média ponderada no tempo admitida para a exposição de 8 horas diárias e 40 horas semanais consecutivas e STEL (*Short Term Exposure Limit*) como o limite de Exposição de curta duração que é uma média ponderada para 15 minutos, a qual não deverá ser excedida a qualquer tempo, durante o período de trabalho. Para o benzeno determina o TWA de 0,5 ppm e o STEL de 2,5 ppm, sendo classificados como A1 – Carcinogênico Humano Confirmado com base em evidências de estudos epidemiológicos. Para o tolueno determina o TWA de 20 ppm classificando-o como A4 – Não classificável como carcinogênico humano e finalmente para o Xileno determina TWA de 100 ppm e o STEL de 150 ppm, também classificando-o como A4 – Não classificável como carcinogênico humano.

2.1.2. Exposição ao Tricloroetileno

O tricloroetileno é um agente químico cuja insalubridade é caracterizada pelo limite de tolerância especificada na Norma Regulamentadora NR-15 em seu anexo 11. No caso em que o limite seja ultrapassado é caracterizado como grau de insalubridade máximo (BRASIL, 2013i).

O Ministério da Saúde (2001), no Manual de Procedimentos para os Serviços de Saúde “Doenças Relacionadas ao Trabalho”, menciona que na intoxicação aguda pelo tricloroetileno, sobressaem seus efeitos narcóticos sobre o Sistema Nervoso Central (SNC) e a arritmia cardíaca. Na exposição crônica aparecem os efeitos sobre o SNC, como narcose e diminuição da atenção; sobre o coração, produzindo arritmias cardíacas, transtornos da função hepática e renal, irritação de pele e mucosas e quadros de neuropatias tóxicas, destacando-se a neurite do trigêmeo por tricloroetileno. Nesses casos, a intoxicação mais importante pode acompanhar-se de europatia motora do trigêmeo, disfagia, disfonia e diplegia facial (comprometimento de múltiplos nervos cranianos).

2.1.3. Exposição à sílica livre

O estudo de poeiras inorgânicas é de grande importância do ponto de vista da saúde ocupacional. Na fabricação de mistura asfáltica a quente, a sílica livre é um risco ocupacional presente nos processos devido a britagem de agregados em alguns casos, pela própria via de circulação interna da usina, pela área de armazenagem, abastecimento dos silos, etc.

A exposição a poeira de Sílica Livre Cristalizada pode levar ao desenvolvimento de uma doença irreversível denominada silicose. A silicose aparece após vários anos de exposição a fração respirável do SiO_2 na sua forma cristalina, causando dificuldade respiratória e baixa oxigenação do sangue, provocando tontura, fraqueza e náuseas, incapacitando o trabalhador (DENARDI, 2012).

A Norma regulamentadora NR-15 em seu anexo 12, indica os limites de tolerância para poeiras minerais (BRASIL, 2013i).

Denardi (2012) menciona que a exposição do trabalhador à sílica livre se dá pelo tempo de permanência deste aerodispersóide no ar, portanto são utilizados métodos para minimizar esse tempo e conseqüentemente a inalação. A utilização de água para umedecer a matéria prima e a instalação de filtros de mangas como coletores, são métodos que evitam a dispersão da poeira no ambiente de trabalho.

Na fabricação de mistura asfáltica os aerodispersóides provenientes da queima do material no secador é reciclado através de um transportador helicoidal no filtro de manga que o leva novamente ao secador.

2.1.4. Exposição ao Hidróxido de Cálcio e Óxido de Cálcio (Cal)

A norma regulamentadora NR-15 em seu anexo 13-A menciona a fabricação e transporte de cal e cimento nas fases de grande exposição a poeiras caracterizando como atividade insalubre, com aplicação de grau mínimo no que se refere ao aspecto legal. A Norma regulamentadora NR-9, cita que na ausência dos valores limites de exposição ocupacional nas NR's, deverá adotar os valores indicado pela ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists (BRASIL, 2013f, 2013i).

A ACGIH (2013), indica que TWA (Time Weighted Average), ou seja que a concentração média ponderada admitida para a exposição de 8 horas consecutivas do hidróxido de cálcio, sem causar danos à saúde é de 5 mg/m^3 . Para o óxido de cálcio o TWA é considerado

2mg/m³. Os sintomas devidos a superexposição compreende irritação dos olhos, pele e do trato respiratório superior.

A exposição dos riscos químicos provenientes da característica da matéria prima da mistura foram abordados anteriormente, porém devemos lembrar que existem outros riscos relacionados as atividades executadas.

2.2. NORMAS REGULAMENTADORAS

O Ministério do Trabalho através da portaria 3.214/78 com o objetivo de estabelecer os requisitos técnicos e legais sobre as características mínimas de Segurança e Saúde Ocupacional, aprovou as normas regulamentadoras. Existem 36 normas aprovadas e publicadas que direcionam as atividades a fim de preservar a vida e segurança dos trabalhadores. Para este trabalho se fará menção aquelas que estão diretamente relacionadas à monografia.

A norma regulamentadora NR1 – Disposições Gerais determina a Secretaria de Segurança e Saúde no trabalho como o órgão de âmbito nacional competente para coordenar, orientar, controlar e supervisionar as atividades relacionadas com a segurança e medicina do trabalho e a Delegacia Regional do Trabalho – DRT, nos limites de sua jurisdição, como o órgão regional competente para executá-las, além de adotar medidas necessárias a fiel observância dos preceitos legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho, impor as penalidades cabíveis nos casos de não cumprimento das leis e normas, embargar, interditar, notificar empresas estipulando prazos para eliminação ou neutralização da insalubridade e atender requisitos judiciais para realização de pericias, em caso de ausência de médico ou Engenheiro do trabalho registrado no Mtb. Determinando também as obrigações tanto do empregador como do empregado (BRASIL, 2013a).

A Norma regulamentadora NR4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do trabalho – SESMT contempla a obrigatoriedade de sua implantação para empresas que possuem empregados regidos pela CLT. Seu dimensionamento está vinculada à gradação do risco da atividade principal e a quantidade de funcionários existente na empresa. Tanto o CNAE como a composição do SESMT está indicado na NR 4, em seu quadro I e II (BRASIL, 2013b).

A Norma Regulamentadora NR5 – Comissão Interna de prevenção de Acidentes - CIPA vincula seu dimensionamento através do grupo e do número de funcionário, o grupo será determinado através do Quadro III da norma em questão, em função ao CNAE estabelecido na NR 4. Além de seu dimensionamento a NR- 5 define as atribuições da CIPA, o funcionamento,

o treinamento, o processo eleitoral, e a integração em caso de CIPAS de contratadas e contratantes (BRASIL, 2013c).

A Norma regulamentadora NR-6 tem enfoque nos Equipamentos de Proteção Individual-EPI, sendo eles destinados à proteção de riscos suscetíveis que ameaçam a segurança e a saúde no trabalho. A norma determina as responsabilidades desde empregador, empregado, fabricante, Ministério de Trabalho e Emprego e SESMT, mencionando a obrigatoriedade de fornecimento gratuito e exigência de uso por parte do empregador à seus funcionário; o cadastro e a solicitação da emissão do Certificado de Aprovação (CA) para sua comercialização por parte dos fabricantes; a fiscalização e emissão do CA por parte do MTE; a utilização adequada por parte dos funcionários; e o levantamento, recomendação e treinamentos de EPI pelo SESMT ao empregador, entre outras. Além das responsabilidades a NR-6 em seu anexo I lista os equipamentos de proteção individual considerados pelo MTE (BRASIL, 2013d).

A Norma Regulamentadora NR-7 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO por parte dos empregadores, com o intuito de promover e preservar a saúde do conjunto de seus trabalhadores. O PCMSO deverá ser planejado e implantado com base nos riscos identificados nas avaliações previstas nas demais NR, ademais deverá conter a realização obrigatória dos exames médicos admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de função e demissional (BRASIL, 2013e).

A Norma Regulamentadora NR-9 estabelece a obrigatoriedade, por parte dos empregadores, de elaborar e implementar o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA com a finalidade de preservar a saúde através da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle da ocorrência dos riscos ambientais existentes. Indica que o tempo de retenção deste programa deverá ser de no mínimo 20 anos (BRASIL, 2013f).

A Norma Regulamentadora NR - 11 orienta o transporte, manuseio e armazenamento de materiais, alertando que os equipamentos utilizados na movimentação de Materiais deverão ser calculados e construídos de maneira que ofereçam as necessárias garantias de resistência e segurança e conservados em perfeitas condições de trabalho. Devendo ser inspecionados, permanentemente, substituindo-se as suas partes defeituosas. Referente ao armazenamento de Materiais menciona que o material não deve exceder a capacidade de carga calculada para o piso de apoio; não deve obstruir portas, equipamentos contra incêndio, saídas de emergências; nem dificultar a iluminação; devendo manter distância de afastamento de 50 cm de estruturas laterais (BRASIL, 2013g).

A Norma Regulamentadora NR-12 define referências técnicas 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, os cuidados necessários sobre os dispositivos de partida, acionamento e parada, para que os mesmos não sejam acionados ou desligados involuntariamente pelo operador e em caso de emergência outra pessoa além do operador possa acionar ou desligar. É importante salientar que a norma menciona além dos cuidados, de operação, cuidados de sinalização e manutenção indicando prazos para a obrigatoriedade de observância de alguns de seus itens (BRASIL, 2013h).

A Norma Regulamentadora NR - 15 estabelece o limite de tolerância para agentes físicos químicos e biológicos, ou seja, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não ocasionará danos à saúde durante a vida laboral do trabalhador. As atividades que proporcionem um ambiente de trabalho com valores acima desses limites são considerados insalubres, assegurando ao trabalhador a percepção de adicional sobre o salário mínimo. O anexo nº 12 apresenta os limites de tolerância para poeiras minerais (Asbestos, Manganês e seus compostos e Sílica livre Cristalizada). O anexo nº 13 apresenta os agentes químicos em atividades consideradas insalubres, sendo este de carácter legal, não técnico, indicando as atividades onde se aplicam grau máximo, médio e mínimo (BRASIL, 2013i).

A Norma Regulamentadora NR - 17 visa estabelecer parâmetros que permitam adaptar as condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Essas condições de trabalho estão relacionados ao levantamento, transporte e descarga de Materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho (BRASIL, 2013j).

A Norma Regulamentadora NR – 23 Proteção contra incêndio, estabelece a obrigatoriedade dos empregadores referentes a medidas de prevenção de incêndios em conformidade com legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis (BRASIL, 2013k).

A Norma Regulamentadora NR – 24 aborda sobre as Condições sanitárias nos postos de trabalho aplicável a todas as empresas, independentemente da atividade a ser desenvolvida (BRASIL, 2013l).

A Norma Regulamentadora NR – 26 Sinalização de Segurança complementa a parte de sinalização mencionada na NR-12, focando a aplicação de cores de segurança, rotulagem preventiva em agente químicos (BRASIL, 2013m).

A Norma regulamentadora NR – 33 Segurança e saúde nos trabalhos em espaço confinado que visa estabelecer os requisitos mínimos para a identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, permitindo garantir constantemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nesses espaços. Esta norma define espaço confinado como ambiente não projetado para a ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, com ventilação insuficiente para remover contaminantes ou que exista deficiência de oxigênio. (BRASIL, 2013n).

A Norma regulamentadora NR – 35 Segurança e Saúde no trabalho em Altura, estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para este tipo de atividade (BRASIL, 2013o).

2.3. ETAPAS DA FABRICAÇÃO DE MISTURA ASFÁLTICA USINADA A QUENTE

O conhecimento teórico inicial de processos e atividades de qualquer empreendimento anterior à análise de risco é fundamental, pois permite visualizar de maneira mais ampla aos detalhes que possam fugir da percepção adquirida na prática. Além de evitar erros no processo que ocasionem retrabalhos, aumentando o tempo de exposição do trabalhador a determinados riscos.

2.3.1. Armazenagem da Matéria-prima

O processo de fabricação de Mistura Asfáltica a Quente se inicia com o descarregamento e armazenagem de sua matéria-prima, que compreende o agregado e o ligante asfáltico. Os fornecedores de agregados por meio de caminhão basculante descarregam o material na área de armazenamento de material britado. Os fornecedores de Asfalto antes de proceder com o descarregamento nos tanques de armazenamento, devem esperar que os ensaios de laboratório sejam realizados e aprovados. Esses ensaios, tem a finalidade de verificar se o ligante asfáltico está contaminado, condição que pode variar suas propriedades físicas e químicas. Em alguns casos vem sido adotado o adicionamento no tanque antes do descarregamento do CAP aditivos melhoradores de adesividade em percentuais de até 0,5% sobre o peso do ligante asfáltico, permitindo assim uma melhor durabilidade, aumentando a sua resistência a desagregação (ex: CAP- DOP) (BERNUCCI et al., 2010).

2.3.1.1. Agregados

Os agregados devem estar armazenados em lugares:

- Amplos, de maneira a evitar a misturas entre as pilhas de granulometria diferente;
- Com a menor distância dos silos dosadores, permitindo agilidade na alimentação;
- Coberto, para evitar a umidade, podendo ser utilizadas lonas.

A umidade dos agregados é um dos fatores que reduz a produção nas usinas, conforme especificação do fabricante, que cita como umidade ideal 3% (TEREX, 2011).

A figura 1, mostra a armazenagem em terreno com declividade para facilitar a drenagem da pilha, evitando a necessidade de um processo de pré-secagem dos agregados

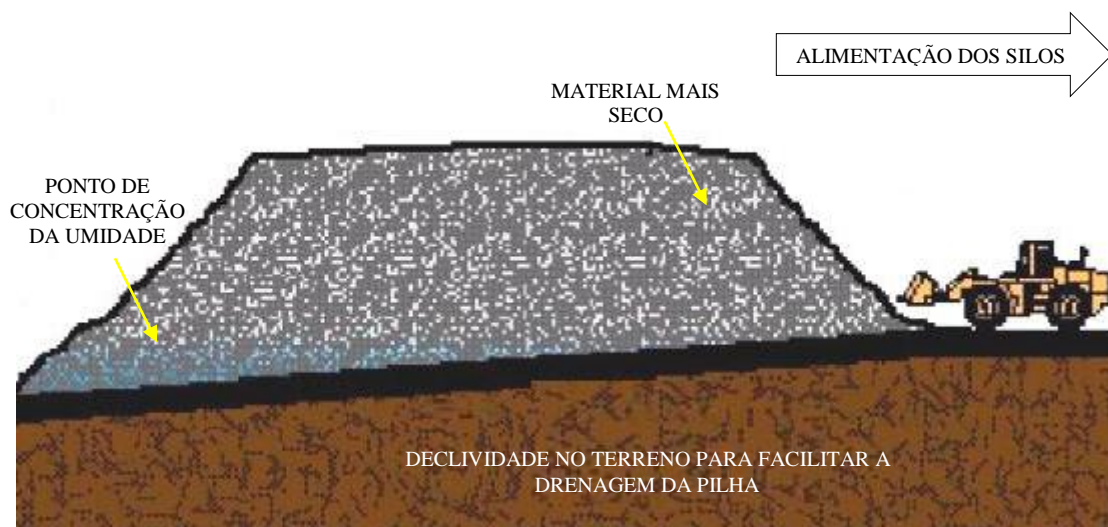


Figura 1 – Armazenamento dos agregados

Fonte: TEREX (2011)

Deve-se evitar a formação de pilhas muito grandes, principalmente com materiais já misturados, uma vez que o material de maior granulometria no exterior da pilha tende a rolar, acumulando-se na parte mais baixa. O declive não deve ser superior a relação de 3:1, conforme figura 2 (BERNUCCI et al.,2010 e TEREX, 2011).



Figura 2 – Inclinação do armazenamento dos agregados
Fonte: TEREX (2011)

2.3.1.2. Asfalto

Para manter a operação da usina de forma regular, a quantidade de ligante asfáltico deve ser suficiente, sendo geralmente necessário dois ou mais tanques. (BERNUCCI et al., 2010)

Para que o ligante asfáltico flua pelos dutos até a usina, os tanques devem possuir um sistema de aquecimento, podendo ser elétrico ou através da circulação de óleo térmico. Não deve ser utilizado aquecimento através de chama em contato com o tanque ou seu conteúdo (TEREX, 2011).

De acordo com Bernucci et al. (2010), o controle da temperatura de estocagem do ligante asfáltico é importante pois quando superaquecidos esses materiais podem sofrer degradação térmica que por sua vez pode levar à perda das suas características aglutinantes. Na tabela 1 os autores indicam como exemplo de ordem de grandeza, faixas de temperaturas de estocagem e usinagem de alguns tipos de ligantes asfálticos e do agregado.

Tabela 1 – Exemplo de temperaturas de estocagem e usinagem de alguns ligantes asfálticos e do agregado

Tipo de ligante	Temperatura de estocagem do ligante, máxima, °C	Temperatura de usinagem, °C	
		Ligante	Agregado
CAP – 50/70	160	150 – 155	160 – 165
Asfalto modificado por polímero SBS 45-70/55	170	160 – 165	170 – 175
Asfalto modificado por polímero SBS 45-70/60	175	165 – 170	175 – 180
Asfalto modificado por polímero SBS 45-70/70	180	170 – 175	180 – 185
Asfalto modificado por 15,0% de borracha de pneus	185	170 – 180	180 – 185

Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

Omena (2012), menciona que a temperatura de aquecimento é um fator importante para garantir o envolvimento do MATERIAL pétreo que compõe a mistura asfáltica, porém adverte que uso de calor excessivo nas operações com ligantes asfálticos poderia ocasionar o fenômeno conhecido como craqueamento térmico, ou seja, a quebra das cadeias moleculares que compõem o asfalto. Desse modo, as características aglutinantes se veriam prejudicadas, afetando a qualidade e durabilidade do revestimento. O autor também indica a temperatura máxima de estocagem de acordo ao tipo de asfalto conforme tabela 2 e cita como uma maneira de minimizar o fenômeno a utilização de agitadores nos tanque.

Tabela 2 – Temperatura máxima de estocagem

TIPO DO LIGANTE ASFÁLTICO	TEMPERATURA MÁXIMA DE ESTOCAGEM (°C)
CAP 30-45	162
CAP 50-70	155
AMP 55-75	162
AMP 60-85	165
AMP 65-90	170
AMB 08	180
AMB 22	180

Fonte: OMENA (2012).

Outro aspecto importante mencionado pelo autor sobre o uso de agitadores é a redução do consumo de energia térmica direcionada a manutenção da temperatura nos tanques, pelo fato de provocar a convecção forçada, aumentando de forma considerável a velocidade de aquecimento. Nos tanques de armazenagem sem agitadores a convecção se dá pelo contato do ligante asfáltico com a tubulação de vapor ou óleo térmico que compõe o sistema de aquecimento. A temperatura elevada, o ligante asfáltico sofre redução da densidade e começa a se movimentar. O asfalto frio de densidade maior sofre ação da gravidade, entra em contato com sistema de aquecimento ocasionando a movimentação de maneira repetitiva.

2.3.2. Abastecimento dos Silos Dosadores

O abastecimento dos silos dosadores é realizada através de pá-carregadeira ou esteiras. Os silos de agregados têm a função de dosar os materiais de acordo com o projeto da mistura asfáltica. A figura 3 mostra que os silos são construídos em chapas de aço, em formato tronco

piramidal, com capacidade de carga compatível com a produção nominal do modelo da Usina de Asfalto. Alguns silos possuem sistema de vibrador automático, acionado quando existe fluxo irregular de material (BERNUCCI, 2010 e TEREX, 2011).



Figura 3 – Silos Dosadores
Fonte: BERNUCCI et al.(2010).

2.3.3. Usinagem

2.3.3.1. Operação

Para a produção da mistura asfáltica os silos devem ser abastecidos constantemente. O início do processo de usinagem se dá com a liberação do material britado nas correias dosadoras através das comportas reguláveis que realizam a dosagem de acordo ao projeto da mistura. O agregado ao passar pela ponte de pesagem (conjunto de balança e célula de carga), envia um sinal ao sistema de controle, determinando a velocidade de cada uma das correias. Assim o material será transportado em maior ou menor quantidade à correia de transferência ou extratora (TEREX, 2011).

As correias de transferência levam as devidas frações de agregado misturado à um tambor cilíndrico com dois anéis de aço que gira sobre roletes de apoio denominado secador, onde é realizada a mistura com o asfalto. Os secadores são caracterizados pela direção do fluxo de agregado e do ar aquecido interno. Portanto, quando o material entra pela mesma extremidade do queimador o secador é denominado de fluxo paralelo e contra fluxo quando o material entra pela extremidade oposta ao queimador. Na figura 4 mostra esquema de corte transversal de

secadora de fluxo paralelo e nas figuras 5 e 6 o corte transversal de secadores de contra fluxo (BERNUCCI et al., 2010).

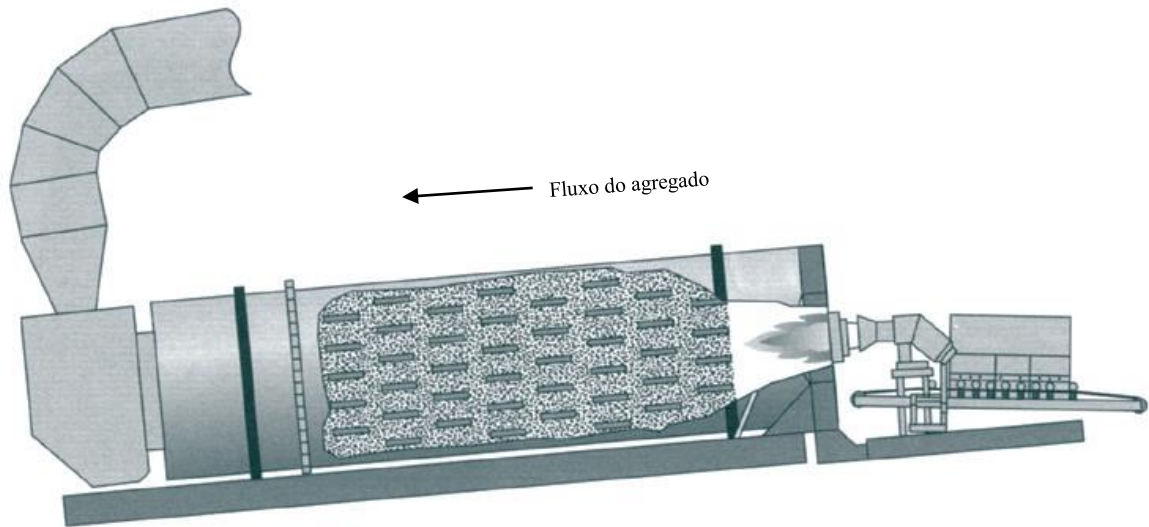


Figura 4 – Corte transversal de um secador de fluxo paralelo.
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

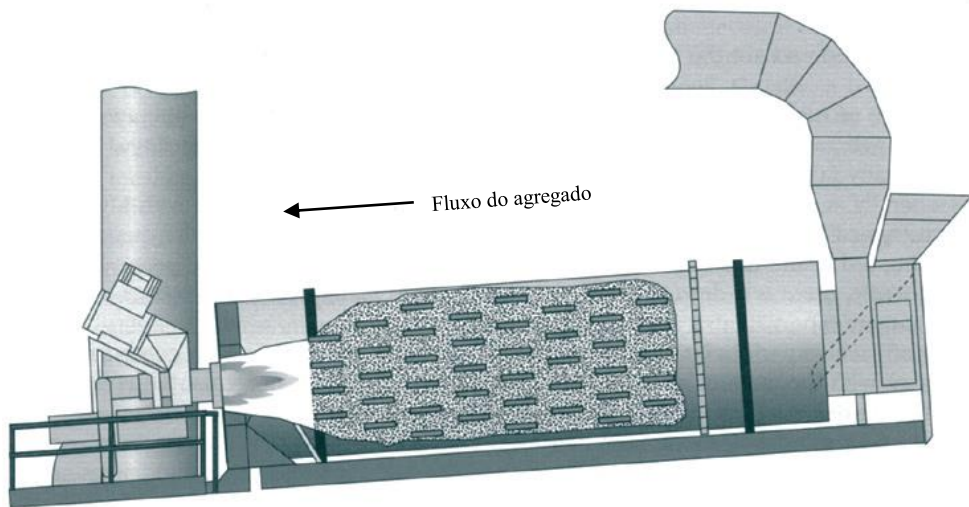


Figura 5 – Corte transversal de um secador contra fluxo
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

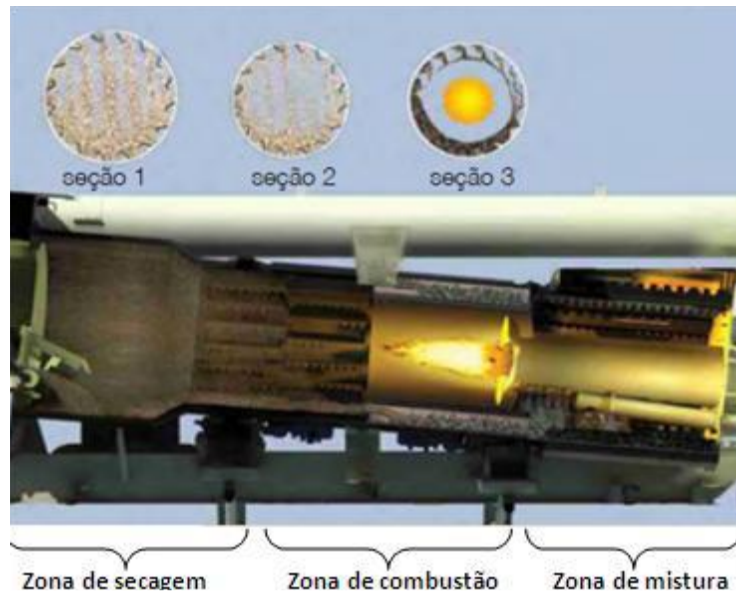


Figura 6 – Corte transversal e longitudinal de um secador contra fluxo.

Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

Na etapa de secagem, partículas de pó do agregado e gases de exaustão são carregados no ar que flui em seu interior, podendo ser altamente poluidor se lançados na atmosfera. Portanto as usinas de asfalto realizam o controle dessas emissões através de coletores de pó (filtro de mangas) (BERNUCCI et al., 2010). As figuras 7, 8 e 9 mostram o funcionamento do filtro de mangas e suas partes.

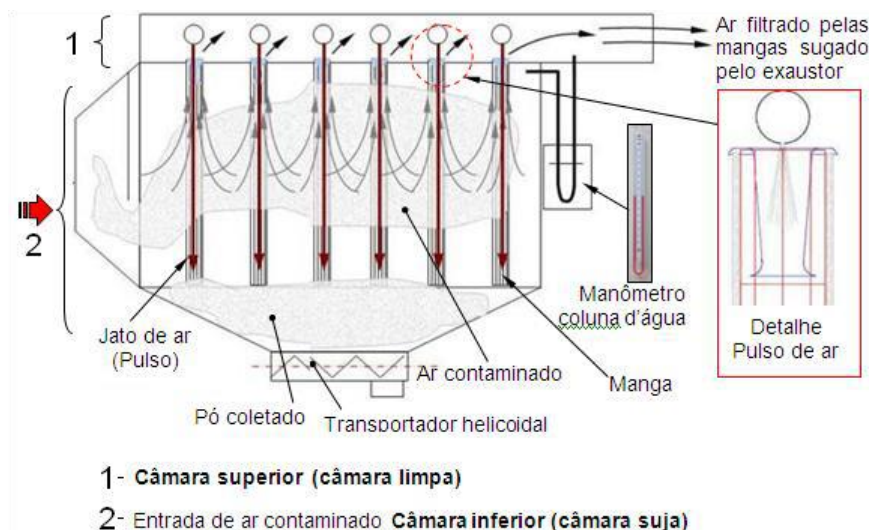


Figura 7 – Esquema ilustrativo do funcionamento do filtro de mangas

Fonte: TEREX (2011)



Figura 8 – Filtros de manga
Fonte: TEREX (2011)

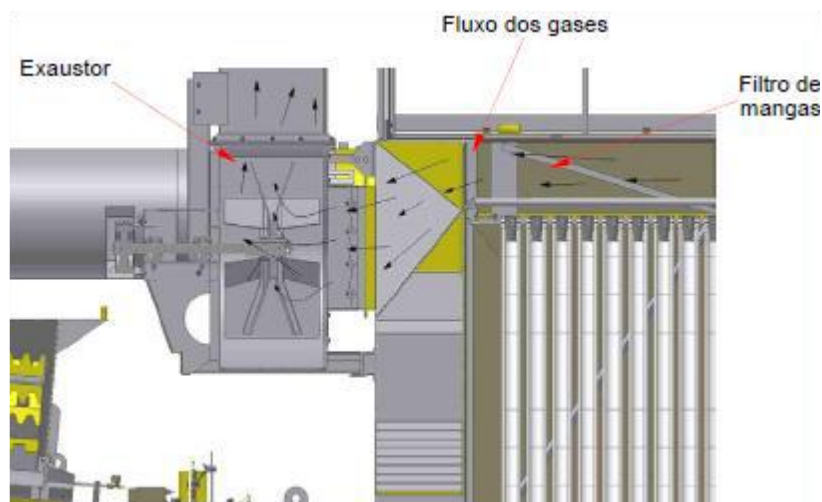


Figura 9 – Liberação de ar Purificado do Filtro de Manga
Fonte: TEREX (2011)

As partículas sólidas que são retidas através do filtro de mangas, reincorporam ao secador por meio de um transportador helicoidal tipo caracol sem fim (Figura 10). Deste modo, a chaminé no filtro de manga libera ar purificado à atmosfera (TEREX, 2010).

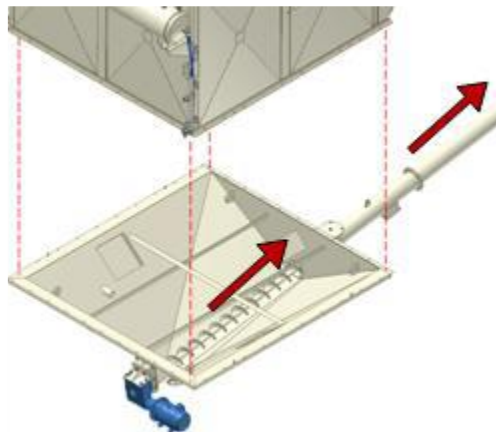


Figura 10 – Transportador Helicoidal
Fonte: TEREX (2011)

Após o processo de mistura no secador, a massa é transportada pelo elevador de arraste até o caminhão basculante.

2.3.3.2. Manutenção

Cardella (2013) descreve a manutenção como o conjunto de ações que visa reconduzir sistemas e componentes ao estado de normalidade. A normalidade é caracterizada pelas variáveis: exercício, desempenho e confiabilidade da função. A manutenção desdobra-se em detectar a alteração e efetuar intervenção. O autor menciona a possibilidade de adotar-se três estratégias para a função manutenção: corretiva, preventiva e preditiva. A manutenção corretiva consiste na intervenção após detecção de alteração do estado de normalidade de um componente. A manutenção preventiva consiste na intervenção para reparar e substituir componentes que ainda não apresentam qualquer sinal de alteração do estado de normalidade. Geralmente utilizada quando se quer evitar falhas em operações e não se dispõe de meios para avaliar o estado do componente. A manutenção preditiva consiste na intervenção para reparar ou para substituir componentes, que não apresentam falhas, mas sinais indiretos de alteração de estado. Essa estratégia, de acordo a Cardella (2013), possui duas vantagens: a primeira é não intervir antes do tempo e a segunda é não postergar a intervenção para além do instante a partir do qual provavelmente ocorrerão falhas.

A Norma Regulamentadora NR-12 indica algumas obrigatoriedades referente à manutenção, determinando que as máquinas e equipamentos devem ser submetidos à manutenção preventiva e corretiva, na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, conforme as normas técnicas oficiais nacionais vigentes e, na falta destas, as normas técnicas internacionais. As manutenções preventivas com potencial de causar acidentes do trabalho devem ser objeto de planejamento e gerenciamento efetuado por profissional legalmente habilitado, ademais de serem registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado (BRASIL, 2012h).

2.3.4. Descarregamento da massa asfáltica ao caminhão

Previamente, as caçambas dos caminhões são limpos e ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal (uma parte de cal para três de água), de modo a evitar a aderência da mistura às chapas da báscula, o excesso é retirado antes do carregamento, basculando-se a caçamba. Produtos susceptíveis de dissolver o ligante

asfáltico como óleo diesel e gasolina não são utilizados (ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DER, 2007 e CEHOP, 2013).

Para a finalização do processo as caçambas são cobertas com lonas impermeáveis resistentes a altas temperaturas para evitar queda de partículas, água de chuvas, contaminação por poeira e principalmente a perda de temperatura (DER/PR ES-P 21/05, 2005).

2.3.5. Ensaios de Laboratório

Para manter a qualidade da massa asfáltica a quente, ensaios laboratoriais são realizados periodicamente nos materiais que o compõe. Para isso, o laboratorista coleta amostras dos componentes do asfalto e realiza os ensaios de acordo a normas para os diferentes tipos de material.

2.3.5.1. Ligante Asfáltico

2.3.5.1.1. Ensaio de viscosidade Saybolt-Furol

A viscosidade de um fluido é a resistência ao escoamento a uma determinada temperatura. A medida da viscosidade do ligante asfáltico tem grande importância na determinação das condições de manuseio e utilização do produto, portanto o ensaio determinará a temperatura do ligante asfáltico para a usinagem e compactação de misturas asfálticas. Se considera temperatura para usinagem aquela correspondente a viscosidade entre 75 e 150 sSF, preferencialmente entre 75 e 95 sSF e de compactação a mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar (determinando experimentalmente para cada caso) (CERATTI; REIS, 2010).

O procedimento é detalhado na Norma NBR 14950:2003- *Materiais Betuminosos - Determinação da viscosidade Saybolt Furol*, e um dos equipamentos utilizados é o viscosímetro de Saybolt- Furol (Figura 11). Este aparelho consta de um tubo com formato e dimensões padronizadas, sendo que parte inferior possui um orifício de diâmetro $3,15 \pm 0,02$ mm. O material a ensaiar, é colocado no tubo, com o orifício na parte inferior fechado. Ao redor e em contato com do tubo, é colocado o óleo que será aquecido, com a finalidade de manter a mostra de material na temperatura exigida (25 a 170°C dependendo do material e 135°C para os cimentos asfálticos), posteriormente, abre-se o orifício e inicia-se a contagem do tempo até que o liquido alcance no frasco inferior 60 ml. O valor da viscosidade é reportado em segundos Saybolt-Furol, abreviado como sSF, a uma dada temperatura de ensaio (BERNUCCI et al., 2010).

Deve-se tomar cuidado na escolha do óleo do banho para evitar os perigos de incêndio quando se trabalha à alta temperatura. Recomenda-se o uso de um óleo SAE-40 para os ensaios entre 121 e 149°C. Acima de 149°C pode ser usado qualquer óleo que tenha um ponto de fulgor (Vaso Aberto Cleveland) de aproximadamente 300°C e que tenha uma viscosidade “Saybolt” Universal à temperatura do ensaio de aproximadamente 175 a 185 segundos (PREFEITURA DE RECIFE - SECRETARIA DE SERVIÇOS PUBLICOS, 2003).

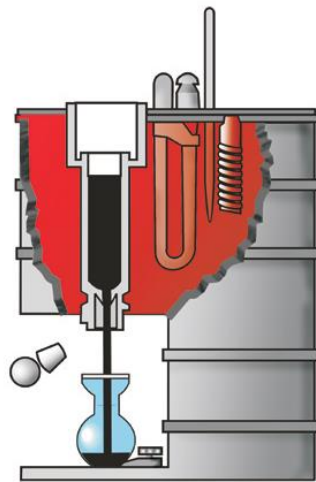


Figura 11 – Esquema do interior do equipamento Saybolt-Furol de ensaio de viscosidade
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

2.3.5.1.2. Ensaio do Ponto de fulgor

O ponto de fulgor é um ensaio ligado à segurança de manuseio do asfalto durante o transporte, estocagem e usinagem. Representa a menor temperatura na qual o produto vaporiza, sendo capaz de inflamar-se momentaneamente ao estar em contato com uma centelha. Valores de pontos de fulgor de CAP são normalmente superiores a 230°C. A Figura 12 mostra um arranjo esquemático do ensaio e foto de equipamento utilizado para executá-lo segundo a norma ABNT NBR 11341:2008 - *Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland* (BERNUCCI et al. , 2010).

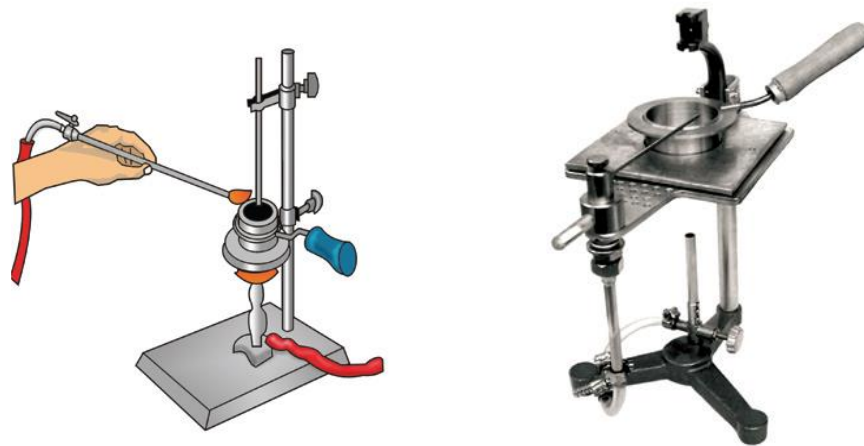


Figura 12 – Esquema do ensaio de ponto de fulgor pelo vaso aberto de Cleveland e Modelo de equipamentos para o ensaio
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

2.3.5.1.3. Ensaio de penetração a 25°C.

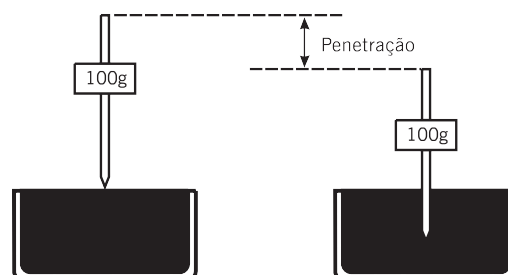
A norma aplicável a este ensaio é a ABNT NBR 6576:2007 - *Materiais asfálticos - Determinação da penetração*. A penetração é a profundidade, em décimos de milímetro, que uma agulha de massa padronizada (100g) penetra numa amostra de volume padronizado de cimento asfáltico, por 5 segundos, à temperatura de 25°C. Em cada ensaio, três medidas individuais de penetração são realizadas. A média dos três valores é anotada e aceita, se a diferença entre as três medidas não exceder um limite especificado em norma. A consistência do CAP é tanto maior quanto menor for a penetração da agulha (BERNUCCI et al. , 2010).



(a) Equipamento manual

As condições normais de ensaio são:

- Carga: 100 gramas
- Tempo: 5 segundos
- Temperatura: 25°C



(b) Esquema básico do ensaio

Figura 13 – Equipamento manual de medida da penetração e Esquema do ensaio
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

O ensaio de penetração é empregada para a classificação dos ligantes asfálticos (CAP 30/45, CAP 50/70).

Conforme a especificação de serviços rodoviários DER/PR ES-P 21/91 Pavimentação: Concreto asfáltico usinado a Quente, elaborada pelo DER/PR, menciona também o ensaio de espuma a 175 °C.

2.3.5.1.4. Ensaio de espuma

Bernucci et al. (2010), indica que “O CAP não deve conter água pois, ao ser aquecido, pode formar espuma causando explosões visto que há dificuldade do material de liberar as bolhas de água aquecidas, que, ao forçarem a liberação, podem lançar gotículas de asfalto a longas distâncias. A presença de água no asfalto pode causar acidentes nos tanques e no transporte. *Não há um ensaio determinado, mas avaliação qualitativa.* A especificação brasileira de CAP vigente até julho de 2005 tem uma observação de que o ligante não pode espumar quando aquecido até 175°C.”

2.3.5.2. Agregados

Bernucci et al. (2010), indica a classificação dos agregados quanto ao tamanho de acordo ao DNIT 031/2004 – ES, para uso em misturas asfálticas, em:

- Graúdo – material com dimensões maiores do que 2,0mm, ou seja, retido na peneira nº 10. São as britas, cascalhos, seixos etc.;
- Miúdo – material com dimensões maiores que 0,075mm e menores que 2,0mm. É o material que é retido na peneira de no 200, mas que passa na de abertura no 10. São as areias, o pó de pedra etc. e;
- Material de enchimento (fíler) – material onde pelo menos 65% das partículas é menor que 0,075mm, correspondente à peneira de no 200, e.g., cal hidratada, cimento Portland etc.

Em alguns casos se procede com a coleta no local de armazenamento, podendo ser realizadas também na pilha de material do próprio fornecedor. A amostra de material é determinada pelo procedimento de quarteamento que consiste em misturá-la manualmente com

uma pá, em superfície limpa e plana, podendo ser sobre uma lona, formando uma pilha em formato cônico. Posteriormente deve-se achatar a pilha formando um círculo de mesma espessura. Se divide em quatro partes iguais, se remove os dois quartos opostos e se procede com uma nova mistura, realizando o círculo novamente e a mesma rotina, dividindo em quatro partes, excluindo os dois quartos oposto até obter a massa de agregado necessário para realizar o ensaio. O ensaio inicial de granulometria será para determinar se o agregado tem o tamanho adequado solicitado, para posteriormente realizar a dosagem conforme o projeto da massa asfáltica (BERNUCCI et al. , 2010).

Os ensaios realizados nos agregados são:

2.3.5.2.1. Ensaio de granulometria do agregado

A granulometria dos agregados é realizada através do peneiramento do material, conforme norma ABNT NBR NM 248:2001- *Agregados - Determinação da composição granulométrica*

Para essa atividade, se utiliza uma série de peneiras com aberturas de malhas padronizadas (Tabela 3) colocadas de maior a menor conforme figura 14, porém nem todos os tamanhos são utilizados.

Tabela 3 – Dimensões nominais das peneiras

Peneiras		Abertura da Peneira	
Padrão	Número	Milímetros	Polegadas
75,0mm		75,0	3,0
50,0mm		50,0	2,0
37,5mm		37,5	1,5
25,0mm		25,0	1,0
19,0mm		19,0	0,75
9,5mm		9,5	0,375
4,75mm	4	4,75	0,187
2,36mm	8	2,36	0,0937
2,00mm	10	2,00	0,0789
1,18mm	16	1,18	0,0469
600µm	30	0,600	0,0234
425µm	40	0,425	0,0168
300µm	50	0,300	0,0117
150µm	100	0,150	0,0059
75µm	200	0,075	0,0029

Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

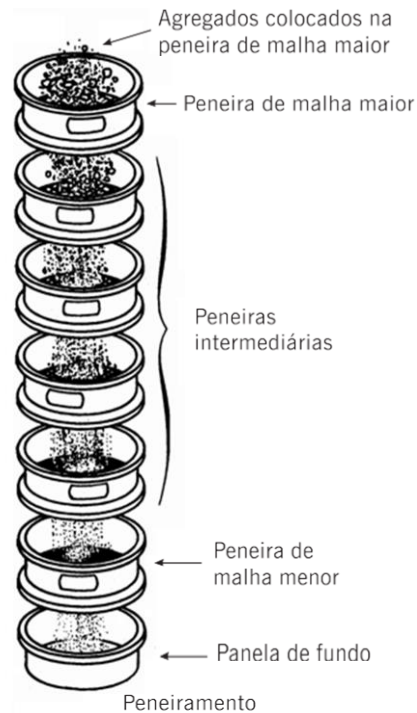


Figura 14 – Análise por peneiramento

Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

Deste procedimento se determina a relação em percentual das partículas retida em cada peneira e a massa total da amostra, sendo que estes resultados podem ser expressos em tabelas ou gráficos. A distribuição granulométrica dos agregados determinará se são graúdos, miúdos ou fíler, para a composição posterior dos distintos tipos de misturas asfálticas. (BERNUCCI et al., 2010)

2.3.5.2.2. Equivalente de areia

A contaminação dos agregados com certos materiais, tornam impróprios sua utilização em revestimentos asfálticos, a menos que a quantidade desses materiais seja pequena. BERNUCCI et al. (2010), cita que as especificações de serviço apresentam limites aceitáveis para a presença desses materiais e descreve o ensaio de equivalente de areia, tomando como referência a norma DNER-ME 054/97. O ensaio determina a proporção relativa de materiais do tipo argila ou pó em amostras de agregados miúdos. Os autores descrevem que para realizar o ensaio, uma amostra de agregado, com tamanhos de partículas menores do que 4,8 mm, medida em volume numa cápsula padrão, deve ser colocada em uma proveta contendo uma solução de cloreto de cálcio-glicerina-formaldeído, mantendo-a em repouso por 20 minutos. Em seguida o

conjunto é agitado por 30 segundos e, após completar a proveta com a solução até um nível predeterminado, deve-se deixar em repouso por mais 20 minutos. Após esse período, se determina a altura de material floculado em suspensão (h_1) e com um bastão padronizado, introduzido na proveta, se determina a altura de agregado depositado por sedimentação (h_2) (Figura 15)

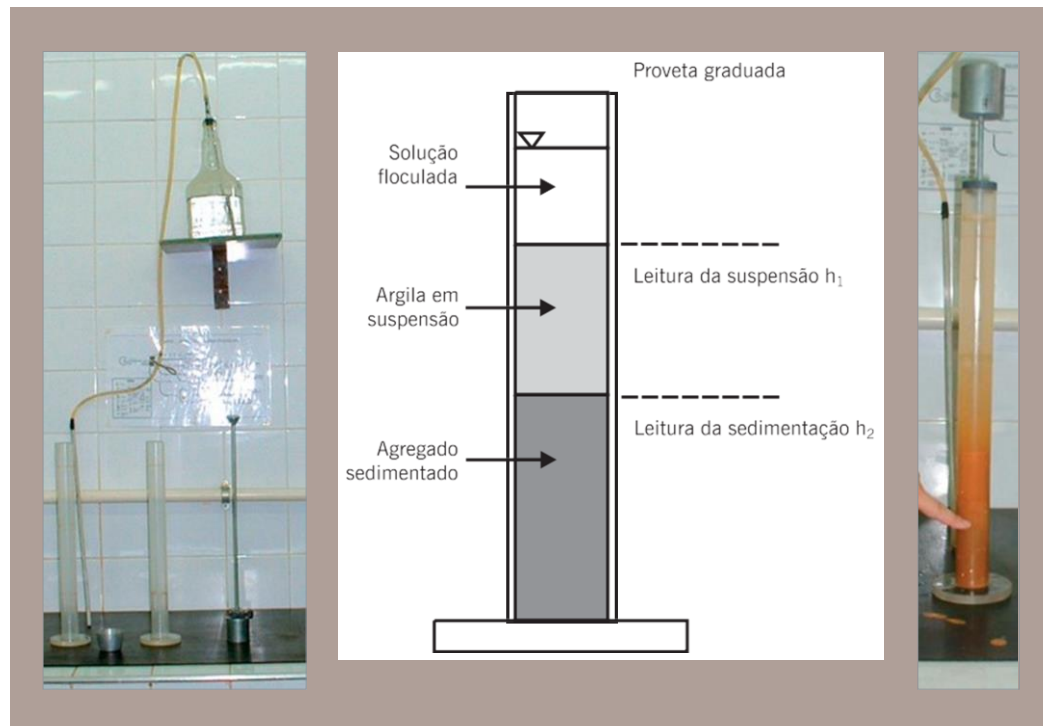


Figura 15 – Equipamentos para o ensaio de equivalente de areia e esquema da proveta com os materiais depositados para a leitura final
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

O equivalente de areia (EA) é determinado através da relação em percentual da leitura da sedimentação (areia) e a leitura da suspensão (areia+ argila), devendo ser para concreto asfáltico pelo menos 55%.

A norma aplicável a este ensaio é a ABNT NBR 12052:1992 *Solo ou agregado miúdo - Determinação do equivalente de areia - Método de Ensaio.*

2.3.5.3. Misturas Asfálticas a Quente

Após ser definido os materiais a serem usados, o projeto de uma mistura asfáltica consiste em determinar o traço através do método de dosagem Marshall. Portanto deve-se determinar a porcentagem dos diversos agregados e a porcentagem do ligante, com a finalidade de satisfazer os requisitos mínimos de estabilidade e durabilidade da mistura determinada por especificações. De acordo com norma DNIT 031/2006 – ES os parâmetros são mostrados na tabela 4.

Tabela 4 – Classificação de faixa asfáltica - DNIT

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

Fonte: DNIT 031/2006 – ES (2006)

O DER/PR também determina algumas faixas conforme tabela 5 da norma DER/PR - ES-P 21/05.

Tabela 5 – Classificação de faixa asfáltica - DER

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso					
ABNT	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 ½"	38,10	100	100	-	-	-	-
1"	24,40	95-100	90-100	100	-	-	-
¾"	19,10	80-100	-	90-100	100	100	-
½"	12,70	-	56-80	-	80-100	90-100	-
⅜"	9,50	45-80	-	56-80	70-90	75-90	100
n.º 4	4,80	28-60	29-59	35-65	50-70	45-65	75-100
n.º 10	2,00	20-45	18-42	22-46	33-48	25-35	50-90
n.º 40	0,42	10-32	8-22	8-24	15-25	8-17	20-50
n.º 80	0,18	8-20	-	-	8-17	5-13	7-28
n.º 200	0,074	3-8	1-7	2-8	4-10	2-10	3-10
Utilização como		Ligação		Rolamento			Reperfilagem

Fonte: DER/PR - ES-P 21/05

E menciona que:

- (a) A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a 2/3 da espessura da camada asfáltica.
- (b) No projeto da curva granulométrica para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário, atendendo-se aos padrões de aderência contidos nesta especificação.
- (c) Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

2.3.5.3.1. Dosagem Marshall

A norma aplicável a este procedimento ABNT NBR 15785:2010 - *Misturas asfálticas a quente - Utilização da aparelhagem **Marshall** para preparação dos corpos-de-prova com diferentes dimensões e aplicações.*

O procedimento para a determinação da dosagem consta de: (BERNUCCI et. al. ;2010)

1. Determinação das massas específicas do cimento asfáltico de petróleo (CAP) e das frações dos agregados.

2. Seleção da faixa granulométrica a ser utilizada de acordo com a mistura asfáltica.

3. Escolha da composição dos agregados, de forma a enquadrar a sua mistura nos limites da faixa granulométrica escolhida (Tabela 4 e 5). Ou seja, é escolhido o percentual em massa de cada agregado para formar a mistura. Note-se que neste momento não se considera ainda o teor de asfalto, portanto, $\sum \%n = 100\%$ (onde “n” varia de 1 ao número de diferentes agregados na mistura). A percentagem-alvo na faixa de projeto corresponde à composição de agregados escolhida, podendo em campo variar entre um mínimo e um máximo em cada peneira de acordo com a especificação (Tabela 5). Observe-se ainda que a percentagem-alvo deve estar enquadrada dentro da faixa selecionada, normalmente, pode-se considerar inicialmente para faixa C um percentual de: 20% de Brita 1, 30% de Pedrisco e 50% de pó de pedra

4. Escolha das temperaturas de mistura e de compactação, a partir da curva viscosidade-temperatura do ligante. A temperatura do ligante na hora de ser misturado ao agregado deve ser tal que a sua viscosidade esteja situada entre 75 e 150sSF (segundos Saybolt-Furol), de preferência entre 75 e 95sSF ou $0,17 \pm 0,02\text{Pa.s}$ se medida com o viscosímetro rotacional. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C nem superior a 177°C . A temperatura dos agregados deve ser de 10 a 15°C acima da temperatura definida para o ligante, sem ultrapassar 177°C . A temperatura de compactação deve ser tal que o ligante apresente viscosidades na faixa de 125 a 155sSF ou $0,28 \pm 0,03\text{Pa.s}$.

5. Adoção de teores de asfalto para os diferentes grupos de corpos de prova (CPs) a serem moldados. Cada grupo deve ter no mínimo 3 CPs. Conforme a experiência do projetista, para a granulometria selecionada, é sugerido um teor de asfalto (T, em %) para o primeiro grupo de CPs. Os outros grupos terão teores de asfalto acima (T+0,5% e T+1,0%) e abaixo (T-0,5% e T-1,0%). Os CPs são moldados conforme indica a sequência da Figura 16, 17, 18, 19 e 20. Posteriormente é compactado através de 75 golpes (Figura 22).

Moldagem de corpos-de-prova tipo Marshall em laboratório



Figura 16 – Adição de asfalto aos agregados
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)



Figura 17 – Homogeneização da mistura
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)



Figura 18 – Colocação da mistura no molde
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)



Figura 19 – Compactador de Marshall manual
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)



Figura 20 – Compactador de Marshall Automático
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

Norma DNER ME 043/95, estabelece dimensões para a base da prensa de Marshall conforme figura 21.

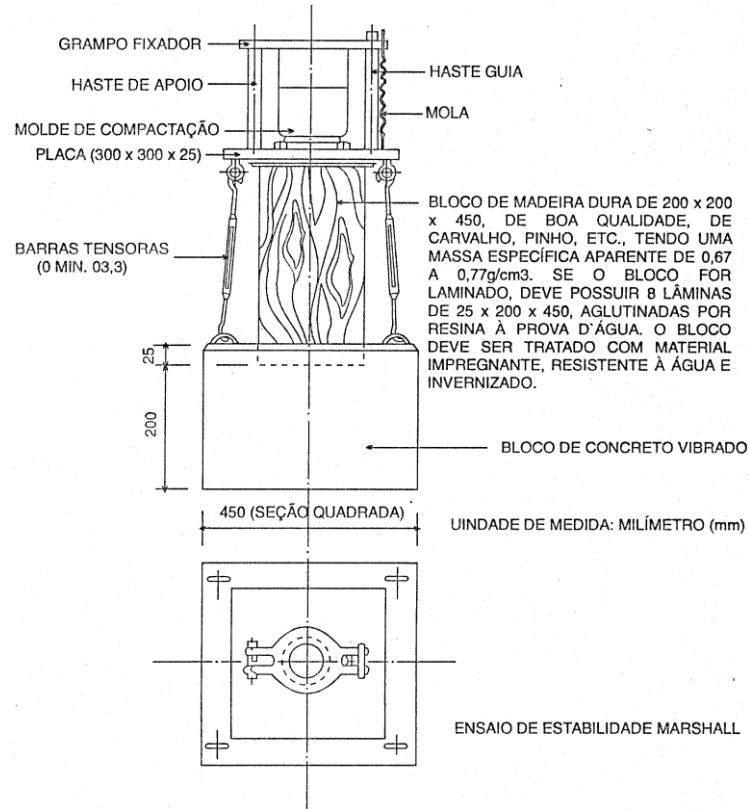


Figura 21 – Dimensões padronizadas da base do compactador de Marshall

Fonte: Norma DNER ME 043/95



Figura 22 – Compactação da mistura com soquete de Marshall 75 golpes de cada lado.

Fonte: BERNUCCI et al. (2010)



Figura 23 – Extração do corpo-de prova do molde
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)



Figura 24 – Medidas das dimensões do corpo-de-prova
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

6. Após o resfriamento e a desmoldagem dos corpos-de-prova (figura 23), obtêm-se as dimensões do mesmo (diâmetro e altura) conforme figura 25. Determinam-se para cada corpo-de-prova suas massas seca (MS) e submersa em água (MS_{sub}). Com estes valores é possível obter a massa específica aparente dos corpos-de-prova (G_{mb}), que, por

comparação com a massa específica máxima teórica (*DMT*), vai permitir obter as relações volumétricas típicas da dosagem. Estas relações volumétricas serão mostradas no passo 9.

7. A partir do teor de asfalto do grupo de CPs em questão (*%a*), ajusta-se o percentual em massa de cada agregado, ou seja, $\%n = \%n^* \times (100\% - \%a)$, onde *%n* é o percentual em massa do agregado “*n*” na mistura asfáltica já contendo o asfalto. Note-se que enquanto $\Sigma \%n^* = 100\%$, após o ajuste, $\Sigma \%n = 100\% - \%a$. Deve-se considerar em alguns casos, que para corrigir a granulometria e melhorar a adesividade, utiliza-se de 1 a 3% de filer (Cal hidratada ou cimento Portland)

8. Com base em *%n*, *%a*, e nas massas específicas reais dos constituintes (*Gi*), calcula-se a *DMT* correspondente ao teor de asfalto considerado (*%a*). Equação de cálculo BERNUCCI et al. (2010)

9. Cálculos dos parâmetros abaixo de dosagem para cada CP: (BERNUCCI et al., 2010, cap. 5)

- Volume dos corpos-de-prova:
- Massa específica aparente da mistura:
- Volume de vazios
- Porcentagem em massa dos agregados:
- Vazios do agregado mineral
- Relação betume/vazios

10. Após as medidas volumétricas, os corpos-de-prova são submersos em banho-maria a 60°C por 30 a 40 minutos. Retira-se cada corpo-de-prova colocando-o imediatamente dentro do molde de compressão – Figura 25

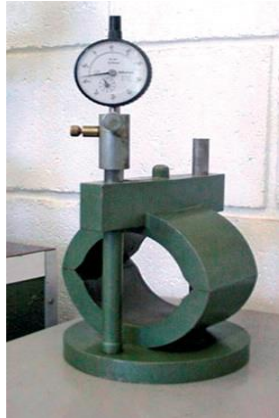


Figura 25 – Molde de Compressão
Fonte: BERNUCCI et al. (2010)

Determinam-se, então, por meio da prensa Marshall ilustrada na Figura 26, os seguintes parâmetros mecânicos:

Estabilidade (N): carga máxima a qual o corpo-de-prova resiste antes da ruptura, definida como um deslocamento ou quebra de agregado de modo a causar diminuição na carga necessária para manter o prato da prensa se deslocando a uma taxa constante (0,8mm/segundo);

Fluência (mm): deslocamento na vertical apresentado pelo corpo-de-prova correspondente à aplicação da carga máxima.



Figura 26 – Prensa de Marshall
Fonte: A autora (2014)

2.3.5.3.2. Extração de Betume

A NBR 16208:2013 - *Misturas asfálticas — Determinação do teor de betume pelo Soxhlet, pelo Rotarex e pelo refluxo duplo* é a norma aplicável para este ensaio.

A extração de betume é um ensaio de verificação da Dosagem determinada no método de Marshall, já que em ambiente de laboratório as condições de mistura diferem da usinagem. Para manter a qualidade da produção, é necessário verificar se a massa está em conformidade com o teor de asfalto de projeto. Portanto o ensaio inicia-se com a coleta da mistura na caçamba do caminhão. Após a coleta segue-se o procedimento de ensaio de acordo com a norma DNER ME 053/94 (CERATTI; MARTINS DE REIS, 2010).

1. Manter a mistura asfáltica em estufa 100 a 120°C pelo período de 1 hora;
2. Quartear a amostra até obter aprox. 1000 g, realizar a pesagem da amostra dentro do prato do extrator;
3. Colocar o prato com a amostra no interior do aparelho, o filtro para evitar a saída dos finos e a tampa, atarraxando firmemente a mesma;
4. Colocar um recipiente vazio com capacidade mínima de 2 litros e de preferência transparente sob o tubo do dreno de escoamento do extrator, para receber todo o betume extraído juntamente com o solvente utilizado para o mesmo;
5. Despejar no interior do prato, por meio do orifício superior do equipamento cerca de 150 ml de solvente (tricloroetileno, percloroetileno ou diesel) O tricloroetileno tem as mesmas características do Percloroetileno, porém a vantagem de ter um inibidor de cheiro e ser menos agressivo à camada de ozônio.
6. Após 15 minutos de repouso aciona-se lentamente a velocidade de giro do aparelho e gradativamente vai-se aumentando essa velocidade;
7. Quando se esgotar totalmente o solvente + o betume, verificado no recipiente, o aparelho deve ser desligado, adiciona-se novamente a mesma quantidade de solvente e em seguida o aparelho é novamente ligado, conforme descrito anteriormente. Essa operação deverá ser repetida quantas vezes forem necessárias até a colocação do solvente apresente-se clara.
8. Esgotada a última carga de solvente, o prato com o agregado após a extração (lavado) e o papel filtro, deverão ser colocados em estufa (80 a 100° C) até constância de peso.
9. Determinar a massa de agregado lavado.

10. Pela relação da diferença de massas (inicial e final) e a massa inicial é possível determinar o teor de betume.
11. Posteriormente para conferência do percentual das frações de agregado é realizado a análise granulométrica da amostra (agregado lavado) podendo determinar o traço.

2.3.5.3.3. Outros procedimentos

Para o controle da massa alguns procedimentos são adotados como:

- a) Medição de temperatura no caminhão com a finalidade de verificar se houve o craqueamento térmico da mistura, pelo excessiva temperatura, podendo neste caso identificar pela fumaça que emana da mistura de cor azul, ou se a temperatura está abaixo do indicado, podendo afetar a manuseio da mesma.
- b) Procedimento visual da massa como falta de ligante (massa “carijó”).

2.4. MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

Prodanov; Freitas (2013) definem a metodologia como um conjunto de procedimentos e técnicas aplicadas e analisadas para atingir o conhecimento, com a finalidade de comprovar sua veracidade e a utilidade nos diversos âmbitos da sociedade.

Os autores ressaltam que o método dedutivo, de acordo com o entendimento clássico, é o método que parte do geral ao particular. A partir de princípios, leis ou teorias consideradas verdadeiras e indiscutíveis, prediz a ocorrência de casos particulares com base na lógica.

Segundo Gil (2008) referente as pesquisas exploratórias, menciona que estas tem como objetivo proporcionar uma visão geral, desenvolvendo, esclarecendo e modificando conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores de um determinado fato. É a primeira etapa de uma investigação mais ampla, exigindo revisão da literatura, com levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas, discussão com especialistas, estudos de casos e outros procedimentos.

Do ponto de vista de abordagem do problema, Prodanov; Freitas (2013), difere a pesquisa qualitativa da quantitativa pelo fato da primeira não utilizar dados estatísticos, sendo que os dados coletados são descritivos retratando o maior número possível de elementos

existentes na realidade estudada. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Para a obtenção de dados, a observação assistemática, é definida por Prodanov; Freitas (2013), como uma técnica não estruturada espontânea, informal, simples, livre, ocasional e acidental, que consiste em recolher e registrar os fatos da realidade sem a utilização de meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas diretas, analisando-os indutivamente.

2.5. ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

Cardella (2013) afirma que a prevenção de acidentes requer o estudo de fenômenos que causam danos e perdas às pessoas, ao patrimônio e ao meio ambiente. O autor denomina esse estudo como uma Análise de Risco com o objetivo de identificar perigos e avaliar os riscos associados. A Análise de Risco faz um estudo detalhado, podendo o analista dividir áreas em áreas menores, sistemas em subsistemas, processo em funções, operações e atividades em etapas, e o risco global em riscos físicos, químicos, biológicos e ergonômicos. Afirma também que o agente agressivo, alvo e exposição são fatores que contribuem para a ocorrência de um dano, sendo convincente ao aludir que o dano é produzido pelo agente agressivo, porém isso somente ocorre se existir um alvo e se esse alvo for exposto. O autor ressalta que a avaliação do risco compreende a avaliação da frequência e da consequência do evento perigoso indicando que tanto a avaliação da frequência como consequência podem ser qualitativas, semiquantitativas ou quantitativas. Nesse aspecto, questiona se as medidas de controle recomendadas pela avaliação quantitativa será diferente das recomendadas pela avaliação qualitativa, deixando a critério do analista a decisão, já que a análises quantitativa requer sofisticadas técnicas de cálculo e bancos de dados que nem sempre são disponíveis ou confiáveis e que grande parte das medidas de controle de riscos não resulta de cálculos sofisticados, mas de visão holística da segurança, conhecimento sobre falhas humanas, comportamento, SOL (Sinalização, Organização e Limpeza) e BPT (Boas Práticas de Trabalho).

Várias são as ferramentas de análise de riscos, porém neste trabalho foi utilizada a técnica APR (Análise Preliminar de Riscos) para levantamentos dos riscos presente nas etapas do processo de fabricação de misturas asfálticas a quente.

A APR é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que consiste em identificar eventos perigosos, causas e consequências e estabelecer medidas de controle (CARDELLA, 2013).

O método de Análise Preliminar de Risco (APR), segundo Cardella (2013) segue os seguintes passos:

- a) Descrever o objeto de estudo, fazendo a subdivisão que se julgar adequada. Se o objeto for um processo, poderá estabelecer o diagrama de funções e analisar cada fase.
- b) Selecionar um elemento do Objeto
- c) Selecionar um evento perigoso ou indesejável
- d) Identificar as causas possíveis do evento
- e) Identificar as consequências do evento
- f) Estabelecer medidas de controle de risco e de controle de emergências
- g) Repetir o processo para outros eventos perigosos
- h) Selecionar outro elemento do objeto e repetir o processo.

As recomendações devem ser implantadas e mantidas para que a APR seja eficaz. A APR é uma boa ferramenta para identificar e recomendar, mas não para controlar diretamente o riscos. As medidas recomendadas na APR são controladas mais facilmente por uma lista de verificação que pelo próprio formulário da APR (CARDELLA, 2013).

2.5.1. Controle de riscos – Avaliação de Riscos

Cardella (2013), menciona que a avaliação do risco compreende a avaliação da frequência e da consequência do evento perigoso. A avaliação quantitativa de frequências, apresentada através da tabela 6 pelo autor, ajuda a entender melhor o significado de determinados termos, como estar em perigo, correndo perigo e correndo risco. A análise de consequência, apresentada igualmente pelo autor através da tabela 7, tem por objetivo avaliar o campo de ação do agente agressivo, calculando a capacidade agressiva em cada ponto.

A avaliação qualitativa de riscos se dá através da combinação da tabela 6 - Categorias de Frequência, tabela 7 - Categorias de Consequências e tabela 8 - Riscos Resultantes de Frequências e Consequências. Análise dos riscos e seus controles se dará através da tabela 9 Categoria de Riscos.

Tabela 6 – Categoria de Frequência

Categoria de Frequência	Qualitativa	Caracterização
0	Extremamente baixa	Possível teoricamente, mas altamente improvável. Não se espera que venha a ocorrer em qualquer situação.
1	Muito baixa	Não se espera que venha a ocorrer. Pode ocorrer em situações muito especiais. Ações de redução tornariam inviável a atividade.
2	Baixa	Espera-se que possa ocorrer raramente no exercício da atividade ou na vida útil da instalação.
3	Média	Espera-se que venha a ocorrer com relativa facilidade no exercício da atividade ou na vida útil da instalação.
4	Alta	Espera-se que venha a ocorrer com muita facilidade no exercício normal da atividade.

Fonte: CARDELLA (2013)

Tabela 7 – Categorias de Consequência (Continua).

Categoria de Consequência	Qualitativa	Caracterização	Eventos típicos
0	Desprezível	Incômodos passageiros.	Cotoveladas, batidas leves
1	Muito leve	Lesões de recuperação muito rápida, queimaduras de vermelhidão passageira.	Torções muito leves, contato com substâncias quentes.
2	Leve	Lesões que provocam sofrimentos passageiros e não levam a incapacidade para o trabalho ou atividades normais do cotidiano. Queimaduras de primeiro grau.	Torções muito leves, cortes provocados por folha de papel, picadas de abelha, contato com corpos ou materiais quentes.
3	Média baixa	Lesões que não resultam em danos permanentes, mas provocam sofrimentos e incapacidade temporária por período menor que uma semana. Fraturas queimaduras, cortes.	Torções leves, contato com substâncias quentes, ação de corpos cortantes ou perfurantes.
4	Média	Lesões que não resultam em danos permanentes, mas provocam sofrimentos consideráveis e incapacidade temporária por período maior que uma semana. Fraturas queimaduras, cortes.	Quedas, contato com corpos ou materiais com temperatura elevada, ação de corpos cortantes ou perfurantes.
5	Média alta	Lesões que resultam em perdas permanentes de funções, mas não afetam de forma acentuada as essenciais a uma vida normal. Surdez parcial, queimaduras e cicatrizes	Exposição a ruídos de elevado nível de pressão sonora, corpos e materiais a temperaturas muito elevadas, ação de corpos cortantes ou perfurantes

Fonte: CARDELLA (2013)

Tabela 7 – Categorias de Consequência (Continuação).

6	Grave	Lesões que incapacitam para o trabalho ou outras atividades. Cegueira, perda de membros.	Projeções de líquidos muito quentes ou muito corrosivos sobre os olhos; ação de máquinas prensantes ou cortantes.
7	Muito grave	Uma morte.	Descarga elétrica em voltagem elevada ou mesmo baixa se a pessoa estiver molhada; inalação de gases tóxicos em concentração elevada; quedas.
8	Extremamente Grave	Algumas mortes.	Explosões, vazamentos de gases tóxicos, desabamentos.
9	Catastrófica	Grande número de mortes.	Explosões de grandes quantidades de material, bolas de fogo de grandes dimensões, radiações por fontes de elevada atividade.

Fonte: CARDELLA (2013)

Tabela 8 – Riscos resultantes de Frequências e Consequências

Categorias de Frequência	Categorias de Consequência									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Categorias de risco									
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3
2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5
3	2	3	4	5	5	5	6	7	8	8
4	3	4	4	5	6	6	7	8	9	9

Fonte: CARDELLA (2013)

Tabela 9 – Categorias de risco

Categoria de Risco	Qualitativo	Controle
0	Extremamente baixo	Basta ser identificado.
1	Muito baixo	Requer verificação das possibilidades da ocorrência.
2	Baixo	Requer ações integrantes de um programa do tipo Sinalização – Ordem – Limpeza (SOL) e Boas Práticas de Trabalho (BPT).
3	Médio baixo	Requer ações de SOL e BPT.
4	Médio tolerado	Requer ações de melhoria contínua.
5	Médio não tolerado	Requer programa específico de controle de riscos.
6	Elevado	Requer ações urgentes. Enquanto não forem implantadas medidas definitivas, devem-se adotar medidas compensatórias de redução de riscos.
7	Muito elevado	Requer intervenção urgente com cessação das atividades que geram riscos.
8	Individual extremamente elevado	Requer intervenção imediata com cessação das atividades que geram os riscos.
9	Social extremamente elevado	Requer intervenção imediata com cessação das atividades que geram o risco.

Fonte: CARDELLA (2013)

3. METODOLOGIA

Para este estudo foi utilizada uma metodologia científica dedutiva, embasada em pesquisas exploratórias, qualitativas, sendo que a obtenção de dados se determinou através de uma observação assistemática.

O procedimento realizado para esta monografia foi uma inicial investigação bibliográfica para obter conhecimentos específicos da execução de cada processo, suas subdivisões, equipamentos e ensaios utilizados e as normas aplicáveis, posteriormente foi realizada a coleta de informações, visitando empresas e instituições que possuem como atividade principal ou parte do processo a fabricação de mistura asfáltica a quente, entrevistando pessoas, tirando fotos e consultando dados técnicos em novas situações.

A terceira etapa foi a aplicação da ferramenta de gerenciamento APR, descrevendo os processos e realizando as subdivisões que se julgaram necessárias. Se identificou e classificou os perigos, as causas possíveis e as consequências de sua ocorrência.

Para uma melhor adaptação à realidade estudada, foi realizada modificações nas tabelas apresentadas por Cardella (2013). Posteriormente se avaliou a frequência (Tabela 10), a consequência (Tabela 11), os riscos (Tabela 12) e sua categorização (Tabela 13), elaborando recomendações para minimizá-los ou preveni-los e finalmente se determinou a prioridades de suas ações conforme tabela 14.

Tabela 10 – Categorias de Frequência

Categoria de Frequência	Qualitativa	Caracterização
0	Extremamente baixa	Possível teoricamente, mas altamente improvável. Não se espera que venha a ocorrer em qualquer situação.
1	Muito baixa	Não se espera que venha a ocorrer. Pode ocorrer em situações muito especiais. Ações de redução tornariam inviável a atividade.
2	Baixa	Espera-se que possa ocorrer raramente no exercício da atividade ou na vida útil da instalação.
3	Média	Espera-se que venha a ocorrer com relativa facilidade no exercício da atividade ou na vida útil da instalação.
4	Alta	Espera-se que venha a ocorrer com muita facilidade no exercício normal da atividade.

Fonte: CARDELLA (2013)

Tabela 11 – Categorias de Consequência.

Categoria de Consequência	Qualitativa	Caracterização	Eventos típicos
0	Desprezível	Incômodos passageiros.	Cotoveladas, batidas leves, tosse.
1	Muito leve	Lesões de recuperação muito rápida, queimaduras de vermelhidão passageira.	Torções muito leves, contato com substancias quentes.
2	Leve	Lesões que provocam sofrimentos passageiros e não levam a incapacidade para o trabalho ou atividades normais do cotidiano. Queimaduras de primeiro grau.	Torções muito leves, contato com corpos ou materiais quentes.
3	Média baixa	Lesões que não resultam em danos permanentes, mas provocam sofrimentos e incapacidade temporária por período menor que uma semana. Fraturas queimaduras, cortes.	Torções leves, contato com substancias quentes, ação de corpos cortantes ou perfurantes.
4	Média	Lesões que não resultam em danos permanentes, mas provocam sofrimentos consideráveis e incapacidade temporária por período maior que uma semana. Doenças que podem apresentar-se após 10 anos de exposição. Fraturas queimaduras, cortes.	Quedas, contato com corpos ou materiais com temperatura elevada, ação de corpos cortantes ou perfurantes.
5	Média alta	Lesões que resultam em perdas permanentes de funções, mas não afetam de forma acentuada as essenciais a uma vida normal. Surdez parcial, queimaduras e cicatrizes	Exposição a ruídos de elevado nível de pressão sonora, corpos e materiais a temperaturas muito elevadas, ação de corpos cortantes ou perfurantes
6	Grave	Lesões que incapacitam para o trabalho ou outras atividades. Cegueira, perda de membros.	Projeções de líquidos muito quentes ou muito corrosivos sobre os olhos; ação de máquinas prensantes ou cortantes.
7	Muito grave	Uma morte.	Descarga elétrica em voltagem elevada ou mesmo baixa se a pessoa estiver molhada; inalação de gases tóxicos em concentração elevada; quedas.
8	Extremamente Grave	Algumas mortes.	Explosões, vazamentos de gases tóxicos, desabamentos.
9	Catastrófica	Grande número de mortes.	Explosões de grandes quantidades de material, bolas de fogo de grandes dimensões, radiações por fontes de elevada atividade.

Fonte: Adaptado de CARDELLA (2013)

Tabela 12 – Riscos resultantes de Frequências e Consequências

Categorias de Frequência	Categorias de Consequência									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Categorias de risco									
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3
2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5
3	2	3	4	5	5	5	6	7	8	8
4	3	4	4	5	6	6	7	8	9	9

Fonte: Adaptado de CARDELLA (2013)

Tabela 13 – Categorias de risco.

Categoria de Risco	Qualitativo	Controle
0	Extremamente baixo	Basta ser identificado.
1	Muito baixo	Requer verificação das possibilidades da ocorrência.
2	Baixo	Requer ações integrantes de um programa do tipo Sinalização – Ordem – Limpeza (SOL) e Boas Práticas de Trabalho (BPT).
3	Médio baixo	Requer ações de SOL e BPT.
4	Médio tolerado	Requer ações de melhoria contínua.
5	Médio não tolerado	Requer programa específico de controle de riscos.
6	Elevado	Devem-se adotar medidas compensatórias de redução de riscos.
7	Muito elevado	Requer ações urgentes. Enquanto não forem implantadas medidas definitivas, devem-se adotar medidas compensatórias de redução de riscos. Se as medidas compensatórias não forem implantadas deve requer de intervenção urgente com cessação das atividades que geram o risco.
8	Individual extremamente elevado	Requer intervenção imediata com cessação das atividades que geram os riscos.
9	Social extremamente elevado	Requer intervenção imediata com cessação das atividades que geram o risco.

Fonte: Adaptado de CARDELLA (2013)

Tabela 14 – Categorização de cores conforme sua prioridade

Categoria de Risco	Cor	Prioridade de Atuação
9	Preto	Urgente
8	Cinza	Máxima
7	Vermelho	Elevada
6	Alaranjado	Alta
5	Amarelo	Média
2 - 4	Verde	Baixa
0 - 1	Azul	Muito baixa

Fonte: A autora (2013)

4. ANÁLISES DOS RESULTADOS

A fabricação de misturas asfálticas a quente nas diversas empresas possui uma similaridade nas atividades desenvolvidas, porém cabe ressaltar que o grande diferencial está nas instalações e equipamentos utilizados, principalmente ao que se refere a usina. Com o passar do tempo, os fabricantes foram aperfeiçoando seus equipamentos, de maneira a garantir a segurança tanto dos trabalhadores como do meio ambiente. Infelizmente, nem todas as usinas são modernas, e muitas empresas ainda estão passando por processo de adequação de suas instalações para poder atender as legislações que cada vez estão mais rigorosas no aspecto de segurança e saúde ocupacional e meio ambiente.

4.1. DIAGRAMA DO PROCESSO

As figuras 27 e 28 mostram o diagrama de um processo de fabricação de mistura asfáltica a quente identificando as etapas. O *layout* do diagrama foi elaborado de acordo a uma empresa visitada.

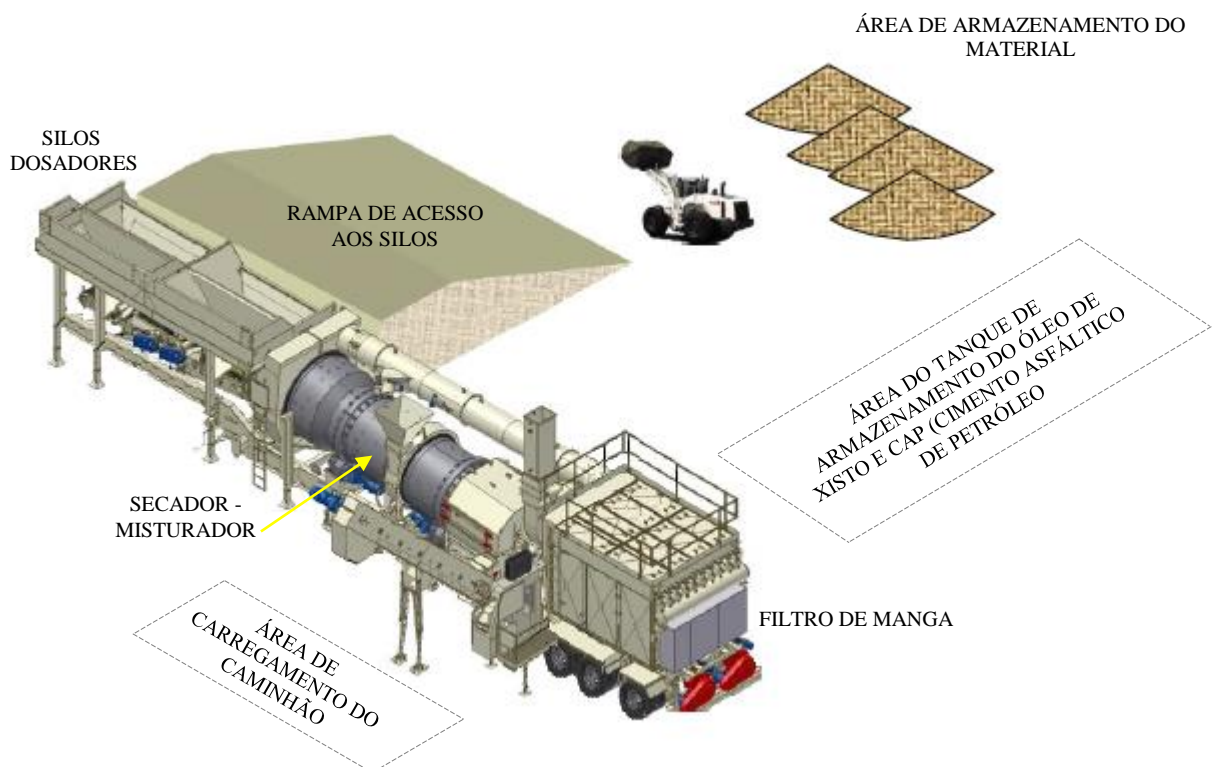


Figura 27 – *Layout* do processo
Fonte: Adaptado de TEREX (2011)

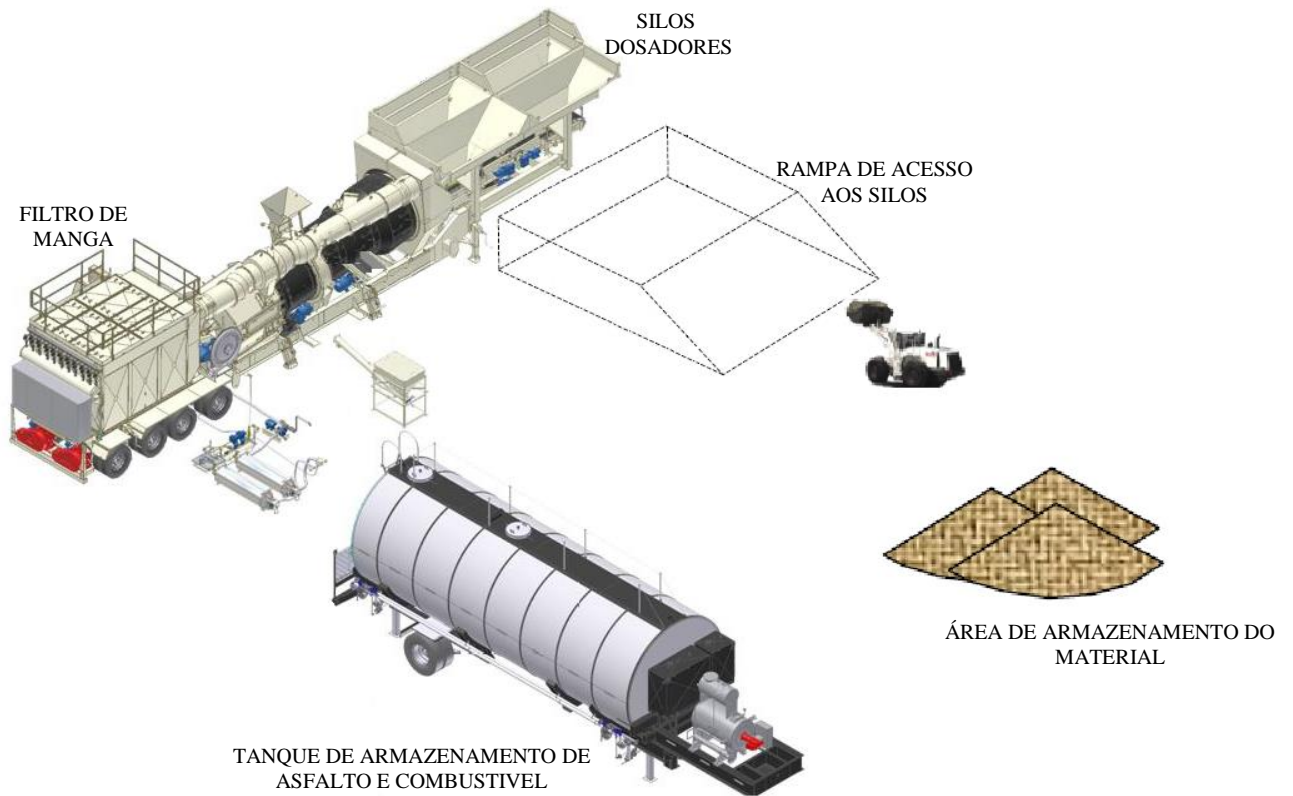


Figura 28 – *Layout* do processo
Fonte: Adaptado de TEREEX (2011).

4.1.1. Armazenagem da matéria prima

A área de armazenagem dos agregados está exposta a aerodispersóides (poeira mineral) devido a circulação de equipamentos pesados (Foto 1). Caminhões basculantes são utilizados para o descarregamento de agregados (Foto 2) e o caminhão tanque para o descarregamento de asfalto.



Figura 29 – Circulação de Equipamentos Pesados

Fonte: A autora (2013)



Figura 30 – Descarregamento de agregado

Fonte: A autora (2013)

Além desses caminhões, os funcionários que atuam na usina, carros de visita e a pá-carregadeira que abastece os silos também transitam pela área (Foto 3). Esse movimento dos equipamentos gera a possibilidade da ocorrência de uma colisão ou até mesmo atropelamento.



Figura 31 – Presença de Funcionários na área de armazenagem
Fonte: A autora (2013)

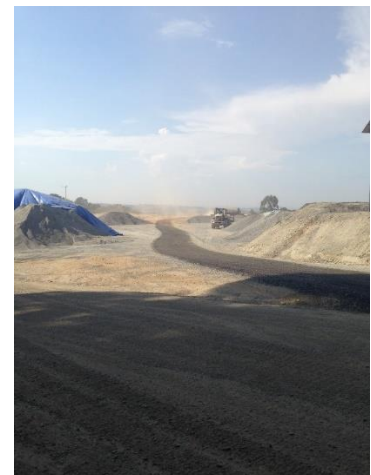
Os aerodispersóides (poeira mineral) podem ser minimizadas pela utilização de água para umedecer as vias (Foto 4a, 4b e 4c)



(a)



(b)



(c)

Figura 32 – Umidificação das vias de circulação
Fonte: A autora (2013)

Para o controle da umidade dos agregados são utilizadas lonas. As fotos 5 e 6 mostram como são cobertos as pilhas de agregados e os silos. Essa atividade poderia ocasionar torções leves e queda de altura (Foto 7).



Figura 33 – Funcionários descobrindo as pilhas de Agregados
Fonte: A autora (2014)



Figura 34 – Funcionário cobrindo os silos
Fonte: A autora (2014)



Figura 35 – Risco de Queda
Fonte: A autora (2014)

Para finalizar a cobertura dos agregados nos silos, são utilizados arames podendo ocasionar cortes devido a falta do uso do EPI's. (Foto 8 e 9).



Figura 36 – Funcionários amarrando a lona sem a presença de EPI
Fonte: A autora (2014)



Figura 37 – Presença de arames para amarrar as lonas

Fonte: A autora (2014)

O armazenamento do ligante asfáltico se dá através do tanque apresentado na foto 10.



Figura 38 – Tanque de Armazenamento

Fonte: A autora (2013)

Para descarregar o ligante asfáltico é necessário realizar a conexão do caminhão tanque ao tanque de armazenamento. A foto 11 mostra como é utilizada a mangueira para o abastecimento do caminhão ao tanque. Pode-se observar o risco ergonômico devido a posturas inadequadas na realização da atividade pelo funcionário.



Figura 39 – Risco ergonômico
Fonte: A autora (2014)

O risco de altura é apresentado através das fotos 12, 13 e 14. Na foto 12, o motorista do fornecedor aparece acima do caminhão sem nenhuma proteção contra queda de altura.



Figura 40 – Risco de altura
Fonte: A autora (2014)

Na foto 13 o funcionário aparece abrindo a tampa do tanque de armazenamento do CAP, neste caso se detectou a utilização de capacete, porém sem luvas e máscara de proteção respiratória.



Figura 41 – Risco de queda de altura

Fonte: A autora (2014)

A atividade possui perigos visíveis: como queda de altura, a temperatura do ligante asfáltico e os aerodispersóides (gases e vapores orgânicos), sendo recomendável o uso de EPI, como máscara PPF2, luvas de nitrilo, óculos incolor, botinas de segurança, o uso de talabartes duplos, além da necessidade de treinamento na NR – 35.

As fotos 13 e 14 mostram que o funcionário está em local elevado (superior a 2 metros), portanto as escadas que dão acesso à parte superior do tanque deveriam estar providas de guarda corpo, tipo marinho.



Figura 42 – Risco de queda em altura

Fonte: A autora (2014)

A mesma atividade é apresentada nas fotos 15, 16, 17 e 18 sendo que os métodos utilizados para a execução deixa bastante perceptível a possibilidade de queda de altura, principalmente pela falta do uso de EPI para queda de altura.

Outro risco importante a ser avaliado é a temperatura do ligante asfáltico. A temperatura de descarregamento ocorre entre a faixa de 150 a 170 ° C. Assim que qualquer contato provocaria de imediato queimadura.



Figura 43 – Risco de queda de altura
Fonte: A autora (2014)



Figura 44 – Risco físico, químico e ergonômico
Fonte: A autora (2014)

Na foto 17, aparece o funcionário puxando com a ajuda de uma corda a mangueira para colocá-la dentro do tanque. Posteriormente a corda é amarrada para evitar o deslize da mangueira no abastecimento. O maior risco observado foi o possível deslize da mangueira para fora ou a falha na corda que a sustenta, podendo desta forma provocar queimaduras de 3^a grau.



Figura 45 – Risco de queimadura pela a mangueira.
Fonte: A autora (2014)

A foto 18 aponta a necessidade do uso da máscara de proteção para evitar a inalação dos gases e vapores orgânicos, devendo utilizar luvas que apresentem resistência aos derivados de petróleo e a temperatura.



Figura 46 – Risco de queda, queimadura, ergonomia, gases e vapores orgânicos.

Fonte: A autora (2014)

Diante do observado faz-se a apresentação da Análise Preliminar de Risco – APR através do quadro 1 da atividade de Armazenamento de Matéria-prima

A Etapa Armazenamento de Matéria prima foi dividida da seguinte maneira:

- Transporte do material;
- Descarregamento do Agregado;
- Atividade conjunta de descarregamento da matéria prima e abastecimento dos silos - Atividades de etapas diferentes porém que ocorrem simultaneamente no pátio;
- Colocação de lona sobre o agregado;
- Descarregamento do ligante asfáltico no tanque de armazenamento;

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
TRANSPORTE DO MATERIAL	ACIDENTE	ATROPELAMENTO	EQUIPAMENTOS PESADOS: CAMINHÃO BASCULANTE, CAMINHÃO TANQUE, PÁ-CARREGADEIRA.	LESÕES	2	3	3	SINALIZAÇÃO COM A DETERMINAÇÃO DE ROTAS, PROIBIÇÃO DA PERMANÊNCIA DE PESSOAS NA ÁREA, SINAL DE ADVERTÊNCIA SONORA DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. CURSOS DE DIREÇÃO PREVENTIVA
				FRATURA	2	4	3	
				MORTE	2	7	5	
DESCARREGAMENTO DO AGREGADO	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL)	CIRCULAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DESCARREGAMENTO DO MATERIAL	IRRITAÇÃO OCULAR	3	2	4	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, UMIDIFICAÇÃO DAS VIAS DE CIRCULAÇÃO. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA
				TOSSE	4	1	4	
				SILICOSE (10 A 20 ANOS)	3	6	6	
ATIVIDADE CONJUNTA DE DESCARREGAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA E ABASTECIMENTO DOS SILOS	ACIDENTE	COLISÃO DE EQUIPAMENTO	CIRCULAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PESADOS: CAMINHÃO BASCULANTE, CAMINHÃO TANQUE, PÁ-CARREGADEIRA	LESÕES	3	0	2	SINALIZAÇÃO COM A DETERMINAÇÃO DE ROTAS, SINAL DE ADVERTÊNCIA SONORA, PROCEDIMENTOS E TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS E OPERADORES. CURSOS DE DIREÇÃO PREVENTIVA.
COLOCAÇÃO DE LONA SOBRE O AGREGADO	ERGONÔMICO	POSTURA INADEQUADA	DESLOCAMENTO PELA PILHA DE AGREGADO	TORÇÕES, LOMBALGIAS, DORES NA COLUNA E MÚSCULOS	2	3	3	CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE POSTURA ADEQUADA E RISCOS, GINÁSTICA LABORAL PARA AQUECER E FORTALECER OS MÚSCULOS
	ACIDENTE	QUEDA DE ALTURA	DESLOCAMENTO PELA PILHA DE AGREGADO NOS SILOS	LESÕES OU FRATURAS	1	3	1	DEVIDO AO RESULTADO DEVERÁ VERIFICAR POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA
		ARAME	ARAME DAS LONAS	CORTES	2	0	2	LUVAS DE VAQUETA OU RASPA
TODAS AS ANTERIORES	FÍSICO	RUÍDO	EQUIPAMENTOS PESADOS: CAMINHÃO BASCULANTE, CAMINHÃO TANQUE, PÁ-CARREGADEIRA	PERDA AUDITIVA	3	5	5	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR AURICULAR, A DEFINIÇÃO DO PROTETOR AURICULAR SERÁ DE ACORDO À ATENUAÇÃO DO RUÍDO REQUERIDO, PARA ISSO DEVERÁ SER REALIZADA A MEDIÇÃO DE EXPOSIÇÃO DO FUNCIONÁRIO

QUADRO 1 – APR – ETAPA: ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
DESCARREGAMENTO DO LIGANTE ASFÁLTICO NO TANQUE DE ARMAZENAMENTO	ACIDENTE	QUEDA DE ALTURA	NECESSIDADE DE ABASTECIMENTO DO LIGANTE ASFÁLTICO PELA PARTE SUPERIOR DO TANQUE DE ARMAZENAMENTO	FRATURAS, TRAUMATISMO	3	5	5	EQUIP. DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC): LINHA DE VIDA, GUARDA CORPO, TUBULAÇÃO DO TANQUE AO CAMINHÃO COM ENGATE NA PARTE INFERIOR PARA A MANGUEIRA. EQUIP. DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI): CINTO TIPO PARAQUEDISTA, TALABARTE DUPLO, CAPACETE COM JUGULAR.
			SUPERFÍCIE DO TANQUE E TUBULAÇÕES COM LIGANTES E COMBUSTÍVEIS EM ALTA TEMPERATURA	QUEIMADURA	3	5	5	
	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (GASES, FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO A HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO, ÓLEO DIESEL, QUEROSENE, GASOLINA E ÓLEO DE XISTO	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO COM TOSSE, DOR DE GARGANTA	4	2	4	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PPF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, ÓCULOS INCOLOR, LUVAS NITRÍLICAS PARA ALTA TEMPERATURA, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA.
				DIFICULDADE RESPIRATÓRIA, DANOS AOS PULMÕES. CONTÉM GÁS SULFÍDRICO, EXTREMAMENTE TÓXICO	4	5	6	
ACIDENTE	DERRAMAMENTO DE LIGANTE ASFÁLTICO	LIGANTE ASFÁLTICO (CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO)	QUEIMADURAS DE 3º GRAU, MORTE	3	7	7	SISTEMA DE TUBULAÇÃO FIXA DA PARTE SUPERIOR ATÉ A INFERIOR COM ENGATE NA PARTE INFERIOR PARA A MANGUEIRA DO CAMINHÃO TANQUE, PLATAFORMA NA PARTE SUPERIOR DO TANQUE PARA MONITORAMENTO QUANDO NECESSÁRIO, USO DE EPI: LUVAS DE NITRILO, ÓCULOS INCOLOR, BOTINA DE SEGURANÇA, CAPACETE COM JUGULAR, TALABARTE DUPLO, CINTO TIPO PARAQUEDISTA, CREME PROTETOR E FILTRO SOLAR.	

QUADRO 1 – APR – ETAPA: ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
TODAS AS ANTERIORES	FÍSICO	RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE	SOL	QUEIMADURA, ESGOTAMENTO, CAIMBRAS POR DESIDRATAÇÃO, DESMAIO, URTICÁRIA.	4	1	4	APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR A CADA 3 HORAS, REAPLICAÇÃO EM CASOS DE MUITA TRANSPIRAÇÃO, ÓCULOS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS ULTRAVIOLETAS, BONÉ ÁRABE. INGESTÃO DE LIQUIDOS.
				CÂNCER DE PELE	4	4	6	

QUADRO 1 – APR – ETAPA: ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA (Continuação)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

4.1.2. Abastecimento dos Silos Dosadores

Os silos de agregados têm a função de dosar os materiais de acordo com o projeto da mistura asfáltica (Foto 19). São construídos em chapas de aço, em formato tronco piramidal, com capacidade de carga compatível com a produção nominal do modelo da Usina de Asfalto.



Figura 47 – Silos Dosadores

Fonte: A autora (2013).

Foi considerado neste caso o abastecimento dos silos dosadores através de pá carregadeira, conforme foto 20.



Figura 48 – Abastecimentos dos Silos Dosadores através de pá-carregadeira
Fonte: A autora (2014).

Para o abastecimento dos silos foram analisadas a possibilidade de atropelamento pela presença de funcionários na área de trabalho (Foto 21) e o tombamento do equipamento devido à rampa, sendo que este dependerá do *layout* adotado para cada empresa (Foto 22), podendo ser utilizado cabines dotadas com itens de segurança como os *ROPS* (*Rollover Protection Systems*) e *FOBS* (*Falling Object Protection Systems*).



Figura 49 – Atividade com a necessidade da presença de trabalhadores na área de abastecimento dos silos.
Fonte: A autora (2014).



Figura 50 – Inclinação da rampa – Risco de Acidente - Tombamento.
Fonte: A autora (2014).

Diante do observado na execução das atividades desta etapa faz-se a apresentação da Análise Preliminar de Risco – APR através do quadro 2.

A Etapa Armazenamento de Matéria compreende no transporte dos agregados aos silos através da pá-carregadeira.

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO							
TRANSPORTE DO AGREGADO AOS SILOS ATRAVÉS DE PÁ-CARREGADEIRA	ACIDENTE	ATROPELAMENTO	DISTRACÇÃO	LESÕES	2	3	3	SINALIZAÇÃO COM A DETERMINAÇÃO DE ROTAS, PROIBIÇÃO DA PERMANÊNCIA DE PESSOAS NA ÁREA, SINAL DE ADVERTÊNCIA SONORA DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. CURSOS DE DIREÇÃO PREVENTIVA							
				FRATURA	2	4	3								
				MORTE	2	7	5								
		COLISÃO DE EQUIPAMENTO	CIRCULAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PESADOS: CAMINHÃO BASCULANTE, CAMINHÃO TANQUE,	LESÕES	3	0	2	SINALIZAÇÃO COM A DETERMINAÇÃO DE ROTAS, SINAL DE ADVERTÊNCIA SONORA, PROCEDIMENTOS E TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS E OPERADORES. CURSOS DE DIREÇÃO PREVENTIVA.							
									QUEDA DO FUNCIONÁRIO DO EQUIPAMENTO	SUBIDA E DESCIDA INAPROPRIADA DA PÁ-CARREGADEIRA	LESÕES	3	2	0	UTILIZAÇÃO DO CORRIMÃO OU EM CASOS DE AUSÊNCIA, PROVIDENCIAR A INSTALAÇÃO DOS MESMOS.
											FRATURA	2	4	3	
		TOMBAMENTO DA PÁ-CARREGADEIRA	INCLINAÇÃO DA RAMPA LAYOUT DE TRABALHO	LESÕES	2	3	3	SINALIZAÇÃO, RETROVISOR, EVITAR MOVIMENTOS BRUSCOS COM A CONCHA ELEVADA E CARREGADA, MANTER DISTÂNCIA ADEQUADA DE DESNÍVEIS. CURSOS DE DIREÇÃO PREVENTIVA. CABINES COM ROPS E FOPS							
				FRATURA	2	4	3								
				MORTE	2	7	5								
		QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL)	CIRCULAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DESCARREGAMENTO DO MATERIAL	IRRITAÇÃO OCULAR	3	2	4	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFFI CONTRA POEIRAS, UMIDIFICAÇÃO DAS VIAS DE CIRCULAÇÃO. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA.						
										TOSSE	4	1	4		
										SILICOSE (10 A 20 ANOS)	3	6	6		
ERGONÔMICO	POSTURA INADEQUADA	PÁ CARREGADEIRA	LOMBALGIAS, DORES NA COLUNA E MÚSCULOS	3	3	5	CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE POSTURA ADEQUADA E RISCOS, ANÁLISE DA CABINE, DA ALTURA DO ASSENTO (SE FOR REGULÁVEL), GINÁSTICA LABORAL PARA AQUECER E FORTALECER OS MÚSCULOS								
	MOVIMENTOS REPETITIVOS	COMANDOS DO EQUIPAMENTO	DORES NOS MÚSCULOS, NERVOS E TENDÕES	1	4	2	GINÁSTICA LABORAL PARA AQUECER E FORTALECER OS MÚSCULOS. INGESTÃO DE LÍQUIDOS PARA A PRESERVAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES. EM MOMENTO DE PAUSA DESCER DO EQUIPAMENTO, ALONGAR E CAMINHAR.								

QUADRO 2 – APR – ETAPA: ABASTECIMENTO DO SILO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
TRANSPORTE DO AGREGADO AOS SILOS ATRAVÉS DE PÁ CARREGADEIRA	FÍSICO	RUÍDO	PÁ-CARREGADEIRA	PERDA AUDITIVA	3	5	5	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR AURICULAR, A DEFINIÇÃO DO PROTETOR AURICULAR SERÁ DE ACORDO À ATENUAÇÃO DO RUÍDO REQUERIDO, PARA ISSO DEVERÁ SER REALIZADA A MEDIÇÃO DE EXPOSIÇÃO DO FUNCIONÁRIO.
		RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE	SOL	QUEIMADURA, ESGOTAMENTO, CAIMBRAS POR DESIDRATAÇÃO, DESMAIO, URTICÁRIA.	4	1	4	APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR A CADA 3 HORAS, REAPLICAÇÃO EM CASOS DE MUITA TRANSPIRAÇÃO, ÓCULOS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS ULTRA-VIOLETAS, CABINE CLIMATIZADA, INGESTÃO DE LÍQUIDOS.
				CÂNCER DE PELE	4	4	6	

QUADRO 2 – APR – ETAPA: ABASTECIMENTO DO SILO (Continuação)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

4.1.3. Usinagem

4.1.3.1. Operação

Foi observado no processo de operação da usinagem a exposição de aerodispersóides, tanto de poeira mineral (silos, correia, processos anteriores) como de fumos, gases e vapores orgânicos emitidos pelo produto final. A foto 23 mostra a caçamba de um caminhão que ao ser carregado emana os vapores orgânicos provenientes da massa.



Figura 51 – Fumos e vapores orgânicos
Fonte: A autora (2014)

A foto 24 mostra na área de operação da usina a presença de caminhões, podendo ocasionar acidentes como colisão e atropelamento.



Figura 52 – Presença de caminhões na Área de Usinagem
Fonte: A autora (2014)

Através das correias transportadoras os materiais dos silos são levados até o secador. Neste caso observamos a possibilidade do funcionário estar em contato com os roletes, as correias, podendo ocasionar lesões e em casos mais sérios a ocorrência de esmagamento de membros. As fotos 25, 26 e 27 mostram as correias e o acesso livre à elas.



Figura 53 – Correias Transportadoras
Fonte: A autora (2013)



Figura 54 – Correia Transportadora
Fonte: A autora (2013)



Figura 55 – Livre acesso à Correia Transportadora
Fonte: A autora (2014)

Nesta mesma etapa é possível visualizar através da foto 28 o abastecimento de fíler. A cal é utilizada como fíler, sendo transportada do silo de fíler até o secador. O abastecimento deste silo se dá com a ajuda da pá-carregadeira e uma estrutura em forma de braço acoplada na concha do equipamento. Os sacos pesam ente 800 kg a 1 tonelada e são abertos pela parte inferior pelo funcionário para o descarregamento no silo. A foto 28 e 29 mostra o monitoramento do silo de fíler. Seu riscos foram descritos no quadro 3.



Figura 56 – Silo de filer
Fonte: A autora (2014)



Figura 57 – Risco de queda de altura, ergonômico e químico
Fonte: A autora (2014)

Outra área importante, é a localização da cabine de comando, as fotos 30 e 31 apresentam o acesso à ela. Nas primeiras visitas foi observado a falta do corrimão e a dificuldade para subir devido a inclinação da escada (Foto 30). Posteriormente, a empresa realizou a instalação do corrimão, melhorando muito o seu acesso. É importante considerar que nem sempre as usinas vem dotadas de pequenos itens que possam facilitar a prevenção de acidentes, sendo necessário a realização de melhorias. A cabine deve ser hermeticamente fechada e climatizada para evitar a exposição de aerodispersóides e principalmente o ruído. Alguns fabricantes realizam medições de ruído e indicam em seu manual qual é a exposição ao ruído em diversas áreas da Usina.



Figura 58 – Acesso à cabine
Fonte: A autora (2013)



(a)



(b)

Figura 59 – Acesso à Cabine
Fonte: A autora (2013)

Após as observações na execução desta etapa foi aplicada a Análise Preliminar de Risco – APR através do quadro 3.

O processo de usinagem foi dividido nas etapas de:

- Operação e
- Manutenção

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO	
OPERAÇÃO DA USINA	ACIDENTE	OPERAÇÃO INADEQUADA	OPERADOR	LESÕES	2	2	2	TREINAMENTO DO OPERADOR DE USINA DE ASFALTO (GERALMENTE OS FABRICANTES POSSUEM O CURSO), TREINAMENTO NOS MANUAIS DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DA USINA QUANDO DISPONÍVEL OU REALIZAR PROCEDIMENTOS. CONTROLAR SEVERAMENTE A TEMPERATURA DE AQUECIMENTO DOS MATERIAIS DE ORIGEM DE PETRÓLEO, NÃO PODENDO ESTE ULTRAPASSAR O LIMITE DE FULGOR. TREINAMENTO DE BRIGADISTAS	
				FRATURA	2	4	3		
				MORTE	2	7	5		
				EXPLOÇÃO	1	8	3		
			PARTES MÓVEIS	ESMAGAMENTO DE MEMBROS	2	6	4		CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE POSTURA ADEQUADA E RISCOS, ANÁLISE DA CABINE, DA ALTURA DO BANCO (SE FOR REGULÁVEL), GINÁSTICA LABORAL PARA AQUECER E FORTALECER OS MÚSCULOS
				FRATURA	2	3	3		
				MORTE	1	7	3		
			QUEDA DE ALTURA	MONITORAMENTO E ABASTECIMENTO DO SILO DE FILER	LESÕES	2	2		2
		FRATURA			2	4	3		
		MORTE	2		7	5			
			ESCADA À CABINE	LESÕES OU FRATURAS	2	2	2		INSTALAÇÃO DE CORRIMÃO
		ATROPELAMENTO	DISTRAÇÃO	LESÕES	2	3	3		SINALIZAÇÃO, PROIBIÇÃO DA PERMANÊNCIA DE PESSOAS NA ÁREA OU DETERMINAÇÃO DE LUGARES PARA PEDESTRES, SINAL DE ADVERTÊNCIA SONORA DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. CURSOS DE DIREÇÃO PREVENTIVA
	FRATURA			2	4	3			
	MORTE			2	7	5			
	COLISÃO DE EQUIPAMENTO	AGLOMERAÇÃO DE CAMINHÕES	LESÕES	3	0	2	SINALIZAÇÃO COM A DETERMINAÇÃO DE ROTAS, SINAL DE ADVERTÊNCIA SONORA, PROCEDIMENTOS E TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS E OPERADORES. CURSOS DE DIREÇÃO PREVENTIVA.		
ERGONÔMICO	POSTURA INADEQUADA	CABINE DE CONTROLE E ATIVIDADES RELACIONADAS A OPERAÇÃO	LOMBALGIAS, DORES NA COLUNA E MÚSCULOS	1	3	1	CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE POSTURA ADEQUADA E RISCOS, ANÁLISE DA CABINE, DA ALTURA DO ASSENTO (SE FOR REGULÁVEL), GINÁSTICA LABORAL PARA AQUECER E FORTALECER OS MÚSCULOS		

QUADRO 3 – APR – ETAPA: USINAGEM – OPERAÇÃO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO		
OPERAÇÃO DA USINA	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL - SILICA)	CIRCULAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DESCARREGAMENTO DO MATERIAL NOS SILOS E TRANSPORTE NAS CORREIAS	IRRITAÇÃO OCULAR	3	2	4	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, UMIDIFICAÇÃO DAS VIAS DE CIRCULAÇÃO. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA.		
				TOSSE	4	1	4			
				SILICOSE (10 A 20 ANOS)	3	6	6			
		AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL - CAL)	DESCARREGAMENTO E MONITORAMENTO DO CAL NO SILO DE FILLER	IRRITAÇÃO OCULAR E DA PELE	3	2	4		UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, USAR ROUPAS E LUVAS RESISTENTES AO MATERIAL TAIS COMO DE NEOPRENE, BORRACHA NATURAL, POLIETILENO. NÃO USAR CREMES NAS MÃOS DURANTE MANUSEIO. APÓS MANUSEIO LAVAR AS PARTES COM ÁGUA EM ABUNDÂNCIA E APLICAR CREME HIDRATANTE PARA EVITAR RESSECAMENTO. USAR ÓCULOS DE PROTEÇÃO, NÃO DEVENDO SER UTILIZADAS LENTES DE CONTATO DURANTE MANUSEIO. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA;	
				IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATORIO SUPERIOR	3	2	4			
				EDEMA PULMONAR	2	4	3			
		AERODISPERSÓIDES (GASES, FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO, ÓLEO DIESEL, QUEROSENE, GASOLINA E ÓLEO DE XISTO NA USINAGEM DE MISTURA ASFÁLTICA A QUENTE	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO COM TOSSE, DOR DE GARGANTA	4	2	4			UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, OCULOS INCOLOR, LUVAS NITRÍLICAS PARA ALTA TEMPERATURA, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA.
				DIFICULDADE RESPIRATÓRIA, DANOS AOS PULMÕES. CONTÉM GÁS SULFÍDRICO, EXTREMAMENTE TÓXICO.	4	5	6			
		ERGONÔMICO	POSTURA INADEQUADA	CABINE DE CONTROLE E ATIVIDADES RELACIONADAS A OPERAÇÃO	LOMBALGIAS, DORES NA COLUNA E MUSCULOS	1	3			1

QUADRO 3 – APR – ETAPA: USINAGEM – OPERAÇÃO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
OPERAÇÃO DA USINA	FÍSICO	RUÍDO	USINA	PERDA AUDITIVA	3	5	5	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR AURICULAR, A DEFINIÇÃO DO PROTETOR AURICULAR SERÁ DE ACORDO À ATENUAÇÃO DO RUÍDO REQUERIDO, PARA ISSO DEVERÁ SER REALIZADA A MEDIÇÃO DE EXPOSIÇÃO DO FUNCIONÁRIO.
		TEMPERATURA	EQUIPAMENTOS DE DUTOS	QUEIMADURA	3	5	5	TODAS AS ÁREAS QUE CONTENHAM PARTES QUENTES DEVERÃO ESTAR ISOLADAS (CONES, FITAS, CORRENTES) E SINALIZADAS. UTILIZAÇÃO DE ISOLAMENTO TERMICO EM DUTOS.
		RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE	SOL	QUEIMADURA, ESGOTAMENTO, CAIMBRAS POR DESIDRATAÇÃO, DESMAIO, URTICÁRIA.	4	1	4	APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR A CADA 3 HORAS, REAPLICAÇÃO EM CASOS DE MUITA TRANSPIRAÇÃO, ÓCULOS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS ULTRAVIOLETAS, BONÉ ÁRABE. INGESTÃO DE LÍQUIDOS. CABINE CLIMATIZADA PARA OPERADOR
				CÂNCER DE PELE	4	4	6	

QUADRO 3 – APR – ETAPA: USINAGEM – OPERAÇÃO (Continuação)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

4.1.3.2. Manutenção

Os equipamentos da usina, como em qualquer outro empreendimento, requer de manutenções preventivas, corretivas e preditivas para seu desempenho, bom funcionamento e principalmente para prevenir qualquer acidente.

A troca do filtros de manga é realizada quando necessária, dependendo da produção da usina. As fotos 32, 33, 34 mostram como é realizada a execução desta atividades. A foto 32 mostra a falta de EPI, como luvas e máscaras.



(a)

(b)

Figura 60 – Troca dos filtros de Manga - Risco ergonômico - Falta de EPI's
Fonte: A autora (2014)

A foto 33 apresenta a gaiola que sustenta a manga. Não foi possível evidenciar em nenhum momento o uso do EPI nesta atividade.



Figura 61 – Gaiola do Filtro de Manga – Falta de EPI
Fonte: A autora (2014)

A foto 34 apresenta as mangas com o material impregnado. O pó do filtro contém uma mistura de aerodispersóides, sem o uso de EPI, ele fica em contato direto com pele podendo ocasionar algumas irritações.



Figura 62 – Mangas
Fonte: A autora (2014)



Figura 63 – Gaiolas e mangas
Fonte: A autora (2014)

A manutenção também é realizada dentro do filtro de mangas, a foto 36 mostra a parte inferior interna do filtro. Esta área está classificada como espaço confinado devido que é um ambiente não projetado para a ocupação humana contínua. As fotos 37 e 38 mostram o ingresso do trabalhador à essa área. Para a realização destas atividades o funcionário deve ter treinamento na NR-33.



Figura 64 – Parte interna da Câmara dos Filtros de Manga
Fonte: A autora (2013)



Figura 65 – Funcionário antes do ingresso na Câmara dos Filtros de Manga
Fonte: A autora (2013)



Figura 66 – Funcionário no interior da Câmara dos Filtros de Manga
Fonte: A autora (2013)

As fotos 39 e 40 apresenta a saída de um funcionário após realizar a limpeza.



Figura 67 – Saída do funcionário da Câmara dos Filtros de Manga
Fonte: A autora (2012)



Figura 68 – Funcionário sem o EPI adequado saindo da Câmara dos Filtros de Manga
Fonte: A autora (2012)

Outros tipos de manutenções também são realizadas, as fotos 41 e 42 mostram a manutenção do secador e do elevador devido ao acúmulo de massa, esta atividade é realizada semanalmente.



Figura 69 – Manutenção do Secador
Fonte: A autora (2014)



(a)



(b)

Figura 70 – Risco de acidentes e ergonômicos
Fonte: A autora (2014)

Diante do observado na execução da atividade de manutenção da etapa de usinagem faz-se a apresentação da Análise Preliminar de Risco – APR através do quadro 4.

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
MANUTENÇÃO DA USINA	ACIDENTE	ESPAÇO CONFINADO	FILTRO DE MANGA	LESÕES, CORTES, DESMAIO, MORTE FRATURA	1	7	3	USO DE EPI'S: PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, ÓCULOS INCOLOR, CREME PROTETOR, COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA, OU LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA COM JUGULAR, LUVAS PARA ALTA TEMPERATURA MACACÃO COM CAPUZ PARA PROTEÇÃO EM OPERAÇÕES, COM RISCOS DE CONTAMINAÇÃO POR AGENTES QUÍMICOS. TREINAMENTO ESPECÍFICO PARA ESPAÇOS CONFINADOS - NR 33 RECOMENDÁVEL EPC DE REGASTE. SINALIZAÇÃO. SOMENTE REALIZAR A ATIVIDADE COM VIGIA. PERMISSÃO DE ENTRADA E TODOS OS REQUISITOS DA NR33.
			SECADOR					
		GAIOLA – ARMAÇÕES METÁLICAS QUE SUSTENTAM OS FILTROS	TROCA DOS FILTROS DE MANGA	LESÕES, CORTES	1	2	1	USO DE EPI'S: PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, ÓCULOS INCOLOR, LUVAS DE VAQUETA OU RASPA, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA COM JUGULAR
		QUEDA DE ALTURA	MANUTENÇÃO EM LUGARES ELEVADOS	FRATURAS, TRAUMATISMOS	2	4	3	EPI: CINTO TIPO PARAQUEDISTA, TALABARTE DUPLO, CAPACETE COM JUGULAR.
				LESÕES, CORTES, FRATURAS E TRAUMATISMO	3	4	5	EPC: LINHA DE VIDA, GUARDA CORPO. EPI: CINTO TIPO PARAQUEDISTA, TALABARTE DUPLO, CAPACETE COM JUGULAR, CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA, OU LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA, LUVAS PARA ALTA TEMPERATURA, PERNEIRA
		QUEDA DE FERRAMENTAS E PEÇAS	SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS, FERRAMENTAS	LESÕES, CORTES	3	1	3	BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA.
FRATURAS	1			3	1			

QUADRO 4 – APR – ETAPA: USINAGEM - MANUTENÇÃO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO	
MANUTENÇÃO DA USINA	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL)	POEIRA PRESENTE NOS EQUIPAMENTOS	IRRITAÇÃO OCULAR	3	2	4	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA.	
				TOSSE	4	1	4		
				SILICOSE (10 A 20 ANOS)	3	6	6		
		LUBRIFICANTES	CORREIAS, SILOS, MANCAIS, ROLETES	IRRITAÇÃO NA PELE, NOS OLHOS, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA	4	1	4		USO DE EPI'S: CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA, OU LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA, LUVAS PARA ALTA TEMPERATURA.
		AERODISPERSÓIDES (GASES, FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO, ÓLEO DIESEL, QUEROSENE, GASOLINA E OLEO DE XISTO NA USINAGEM DE MISTURA ASFALTICA A QUENTE	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO COM TOSSE, DOR DE GARGANTA	4	2	4		UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, ÓCULOS INCOLOR, LUVAS NITRÍLICAS PARA ALTA TEMPERATURA, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA.
	DIFICULDADE RESPIRATÓRIA, DANOS AOS PULMÕES.			4	5	6			
	ERGONÔMICO	POSTURA INADEQUADA	ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO	LOMBALGIAS, DORES NA COLUNA E MÚSCULOS	2	4	3	CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE POSTURA ADEQUADA E RISCOS, GINÁSTICA LABORAL PARA AQUECER E FORTALECER OS MÚSCULOS. ANALISAR MÉTODOS DE EXECUÇÃO	
	FÍSICO	TEMPERATURA	MANUTENÇÃO EM PEÇAS QUENTES	QUEIMADURA	1	2	1	USO DE EPI'S: CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA OU NITRÍLICAS PARA ALTA TEMPERATURA, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS E CAPACETE DE SEGURANÇA COM JUGULAR, ESPERAR QUE A PEÇA OU EQUIPAMENTO ESFRIE.	
					4	1	4		
		RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE	SOL	QUEIMADURA, ESGOTAMENTO, CAIMBRAS POR DESIDRATAÇÃO, DESMAIO, URTICÁRIA.	4	1	4	APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR A CADA 3 HORAS, REAPLICAÇÃO EM CASOS DE MUITA TRANSPIRAÇÃO, ÓCULOS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS ULTRAVIOLETAS, BONÉ ÁRABE. INGESTÃO DE LÍQUIDOS. CABINE CLIMATIZADA PARA OPERADOR	
		CÂNCER DE PELE	4	4	6				

QUADRO 4 – APR – ETAPA: USINAGEM - MANUTENÇÃO (Continuação)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

4.1.4. Carregamento da massa asfáltica ao caminhão

As caçambas dos caminhões devem ser preparados antes da colocação da massa asfáltica a fim de evitar a aderência na mesma. As fotos 43 e 44 apresentam caçambas preparadas com cal e óleo, respectivamente, sendo que essa determinação varia de empresa para empresa.



Figura 71 – Caçamba preparada com cal
Fonte: A autora (2014)



Figura 72 – Caçamba preparada com óleo
Fonte: A autora (2014)

A foto 45 mostra como é feito o acesso à caçamba para prepará-la.



(a)

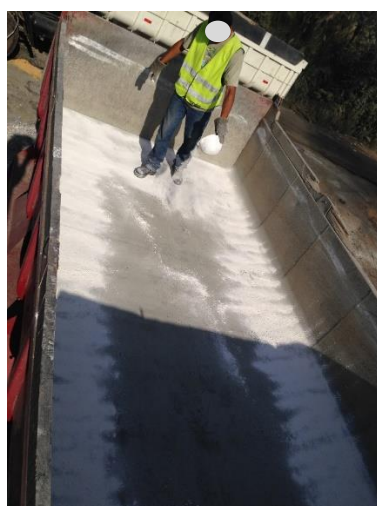


(b)

Figura 73 – Acesso à caçamba

Fonte: A autora (2014)

A foto 46 mostra o funcionário preparando a caçamba com cal. Nota-se que o capacete de segurança está servindo de recipiente para a cal.



(a)



(b)

Figura 74 – Preparação da caçamba com cal

Fonte: A autora (2014)

Para a finalização do processo o material é uniformizado na caçamba para posteriormente ser coberta com lona impermeável de alta resistência à temperatura (superior a 200°Cs) para evitar queda de partículas, água de chuvas, contaminação por poeira e principalmente a perda de temperatura. As fotos 47, 48, 49 e 50 apresentam essa atividade e sua execução. Em nenhuma atividade foi possível observar o uso de EPI de maneira adequada.



Figura 75 – Uniformização da massa asfáltica – Risco físico e químico
Fonte: A autora (2013)



Figura 76 – Uniformização e cobertura da caçamba
Fonte: A autora (2014)



Figura 77 – Uniformização e cobertura da caçamba
Fonte: A autora (2014)



Figura 78 – Uniformização e cobertura da caçamba
Fonte: A autora (2014)

O quadro 5 apresenta a APR para o Carregamento do caminhão com a massa asfáltica sendo dividida em 2 atividades:

- Preparação da caçamba
- Cobertura da caçamba com a lona.

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
PREPARAÇÃO DA CAÇAMBA	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL - CAL)	COLOCAÇÃO DE SOLUÇÃO DE CAL, DE MODO A EVITAR A ADERÊNCIA DA MISTURA ÀS CHAPAS DA BÁSCULA.	IRRITAÇÃO OCULAR E DA PELE	3	2	4	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, USAR ROUPAS E LUVAS RESISTENTES AO MATERIAL TAIS COMO DE NEOPRENE, BORRACHA NATURAL, POLIETILENO. NÃO USAR CREMES NAS MÃOS DURANTE MANUSEIO. APÓS MANUSEIO LAVAR AS PARTES COM ÁGUA EM ABUNDÂNCIA E APLICAR CREME HIDRATANTE PARA EVITAR RESSECAMENTO, USAR ÓCULOS DE PROTEÇÃO, NÃO DEVENDO SER UTILIZADAS LENTES DE CONTATO DURANTE MANUSEIO. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA;
				IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR	3	2	4	
				EDEMA PULMONAR	2	4	3	
		AERODISPERSÓIDES	COLOCAÇÃO DE ÓLEO CRU FINO OU ÓLEO PARAFÍNICO DE MODO A EVITAR A ADERÊNCIA DA MISTURA ÀS CHAPAS DA BÁSCULA.	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO NOS OLHOS, DOR DE CABEÇA E NÁUSEA	4	0	3	
COBERTURA DA CAÇAMBA COM LONA	FÍSICO	TEMPERATURA	DESLOCAMENTO SOBRE MISTURA ASFÁLTICA	QUEIMADURA	2	4	3	USO DE EPI'S: LUVAS NITRÍLICAS PARA ALTA TEMPERATURA, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS E CAPACETE DE SEGURANÇA COM JUGULAR. EPC: PLATAFORMAS NA ALTURA DO CAMINHÃO COM LONGITUDE SIMILAR À CAÇAMBA EM AMBOS LADOS, LINHA DE VIDA E GUARDA CORPO. EPI PARA PLATAFORMA: CINTO TIPO PARAQUEDISTA, TALA-BARTE DUPLO, CAPACETE COM JUGULAR,
	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (GASES, FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO, MISTURA ASFÁLTICA A QUENTE	IRRITAÇÃO NA PELE, OLHOS, TRATO RESPIRATÓRIO, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA DIFICULDADE RESPIRATÓRIA, DANOS AOS PULMÕES.	4 4	2 5	4 6	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, ÓCULOS INCOLOR, LUVAS NITRÍLICAS PARA ALTA TEMPERATURA, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA.

QUADRO 5 – APR – ETAPA: CARREGAMENTO DO CAMINHÃO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
PARA TODAS AS ATIVIDADES ANTERIORES	ACIDENTE	QUEDA DE ALTURA	ALTURA DA CAÇAMBA PARA A COLOCAÇÃO DE ÓLEO CRU FINO, ÓLEO PARAFÍNICO OU SOLUÇÃO DE CAL, DE MODO A EVITAR A ADERÊNCIA DA MISTURA ÀS CHAPAS DA BÁSCULA. OU PARA A COBERTURA DA CAÇAMBA	LESÕES, CORTES, FRATURAS	2	3	4	EPC: PLATAFORMAS NA ALTURA DO CAMINHÃO COM LONGITUDE SIMILAR À CAÇAMBA EM AMBOS LADOS, LINHA DE VIDA E GUARDA CORPO. EPI: CINTO TIPO PARAQUEDISTA, TALABARTE DUPLO, CAPACETE COM JUGULAR,
	ERGONÔMICO	POSTURA INADEQUADA	COLOCAÇÃO DA LONA E PREPARAÇÃO DA CAÇAMBA	LOMBALGIAS, DORES NA COLUNA E MÚSCULOS	2	4	3	CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE POSTURA ADEQUADA E RISCOS, GINÁSTICA LABORAL PARA AQUECER E FORTALECER OS MÚSCULOS. ANALISAR MÉTODOS DE EXECUÇÃO
	FÍSICO	RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE	SOL	QUEIMADURA, ESGOTAMENTO, CAIMBRAS POR DESIDRATAÇÃO, DESMAIO, URTICÁRIA.	4	1	4	APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR A CADA 3 HORAS, REAPLICAÇÃO EM CASOS DE MUITA TRANSPIRAÇÃO, ÓCULOS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS ULTRAVIOLETAS, BONÉ ÁRABE. INGESTÃO DE LÍQUIDOS.
				CÂNCER DE PELE	4	4	6	
	RUÍDO	USINA		PERDA AUDITIVA	3	5	5	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR AURICULAR, A DEFINIÇÃO DO PROTETOR AURICULAR SERÁ DE ACORDO À ATENUAÇÃO DO RUÍDO REQUERIDO, PARA ISSO DEVERÁ SER REALIZADA A MEDIÇÃO DE EXPOSIÇÃO DO FUNCIONÁRIO.

QUADRO 5 – APR – ETAPA: CARREGAMENTO DO CAMINHÃO (Continuação)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

4.1.5. Ensaios de Laboratório

Para manter a qualidade da massa asfáltica a quente, ensaios laboratoriais são realizados periodicamente nos materiais que o compõe. Para isso, o laboratorista coleta amostras dos componentes do asfalto e realiza os ensaios de acordo a normas para os diferentes tipos de materiais.

4.1.5.1. Ligante Asfáltico

As amostras são coletadas pela parte superior da carreta (Foto 51), antes do descarregamento no tanque de armazenamento, para a realização dos ensaios. Este procedimento, apresenta riscos visíveis (Foto 52 e 53), como queimaduras em caso de contato com o produto devido à temperatura, queda pela necessidade de coletar o material na parte superior do caminhão tanque entre outros apresentado no quadro 6.



(a)



(b)

Figura 79 – Acesso ao tanque para coleta de amostra

Fonte: A autora (2014)



(a)

(b)

Figura 80 – Riscos de Acidente, ergonômicos, químicos e físicos
Fonte: A autora (2014)



(a)



(b)

Figura 81 – Coleta de Cimento Asfáltico de Petróleo – CAP
Fonte: A autora (2014)

4.1.5.1.1. Ensaio de viscosidade Saybolt-Furol:

A viscosidade de um fluido é a resistência ao escoamento a uma determinada temperatura. A medida da viscosidade do ligante asfáltico tem grande importância na determinação das condições de manuseio e utilização do produto, portanto o ensaio determinará a temperatura do ligante asfáltico para a usinagem e compactação de misturas asfálticas. O ensaio é realizado com o CAP à alta temperatura podendo queimar o laboratorista no momento da retirada do tampa do orifício inferior, esta situação se apresenta na foto 54.



Figura 82 – Retirada da tampa do Viscosímetro de Saybolt Furol – Risco Físico

Fonte: A autora (2014)

4.1.5.1.2. Ensaio do Ponto de fulgor

O ponto de fulgor é um ensaio ligado à segurança de manuseio do asfalto durante o transporte, estocagem e usinagem. Este ensaio também existe o manuseio do CAP à altas temperaturas.

4.1.5.2. Agregados

Em alguns casos a coleta se procede no local de armazenamento, podendo ser realizadas também na pilha de MATERIAL do próprio fornecedor. Desta maneira o laboratorista fica exposto ao atropelamento e a aerodispersóides (poeira)

4.1.5.2.1. Ensaio de granulometria

As fotos 55 e 56 mostram a realização do ensaio de granulometria.



Figura 83 – Ensaio de Análise Granulométrica
Fonte: Alves (2012)



Figura 84 – Ensaio de Análise Granulométrica
Fonte: A autora (2014)

4.1.5.2. Equivalente de areia

A utilização da solução de cloreto de cálcio-glicerina-formaldeído, neste ensaio requer análise de risco químico. A foto 57 apresenta como o ensaio é realizado, apontando risco ergonômico e químico.



Figura 85 – Ensaio de Equivalente de Areia – Risco ergonômico e químico
Fonte: Alves (2012)

4.1.5.3. Misturas Asfálticas a Quente

Para controlar que a dosagem massa asfáltica esteja conforme com as especificações de projeto, corpos de prova devem ser feitos tanto na fase de projeto como posterior coletando amostras do caminhão. A foto 58 mostra a utilização do compactador de Marshall, na execução da compactação do corpo de prova, pode ocorrer o esmagamento na mão como nos dedos.



Figura 86 – Compactador da mistura com soquete de Marshall – Risco de acidente e ergonômico pela altura padronizada do apoio
Fonte: Alves (2012)

4.1.5.3.1. Extração de Betume

Este ensaio determina se as quantidades calculadas em projeto está de acordo com o realizado pela usina. A análise de risco será devido a utilização de tricloroetileno para extrair o betume dos agregados.

As fotos 59 (a), (b), (c), (d), (e) e (f) apresentam o procedimento deste ensaio:



(a) Amostra



(b) Manuseio da amostra



(c) Pesagem da amostra



(d) Uso de tricloroetileno



(e) Colocação do tricloroetileno no rotarex



(f) Colocação do filtro no rotarex

Figura 87 – Procedimento do ensaio Extração de Betume

Fonte: A autora (2014)

4.1.5.3.2. Outros procedimentos

Para o controle da massa alguns procedimentos são adotados como:

- a) Medição de temperatura no caminhão foto 60 (a) e (b) e foto 61 com a finalidade de verificar se houve o craqueamento térmico da mistura, pela excessiva temperatura, podendo neste caso identificar pela fumaça que emana da mistura de cor azul. Se a temperatura está abaixo do indicado o manuseio da massa se verá prejudicado.
- b) Procedimento visual da massa como falta de ligante (massa “carijó”).



(a)

(b)

Figura 88 – Medição de temperatura no caminhão

Fonte: (a) Alves (2012); (b) A autora (2014)



(a) Analógico



(b) Laser

Figura 89 – Tipos de Termômetro

Fonte: A autora (2014)

O quadro 6 apresenta a APR dos ensaios laboratoriais.

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO	
COLETA DE AMOSTRAS	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL - SÍLICA)	CIRCULAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DESCARREGAMENTO DO MATERIAL NOS SILOS, COLETA DE AMOSTRA DE AGREGADOS	IRRITAÇÃO OCULAR	2	3	3	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, UMIDIFICAÇÃO DAS VIAS DE CIRCULAÇÃO. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA. LUVAS DE VAQUETA OU RASPA, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA COM JUGULAR.	
				TOSSE	2	4	3		
				SILICOSE (10 A 20 ANOS)	2	7	5		
		AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL - CAL)	CAL HIDRATADA	IRRITAÇÃO OCULAR E DA PELE	3	2	4		UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, USAR ROUPAS E LUVAS RESISTENTES AO MATERIAL TAIS COMO DE NEOPRENE, BORRACHA NATURAL, POLI-ETILENO. NÃO USAR CREMES NAS MÃOS DURANTE MANUSEIO. APÓS MANUSEIO LAVAR AS PARTES COM ÁGUA EM ABUNDÂNCIA E APLICAR CREME HIDRATANTE PARA EVITAR RESSECAMENTO, USAR ÓCULOS DE PROTEÇÃO, NÃO DEVENDO SER UTILIZADAS LENTES DE CONTATO DURANTE MANUSEIO. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA;
				IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR	3	2	4		
				EDEMA PULMONAR	2	4	3		
		AERODISPERSÓIDES (FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO, ÓLEO DIESEL, ADITIVOS MELHORADORES DE ADESIVIDADE - MISTURA ASFÁLTICA A QUENTE	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO COM TOSSE, DOR DE GARGANTA	4	2	4		
DIFICULDADE RESPIRATÓRIA, DANOS AOS PULMÕES. CONTÉM GÁS SULFÍDRICO, EXTREMAMENTE TÓXICO.	4			5	6				

QUADRO 6 – APR – ETAPA: ENSAIOS DE LABORATÓRIO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
COLETA DE AMOSTRAS	ACIDENTE	ATROPELAMENTO	EQUIPAMENTOS PESADOS: CAMINHÃO BASCULANTE, CAMINHÃO TANQUE, PÁ-CARREGADEIRA	LESÕES	1	2	2	SINALIZAÇÃO COM A DETERMINAÇÃO DE ROTAS, SINAL DE ADVERTÊNCIA SONORA, PROIBIÇÃO DA PERMANÊNCIA DE PESSOAS NA ZONA DE TRABALHO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA COM JUGULAR.
				FRATURA	1	3	3	
				MORTE	1	5	5	
	FÍSICO	RUIÍDO	USINA, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	PERDA AUDITIVA	3	5	5	
					RADIÇÃO NÃO IONIZANTE	SOL	QUEIMADURA, ESGOTAMENTO, CAIMBRAS POR DESIDRATAÇÃO, DESMAIO, URTICÁRIA.	
		CÂNCER DE PELE	4	4			6	APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR A CADA 3 HORAS, REAPLICAÇÃO EM CASOS DE MUITA TRANSPIRAÇÃO, ÓCULOS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS ULTRAVIOLETAS, BONÉ ÁRABE. INGESTÃO DE LÍQUIDOS.
ENSAIO DE VISCOSIDADE SAYBOLT-FUROL	ACIDENTE/FÍSICO	LIGANTE ASFÁLTICO - TEMPERATURA	LIGANTE ASFÁLTICO	QUEIMADURA	4	4	6	PINÇA PARA RETIRAR A TAMPA DO ORIFÍCIO INFERIOR, LUVAS NITRÍLICAS
	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO COM TOSSE, DOR DE GARGANTA	4	2	4	USO DE EPI'S: PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA OU LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA.
ENSAIO DO PONTO DE FULGOR E ESPUMA	ACIDENTE/FÍSICO	LIGANTE ASFÁLTICO /TEMPERATURA	LIGANTE ASFÁLTICO	QUEIMADURA	4	4	6	LUVAS NITRÍLICAS
	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO COM TOSSE, DOR DE GARGANTA	4	2	4	USO DE EPI'S: PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA OU LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA.

QUADRO 6 – APR – ETAPA: ENSAIOS DE LABORATÓRIO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
ENSAIO DE PENETRAÇÃO	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO COM TOSSE, DOR DE GARGANTA	4	2	4	USO DE EPI'S; PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA OU LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA.
ENSAIO DE GRANULOMETRIA	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL – SÍLICA)	PENEIRAMENTO	IRRITAÇÃO OCULAR	1	2	1	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, LUVAS DE VAQUETA OU RASPA, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA.
				TOSSE	2	0	2	
				SILICOSE (10 A 20 ANOS)	0	6	1	
ENSAIO DE EQUIVALENTE DE AREIA	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL - SÍLICA)	PENEIRAMENTO	IRRITAÇÃO OCULAR	1	2	1	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, LUVAS DE VAQUETA OU RASPA, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA.
				TOSSE	2	0	2	
				SILICOSE (10 A 20 ANOS)	0	6	1	
		AERODISPERSÓIDES	SOLUÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO-GLICERINA-FORMALDEÍDO	O FORMALDEÍDO É CARCINOGENICO, CORROSIVO PARA OLHOS, PELE E TRATO RESPIRATÓRIO. CAUSANDO IRRITAÇÃO DERMATITES, DANOS NOS RINS.	1	6	2	USO DE EPI'S; PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL COM FILTRO PARA GASES ACIDOS, LUVAS PVC, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA EM PVC
DOSAGEM DE MARSHALL	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL - SÍLICA)	PENEIRAMENTO	IRRITAÇÃO OCULAR	1	2	1	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA, LUVAS DE VAQUETA OU RASPA, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA.
				TOSSE	2	0	2	
				SILICOSE (10 A 20 ANOS)	0	6	1	
		AERODISPERSÓIDES (FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO	IRRITAÇÃO NA PELE, NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO	4	2	4	USO DE EPI'S; PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA OU LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA.

QUADRO 6 – APR – ETAPA: ENSAIOS DE LABORATÓRIO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
DOSAGEM DE MARSHALL	FÍSICO	ESMAGAMENTO	COMPACTADOR DE MARSHALL E PRENSA	LESÕES, CORTE NOS DEDOS E MÃOS	4	2	4	LUVAS DE VAQUETA OU RASPA
EXTRAÇÃO DE BETUME	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (POEIRA MINERAL - SÍLICA)	PENEIRAMENTO	IRRITAÇÃO OCULAR	1	2	1	UTILIZAÇÃO DE PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF1 CONTRA POEIRAS, LUVAS DE VAQUETA OU RASPA, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA. REALIZAR ANÁLISES PARA DETERMINAR SE A EXPOSIÇÃO ULTRAPASSA O LIMITE DE TOLERÂNCIA.
				TOSSE	2	0	2	
				SILICOSE (10 A 20 ANOS)	0	6	1	
		AERODISPERSÓIDES (FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	EXPOSIÇÃO HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO	IRRITAÇÃO NA PELE, NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO	4	2	4	USO DE EPI'S; PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA OU LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA.
AERODISPERSÓIDES (FUMOS, GASES E VAPORES ORGÂNICOS)	TRICLOROETILENO	IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO NOS OLHOS, TRANSTORNO RENAL E HEPÁTICO	3	4	5	USO DE EPI'S; PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, CREME PROTETOR COM LUVAS VITON, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA		
CONTROLE DE TEMPERATURA	ACIDENTE/FÍSICO	MISTURA ASFÁLTICA/ALTA TEMPERATURA	MISTURA ASFÁLTICA	QUEIMADURA	2	5	4	TERMÔMETRO ADEQUADO PARA A REALIZAR A MEDIÇÃO. USO DE EPI'S: PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, LUVAS NITRÍLICAS, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA COM JUGULAR
	QUÍMICO	AERODISPERSÓIDES (FUMOS E VAPORES ORGÂNICOS)	MISTURA ASFÁLTICA	IRRITAÇÃO NA PELE, IRRITAÇÃO E INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, TONTURA, SONOLÊNCIA, DOR DE CABEÇA, NÁUSEA, IRRITAÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO COM TOSSE, DOR DE GARGANTA	4	2	4	USO DE EPI'S: PROTETOR RESPIRATÓRIO SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS, CREME PROTETOR COM LUVAS DE VAQUETA, RASPA OU LUVAS NITRÍLICAS PARA ALTA TEMPERATURA, ÓCULOS INCOLOR, BOTINAS DE SEGURANÇA E CAPACETE DE SEGURANÇA.
			DIFICULDADE RESPIRATÓRIA, DANOS AOS PULMÕES. CONTÉM GÁS SULFÍDRICO, EXTREMAMENTE TÓXICO.	4	5	6		

QUADRO 6 – APR – ETAPA: ENSAIOS DE LABORATÓRIO (Continua)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

ATIVIDADE	RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	CONSEQUÊNCIAS PROVÁVEIS	F	C	R	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
TODOS OS ENSAIOS	ERGONÔMICO	POSTURA INADEQUADA	COLETA DE MATERIAIS E REALIZAÇÃO DE ENSAIOS	LOMBALGIAS, DORES NA COLUNA E MÚSCULOS	4	4	6	CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE POSTURA ADEQUADA E RISCOS, GINÁSTICA LABORAL PARA AQUECER E FORTALECER OS MÚSCULOS, ANALISAR MÉTODOS DE EXECUÇÃO

QUADRO 6 – APR – ETAPA: ENSAIOS DE LABORATÓRIO (Continuação)

Fonte: A autora (2014)

F - Frequência C - Consequência R – Risco

Após a identificação dos riscos foi analisado a sua categorização conforme a tabela 13 para determinar as prioridades de atuação, considerando os valores igual ou superior a 5 aqueles de maior importância. Nos quadros de 1 a 6 foram identificados esses riscos adotando as cores conforme tabela 14.

Após essa identificação foi elaborado o quadro 7 descrevendo os resultados finais de Prioridades de Atuação considerando os valores de maior importância de todo o Processo de fabricação de mistura asfáltica a quente.

PRIORIDADE DE ATUAÇÃO	CATEG. DE RISCO	ATIVIDADE	ETAPA	AGENTE	CONSEQUÊNCIA
ELEVADA	7	1. DESCARREGAMENTO DO LIGANTE ASFÁLTICO NO TANQUE DE ARMAZENAMENTO	1. ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA	<ul style="list-style-type: none"> LIGANTE ASFÁLTICO TEMPERATURA ELEVADA 	<ul style="list-style-type: none"> QUEIMADURA DE 3º GRAU MORTE
ALTA	6	1. DESCARREGAMENTO DO AGREGADO. 2. TRANSPORTE DE AGREGADO AO SILO. 3. OPERAÇÃO DA USINA 4. MANUTENÇÃO DA USINA 5. COLETA DE AMOSTRAS	1. ARMAZENAMENTO DE MATERIAL 2. ABASTECIMENTO DO SILO 3. USINAGEM 4. USINAGEM 5. ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<ul style="list-style-type: none"> AERODISPERSÓIDES (POEIRA) 	<ul style="list-style-type: none"> SILICOSE
		1. DESCARREGAMENTO DO LIGANTE ASFÁLTICO 2. OPERAÇÃO DA USINA 3. MANUTENÇÃO DA USINA 4. COBERTURA DA CAÇAMBA COM LONA 5. COLETA DE AMOSTRAS 6. CONTROLE DE TEMPERATURA	1. ARMAZENAMENTO DE MATERIAL 2. USINAGEM 3. USINAGEM 4. CARREGAMENTO DO CAMINHÃO COM MASSA 5. ENSAIOS DE LABORATÓRIO 6. ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<ul style="list-style-type: none"> AERODISPERSÓIDES (VAPORES ORGANICOS E FUMOS) 	<ul style="list-style-type: none"> DANOS AOS PULMÕES (PRESENÇA DE GÁS TÓXICO)
		1. TODAS AS ATIVIDADES	1. TODAS AS ETAPAS	<ul style="list-style-type: none"> RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE SOL 	<ul style="list-style-type: none"> CÂNCER DE PELE
		1. ENSAIOS DE VISCOSIDADE 2. ENSAIO DE PONTO DE FULGOR E ESPUMA	1. ENSAIOS DE LABORATÓRIO 2. ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<ul style="list-style-type: none"> LIGANTE ASFÁLTICO TEMPERATURA ELEVADA 	<ul style="list-style-type: none"> QUEIMADURA
MÉDIA	5	1. TRANSPORTE DO MATERIAL 2. TRANSPORTE DOS AGREGADOS AOS SILOS 3. OPERAÇÃO DA USINA 4. COLETA DE AMOSTRAS	1. ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA 2. ABASTECIMENTO DO SILO 3. USINAGEM 4. ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<ul style="list-style-type: none"> ATROPELAMENTO 	<ul style="list-style-type: none"> MORTE
		1. TODAS AS ATIVIDADES	1. TODAS AS ETAPAS	<ul style="list-style-type: none"> RUÍDO 	<ul style="list-style-type: none"> PERDA AUDITIVA
		1. DESCARREGAMENTO DO LIGANTE ASFÁLTICO NO TANQUE DE ARMAZENAMENTO 2. MANUTENÇÃO DA USINA	1. ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA 2. USINAGEM	<ul style="list-style-type: none"> QUEDA DE ALTURA 	<ul style="list-style-type: none"> MORTE FRATURAS QUEIMADURA
		1. TRANSPORTE DOS AGREGADOS AOS SILOS	1. ABASTECIMENTO DO SILO	<ul style="list-style-type: none"> TOMBAMENTO 	<ul style="list-style-type: none"> MORTE
		1. TRANSPORTE DOS AGREGADOS AOS SILOS	1. ABASTECIMENTO DO SILO	<ul style="list-style-type: none"> POSTURA INADEQUADA 	<ul style="list-style-type: none"> LOMBALGIAS DORES NA COLUNA DORES NOS MÚSCULOS
		1. OPERAÇÃO DA USINA	1. USINAGEM	<ul style="list-style-type: none"> OPERAÇÃO INADEQUADA 	<ul style="list-style-type: none"> MORTE
		1. OPERAÇÃO DA USINA	1. USINAGEM	<ul style="list-style-type: none"> EQUIPAMENTOS E DUTOS 	<ul style="list-style-type: none"> QUEIMADURA
		1. EXTRAÇÃO DE BETUME	1. ENSAIO DE LABORATÓRIO	<ul style="list-style-type: none"> TRICLOROETILENO 	<ul style="list-style-type: none"> TRANSTORNO RENAL TRANSTORNO HEPÁTICO

QUADRO 7 – CONCLUSÕES DAS APR's

Fonte: A autora (2014)

5. CONCLUSÕES

Ao finalizar a Análise de Risco através da ferramenta APR (Análise Preliminar de Risco), foi possível verificar as atividades dentro dos processos que requerem de maior cuidado e atuação na segurança, para evitar ou minimizar possíveis acidentes.

Portanto foi possível determinar que:

A atividade com categoria de risco 7 com prioridade de atuação **ELEVADA**:

- **Descarregamento do Ligante Asfáltico no tanque de armazenamento** – tendo como agente a elevada temperatura do Ligante asfáltico (150° -170°C)

Para esta atividade recomendou-se:

Sistema de tubulação fixa da parte superior até a inferior com engate na parte inferior para a mangueira do caminhão tanque, plataforma na parte superior do tanque para monitoramento quando necessário para evitar principalmente queimaduras de 3º grau e morte. Uso de EPI: luvas de nitrilo, óculos incolor, botina de segurança, capacete com jugular, talabarte duplo, cinto tipo paraquedista, creme protetor, filtro solar e protetor auricular.

As atividades com categoria de risco 6 com prioridade de atuação **ALTA**:

- **Descarregamento do Agregado, Transporte de agregado ao silo, Operação e Manutenção da Usina, Coleta de amostras** – tendo como agente aerodispersóides (poeira).

Para estas atividades recomendou-se:

Utilização de protetor respiratório semifacial filtrante PFF1 contra poeiras, realização de análises para determinar se a exposição ultrapassa o limite de tolerância para evitar principalmente a silicose, luvas de vaqueta ou raspa, óculos incolor, botinas de segurança e filtro solar.

- **Descarregamento de ligante Asfáltico, Operação e Manutenção da Usina, Cobertura com lona nos caminhões, Coleta de amostras, Controle de Temperatura nos caminhões** – tendo como agente aerodispersóides (vapores orgânicos e fumos).

Para estas atividades recomendou-se:

Utilização de protetor respiratório semifacial filtrante PFF2 contra poeiras, névoas e fumos para evitar principalmente danos aos pulmões devido a presença de gases

tóxicos, creme protetor com luvas de vaqueta, raspa ou luvas nitrílicas para alta temperatura, óculos incolor, botinas de segurança e capacete de segurança com jugular.

- **Todas as atividades** – tendo como agente radiação não ionizante (sol).

Para estas atividades recomendou-se:

Aplicação de protetor solar a cada 3 horas, com reaplicação em casos de muita transpiração, óculos de proteção contra raios ultravioletas, boné árabe e ingestão de líquidos para evitar principalmente câncer de pele

- **Ensaio de viscosidade e ponto de fulgor e espuma** – tendo como agente a elevada temperatura do Ligante asfáltico (150° -170°C) em pequena quantidade.

Para estas atividades recomendou-se:

Pinça para retirar a tampa do orifício inferior, luvas nitrílicas para evitar principalmente queimadura, óculos incolor, protetor respiratório semifacial filtrante PFF2.

As atividades com categoria de risco 5 com prioridade de atuação **MÉDIA**:

- **Transporte do material, transporte dos agregados aos silos, operação da Usina e Coleta de Amostras** - tendo risco de acidente: atropelamento.

Para estas atividades recomendou-se:

Sinalização com a determinação de rotas, sinal de advertência sonora, proibição da permanência de pessoas na zona de trabalho das máquinas e equipamentos, botinas de segurança e capacete de segurança com jugular.

- **Todas as atividades** – tendo como agente o ruído.

Para estas atividades recomendou-se:

Utilização de protetor auricular para evitar a perda auditiva, a definição do protetor auricular será de acordo à atenuação do ruído requerido, para isso deverá ser realizada a medição de exposição do funcionário.

- **Descarregamento do Ligante Asfáltico no tanque de armazenamento e manutenção da Usina** – tendo como agente queda de altura.

Para estas atividades recomendou-se:

EPC: Sistema de tubulação fixa da parte superior até a inferior com engate na parte inferior para a mangueira do caminhão tanque, plataforma na parte superior do tanque para monitoramento quando necessário, linha de vida, guarda-corpo, escada tipo marinho para evitar principalmente fraturas queimaduras ou morte. Uso de EPI:

luvas de nitrilo, óculos incolor, botina de segurança, capacete com jugular, talabarte duplo, cinto tipo paraquedista, creme protetor, filtro solar e protetor auricular.

- **Transporte do MATERIAL, transporte dos agregados aos silos** - tendo risco de acidente: tombamento.

Para estas atividades recomendou-se:

Sinalização, retrovisor, evitar movimentos bruscos com a concha elevada e carregada, manter distância adequada de desníveis. Cursos de direção preventiva. Cabines com **ROPS** (*Roll Over Protective Structure-Estrutura Protetora contra Capotamento*) e **FOPS** (*Falling Object Protective Structure – Estrutura com Proteção contra Quedas de Objetos*) para evitar principalmente morte do operador.

- **Transporte dos agregados aos silos** - tendo o agente a postura inadequada do Operador.

Para esta atividade recomendou-se:

Conscientização sobre postura adequada e riscos, análise da cabine, da altura do assento (se for regulável), ginástica laboral para aquecer e fortalecer os músculos para evitar principalmente lombalgias, dores na coluna e músculos.

- **Operação da Usina** - tendo o risco de acidente pela operação inadequada da usina e pelos os equipamentos e dutos.

Para esta atividade recomendou-se:

No caso da operação inadequada: Treinamento de operador de usina de asfalto (geralmente os fabricantes possuem o curso), treinamento nos manuais de operação, manutenção e segurança da usina quando disponível ou realizar procedimentos. Controlar severamente a temperatura de aquecimento dos materiais de origem de petróleo, não podendo este ultrapassar o limite de fulgor. Treinamento de brigadistas para evitar principalmente morte de algum funcionário.

No caso dos equipamentos e dutos: todas as áreas que contenham partes quentes deverão estar isoladas (cones, fitas, correntes) e sinalizadas. Utilização de isolamento térmico em dutos para evitar queimaduras.

- **Extração de betume**- tendo como agente o tricloroetileno.

Para esta atividade recomendou-se:

Uso de EPI's: protetor respiratório semifacial filtrante PFF2 contra poeiras, névoas e fumos, creme protetor com luvas viton, óculos incolor, botinas de segurança.

Finalmente, apresento algumas sugestões para próximas monografias, com a finalidade de ampliar este estudo:

- Aplicação de APR nas atividades de solda e/ou eletricidade em usinas de asfalto
- Análises quantitativa dos riscos apresentados.

REFERÊNCIAS

ACGIH - **TVLs e BEIs Baseados na Documentação dos limites de Exposição Ocupacional (TVLs) para Substancias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs)**. ABHO – Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, Edição em Português, 2013.

BERNUCCI et al. **Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros** – Petrobrás, 2010

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-1 - Disposições gerais. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013a.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-4 - SESMT. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013b.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-5 - CIPA. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013c.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-6 - EPI. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013d.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-7 - PCMSO. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013e.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-9 - PPRA. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013f.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-11 – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de MATÉRIAs. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013g.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013h.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-15 – Atividades e operações insalubres. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013i.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-17 - Ergonomia. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013j.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-23 – Proteção contra incêndios. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013k.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-24 – Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013l.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-26 – Sinalização de segurança. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013m.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-33 – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013n.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-35 – Segurança e saúde no trabalho em Altura. Manual de Legislação Atlas. São Paulo: Atlas, 73ª Edição, 2013o.

CEHOP, Companhia estadual de Habitação e Obras Públicas – **Pavimentação Rodoviária - Pavimentação com Cimento Betuminoso usinado a Quente (CBUQ)**, 2013

CARDELLA, Benedito **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes – Uma Abordagem Holística**. Editora Atlas - São Paulo, 2013, Cap. 6, Cap. 7 e Cap. 10.

CERATTI, Jorge Augusto Pereira; REIS, Rafael Marçal Martins de **Manual de Dosagem de Concreto Asfáltico** – Instituto Pavimentar, 2010

DER – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. DER/PR ES-P 21/05: Pavimentação: Cimento Asfáltico usinado à quente. Paraná, 2005

DENARDI, Antônio. Notas de aula no curso de especialização de Engenharia de segurança do Trabalho – Higiene do trabalho – agentes químicos. Curso promovido pela UTFPR. Curitiba, 2013

GIL, Antônio Carlos **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social** – Editora Atlas - São Paulo, 6ª Ed., 2008, Cap. 3.

MACEDO, Rui Bocchino. Notas de aula no curso de especialização de Engenharia de segurança do Trabalho – Doenças do trabalho – toxicologia. Curso promovido pela UTFPR. Curitiba, 2013

OMENA, Wander **Temperatura de Manuseio dos Asfaltos** - Boletim Técnico – Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de São Paulo - São Paulo, **8 de fevereiro de 2012** | Edição nº 2 - <http://www.sinicesp.com.br/MATÉRIAS/2012/bt02a.htm> - Acesso em [05/01/2014](#)

PETROBRAS – Ficha de Segurança de produtos químicos – CAP 50/70, 2013.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cezar de **Metodologia do Trabalho Científico Métodos e Técnicas da pesquisa e do trabalho Acadêmico** – Universidade Feevale, 2013

RIBAS, Manoela Sêcco. **Riscos e agentes químicos na pavimentação com Cimento Asfáltico de Petróleo**. 2012. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do trabalho), Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012.

RONCHETTI, Bernardo; ANTONELLO, Elton Luís **Curso Básico de Preparação em Usina de Asfalto** – Instituto Pavimentar, 2010

RECIFE, Prefeitura de. **ME-25 Métodos de ensaio de penetração de MATÉRIAs betuminosos** - volume 12 /ME-25, 2003.

TEREX – **Manual de Operação** - Publicação 50103130_01, Edição 11/2011

TEREX – Manual de Segurança - Publicação 50102319_03, Edição 10/2011

TEREX – Manual de Manutenção - Publicação 50103186_03, Edição 11/2011

VOTORANTIN – Ficha de Segurança de produtos químicos – CAL hidratada, 2009.