

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO NEGRO DE FUMO

Guia do Utilizador do Negro de Fumo

Segurança, Saúde e
Informação Ambiental

NOTA IMPORTANTE

Este folheto não é uma Ficha de Segurança (FdS), nem pretende servir como substituto de uma FdS. Por favor mantenha e reveja a versão mais actualizada da FdS disponível no seu fornecedor de negro de fumo antes de trabalhar com este produto.

A Associação Internacional de Negro de Fumo (AINC) é uma sociedade científica, sem fins lucrativos, fundada originalmente em 1977. O objetivo da AINC é patrocinar, realizar e participar em investigações, pesquisas e análises relativas à saúde, segurança e aspectos ambientais da produção e utilização de negro de fumo.

A Associação é dirigida e administrada por um Conselho de Administração indicado pelas empresas associadas. Este Conselho de Administração define a estratégia e fornece orientação geral para o Grupo Consultivo Científico (GCC) e da Segurança regional do Produto e Comitês de Regulamentação (SPCR), integrando e supervisionando as atividades da GCC e SPCR para determinar os objetivos e prioridades.

Há quatro entidades que reportam ao Conselho de Administração e que executam a estratégia e as prioridades que foram estabelecidas. Estas incluem o Grupo Consultivo Científico (GCC) os Comitês de Regulamentação e Segurança do Produto da América do Norte, Europa e Ásia-Pacífico.

Podem ser encontradas mais informações em www.carbon-black.org.

Este guia resume informações essenciais de saúde, segurança e ambientais para o projeto operacional, manutenção, formação, resposta de emergência, e as práticas de manipulação que podem estar relacionadas com a utilização do negro de fumo. A informação contida neste documento é fornecida para complementar o conhecimento de utilizadores de negro de fumo treinados e qualificados.

Esta publicação representa o conhecimento atual dos membros da Associação Internacional de Negro de Fumo à data da mesma. Os utilizadores devem manter-se informados sobre os novos desenvolvimentos e informações sobre as propriedades do negro de fumo, tecnologia de manuseio e requisitos regulamentares que ocorrerem após a data desta publicação. Todas as perguntas devem ser dirigidas ao seu fornecedor de negro de fumo.

ÍNDICE

INFORMAÇÃO GERAL

O que é Negro de Fumo?	4
Como é Produzido?	4
Negro de Fumo, Fuligem e Carbono Negro	5
Estrutura de Partícula — Morfologia	6

SEGURANÇA

Risco de Poeira Combustível/Explosiva	9
Risco de Incêndio	9
Serviço de Limpeza e Práticas de Trabalho Seguro	9
Armazenagem e Manuseio	10
Entrada em Espaço Limitado	10
Primeiros Socorros	10

SAÚDE

Estudos Humanos	11
Estudos animais relacionadas com a carcinogenicidade	12
Classificações de Carcinogenicidade	12
Mutagenicidade	13
Efeitos Reprodutivos	13
A Ingestão Crónica	13
Contacto Visual	13
Contacto com a pele	13
Sensibilização	13
Testes de irritação animal	13

HIGIENE OCUPACIONAL

Visão geral	14
Avaliação de Exposição Atmosférica	14
Limites de Exposição Ocupacional	14
Avaliação do Tamanho das Partículas	14

Controles de Engenharia	15
Proteção Respiratória	15

VIGILÂNCIA MÉDICA

MEIO AMBIENTE

Emissão de Gases de Efeito Estufa	17
Uso da água	17
Disposição	17
Ar	17
Águas Residuais	17
Fugas ou Derrames	18

TRANSPORTE

Contentores de Transporte	19
Classificações do transporte	19
Auto aquecimento	19

ADMINISTRAÇÃO DO PRODUTO

Negro de Fumo em Materiais em Contacto com Alimentos	20
Registos Nacionais e Outros Regulamentos Aplicáveis	20

ANEXO A

Estudos da Saúde dos trabalhadores das Industrias de Negro de Fumo, Borracha e Toner	22
--	----

ANEXO B

Limites de Exposição Ocupacional selecionados para Negro de Fumo	28
--	----

REFERÊNCIAS

	30
--	----

INFORMAÇÃO GERAL

O que é Negro de Fumo?

Negro de Fumo [CAS. Nr. 1333-86-4] é o carbono puro sob a forma de partículas coloidais que são produzidas pela combustão parcial ou decomposição térmica de hidrocarbonetos líquidos ou gasosos em condições controladas. A sua aparência física é a de um pó preto ou granulado fino. A sua utilização em pneus, borracha e materiais plásticos, tintas de impressão e revestimentos está relacionada com propriedades da área específica de superfície, o tamanho e a estrutura da partícula, condutividade e cor. A Tabela 1 proporciona informação geral sobre negro de fumo. A produção mundial em 2012 foi cerca de 24 bilhões de libras [11 milhões de toneladas métricas]. Cerca de 90% do negro de fumo é usado em aplicações de borracha, com o restante utilizado como um ingrediente essencial nas centenas de aplicações diversas, tais como plásticos, pigmentos e revestimentos.

Os produtos modernos de negro de fumo são descendentes diretos dos antigos “negros de fumo” inicialmente produzidos pelos chineses há mais de 3.500 anos. Estes primeiros negros de fumo não eram muito puros e diferiam bastante na sua composição química dos atuais negros de fumo. Desde meados do século 20, a maior parte do negro de fumo foi produzido pelo processo de forno de óleo, que é mais frequentemente referido como forno de preto.

Como é Produzido?

Dois processos de fabricação de negro de fumo (negro de forno e negro térmico) produzem quase todo o negro de fumo do mundo, sendo o processo negro de forno o mais comum.

O processo de negro de forno utiliza óleos aromáticos pesados como matéria-prima. A fornalha de produção utiliza bicos atomizadores num reator fechado para pirolizar a matéria-prima de petróleo sob condições cuidadosamente controladas (principalmente de temperatura e pressão). A matéria-prima é introduzida numa corrente de gás quente em que se vaporiza e depois se piroliza para formar partículas microscópicas de carbono. Na maior parte dos reatores do forno, a velocidade da reação é controlada por vapor de água ou pulverizadores. O negro de fumo flui do reator através de permutadores de calor e é arrefecido e recolhido em filtros de saco num processo contínuo.

Tabela 1

Informação Geral e Propriedades Físico-Químicas

Nome Químico:	Negro de Fumo
Sinónimos:	Acetileno Preto, Preto Canal, Negro de Fornalha, Gás Preto, Negro de Fumo Preto Térmico
Nome CAS:	Negro de Fumo
Número de Registo CAS:	1333-86-4
Fórmula Química (Molecular):	C
Peso da Fórmula:	12 (como o carbono)
Estado Físico:	Sólido: pó ou granulado
Solubilidade:	Água: insolúvel, Solventes: insolúvel
Cor:	Preto

O negro de fumo que sai pode ser ainda processado para remover impurezas. Depois dos filtros de sacos, o negro de fumo é peletizado, seco, peneirado, e preparados para embarque. Gás residual a partir de um reator de fornalha inclui uma variedade de gases, tais como monóxido de carbono e hidrogénio. A maioria das unidades de negro de forno usam uma parte deste gás residual para produzir calor, vapor ou energia eléctrica. (Ver a Figura 1a. Processo típico de produção de negro de forno.)

O processo negro térmico utiliza gás natural, que consiste principalmente em metano, como matéria-prima. O processo utiliza um dois fornos que alternam aproximadamente a cada cinco minutos entre o pré-aquecimento e a produção de negro de fumo. O gás natural é injetado no forno refractário revestido quente e, na ausência de ar, o calor do material refractário decompõe o gás natural em negro de fumo e hidrogénio. A corrente de material aerossol é extinta com pulverizadores de água e filtrada num saco. O negro de fumo que sai pode ser ainda processado para remover as impurezas, ser peletizado, peneirado e em seguida embalado para expedição.

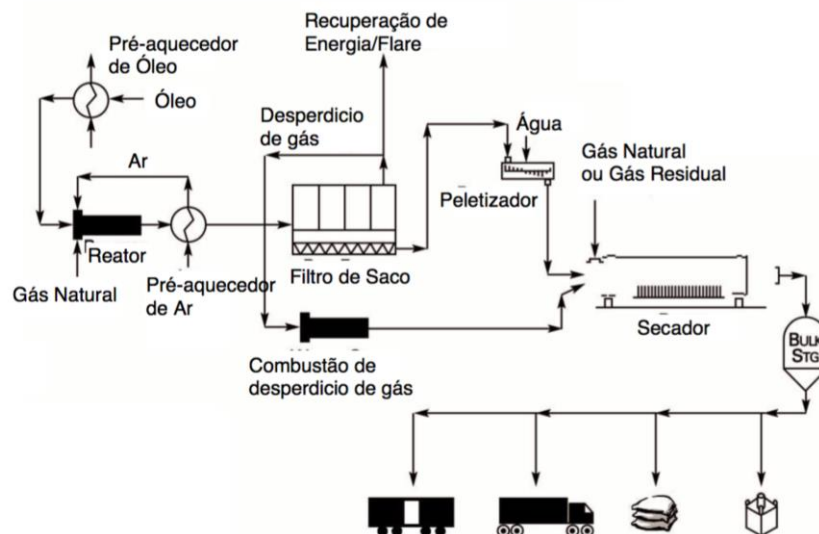


Figura 1a
 Processo Típico de Produção de Negro de Forno

O gás de exaustão do hidrogénio é queimado no ar para pré-aquecer o segundo forno. O calor residual pode ser usado para gerar energia eléctrica. (Ver Figura 1b. Processo Típico de Produção de Negro Térmico.)

Negro de Fumo, Fuligem e Negro de Fumo

Negro de fumo não é fuligem nem negro de fumo. “Fuligem” e “negro de fumo” são os dois nomes mais comuns aplicadas às emissões provenientes de incêndios e combustão incompleta de combustíveis que contêm carbono (por exemplo, resíduos de óleo, óleo combustível, gasolina, óleo diesel, carvão, alcatrão de carvão, óleo de xisto, madeira, papel, borracha, plásticos e resinas). Essas emissões contêm algum carbono elementar, mas também quantidades significativas de produtos orgânicos e outros compostos.

"Fuligem" refere-se a partículas ricas em carbono produzidas por uma variedade de diferentes processos de combustão, com o escape de motores diesel a ser a maior fonte de fuligem urbana. “Negro de Fumo” é um termo usado para descrever partículas carbonadas urbanas ou ambientais do ar que foram medidas em muitos estudos recentes partículas do ambiente e interior. Embora o negro de fumo seja constituído quase exclusivamente por carbono elementar puro (> 97%), fuligem é uma substância heterogênea que consiste em menos de 60% de carbono elementar e grandes porções de impurezas inorgânicas (cinzas e metais) e espécies orgânicas de carbono. O negro de fumo geralmente consiste em <1% de compostos orgânicos extraíveis, incluindo os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs). Pelo contrário, as partículas de fuligem podem consistir de mais de 50% de espécies orgânicas e podem incluir concentrações elevadas de metais e HAPs, dependendo do material de origem. Por exemplo, as partículas de fuligem do escape de diesel são geralmente

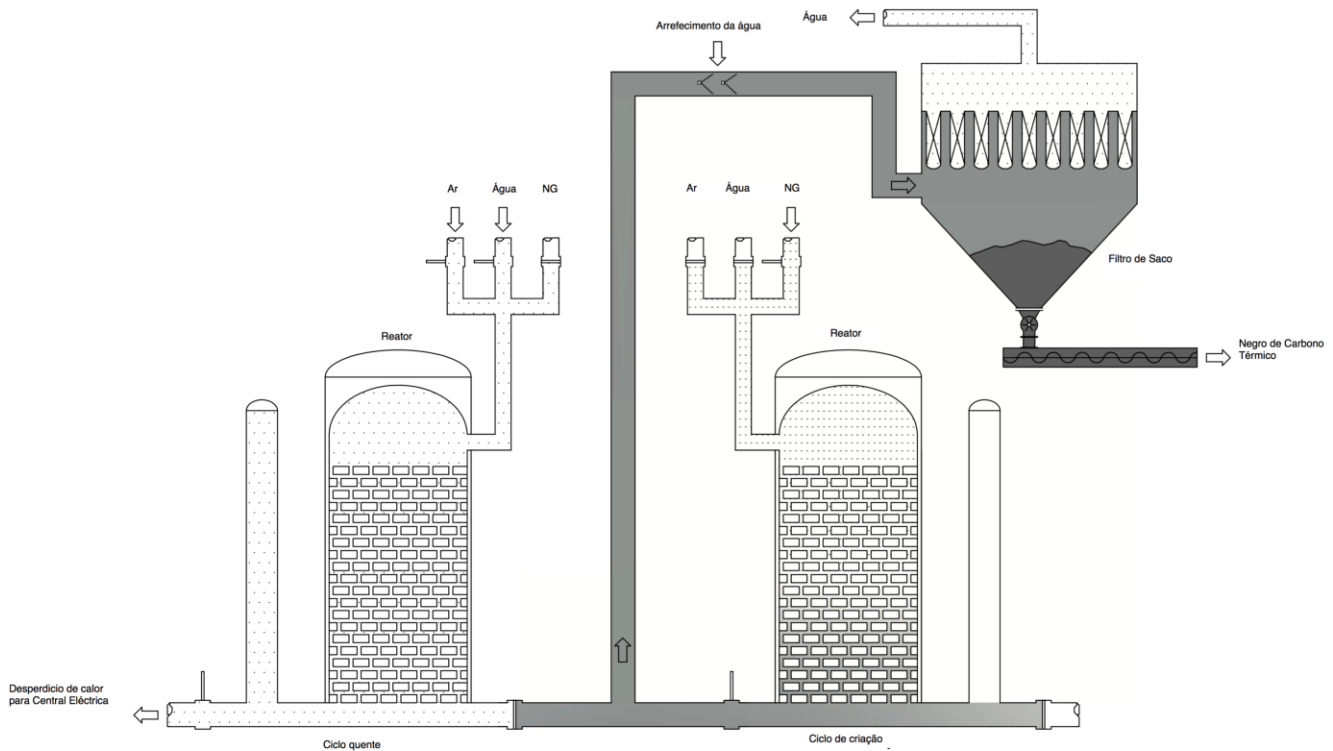


Figura 1b
Processo Típico de Produção de Negro Térmico

constituídas por um núcleo de carbono elementar revestido por matéria orgânica contendo azoto e HAPs.

No caso dos negros de fumo comerciais, contaminantes orgânicos como os PAHs só podem ser extraídos sob procedimentos analíticos laboratoriais muito rigorosos, utilizando solventes orgânicos agressivos e altas temperaturas. Água e fluidos corporais são ineficazes na remoção de HAPs a partir da superfície do negro de fumo; por conseguinte, os PAHs não são considerados como sendo biologicamente disponíveis quando adsorvidos sobre negro de fumo.

Dois outros produtos carbonados comerciais, muitas vezes confundidos com negro de fumo, são carvão ativado e preto osso. Cada um é produzido por processos diferentes de negro de fumo e cada um possui propriedades físicas e químicas únicas.

^[1]A única exceção a esta característica geral do negro de fumo fabricado é o negro térmico, em que podem existir partículas primárias em isolamento e os tamanhos das partículas primárias dentro de um agregado não são necessariamente uniformes.

Estrutura de Partícula — Morfologia

ASTM D3053-13a, *Terminologia Standard Relacionada com o Negro de Fumo*, fornece a seguinte definição e discussão em relação ao negro de fumo e sua morfologia:

Negro de Fumo, subst. — um material de engenharia, composto principalmente por carbono elementar, obtido a partir da combustão parcial ou decomposição térmica de hidrocarbonetos, existente na forma de agregados de morfologia aciniforme que são compostos de partículas primárias esféricas que exibem a uniformidade de tamanhos de partículas primárias dentro de um determinado agregado [1] e camadas turbostráticas no interior das partículas primárias.

O negro de fumo expõe uma hierarquia de características morfológicas: partículas (isto é, partículas primárias),

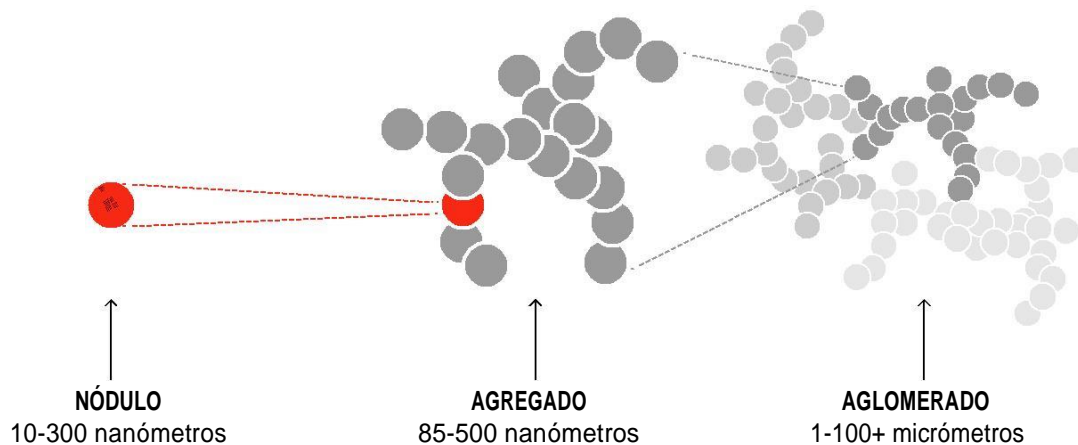


Figura 2

Sequência do Desenvolvimento da Estrutura de Negro de Fumo

O nódulo esferoidal (particular primária) é o alicerce fundamental do negro de fumo, solidamente fundido em agregados de dimensão coloidal formando uma morfologia aciniforme (como um cacho de uvas). Forças eléctricas fortes mantêm a integridade do agregado e promovem a formação de aglomerados.

agregados e aglomerados. Enquanto o bloco de construção fundamental de negro de fumo é a partícula primária, quase nunca existem isoladamente, mas estão solidamente fundidos por ligações covalentes em agregados.^[1] As partículas primárias são de natureza conceitual, em que uma vez que o agregado é formado a partícula primária deixa de existir, eles deixam de ser discretos e não têm fronteiras físicas entre eles. Uma vez produzidos, os agregados individuais unem-se por forças de “van der Waals” para formar aglomerados. Aglomerados não se decompõem em componentes menores, a menos que seja aplicada força adequada (por exemplo, força de cisalhamento). A partícula primária e o tamanho dos agregados são propriedades distributivas e variam em função do grau de negro de fumo. Micrografias electrónicas de transmissão demonstram que, enquanto a particular primária e o tamanho do agregado variam muito

dentro de um determinado grau de negro de fumo, o tamanho de particular primária é essencialmente uniforme dentro de um agregado individual.^[1]

Segundo a definição ASTM D3053-13a e aplicando a terminologia da Organização Internacional para a Normalização (ISO) Especificação Técnica 80004-1 de 2015, o negro de fumo é considerado um material nano estruturado (isto é, um material com uma estrutura interna ou de superfície em escala nano).

A **Figura 2** representa a sequência do desenvolvimento da estrutura. O tamanho da partícula primária conceptual está na gama da nano escala. No entanto, partículas primárias típicas não existem em isolamento em pó preto de fumo. Uma vez que as partículas primárias são fundidas/ligadas covalentemente entre si, a distribuição do tamanho das partículas primárias não é relevante para o negro de fumo. Conforme descrito acima, as partículas primárias esféricas ligam-se solidamente ou fundem-se em conjunto para formar

entidades discretas chamadas agregados (Figura 3). Agregados são estruturas robustas, capazes de resistir a forças de cisalhamento; são as menores unidades dispersáveis. Aglomerados são difíceis de medir com precisão já que se quebram quando as forças de cisalhamento são aplicadas.

Normalmente, o negro de fumo é fornecido e introduzido no mercado sob a forma de peletes (ou seja, aglomerados de comprimidos), para facilitar o manuseamento e para reduzir a formação de pó (Figura 4). O tamanho dos grânulos é geralmente inferior a um milímetro.

Figure 3
Digitalização de Vista Microscópica Electrónica de
Agregado de Negro de Fumo Composto por Partículas
Primárias Fundidas
Partículas (280,000x)

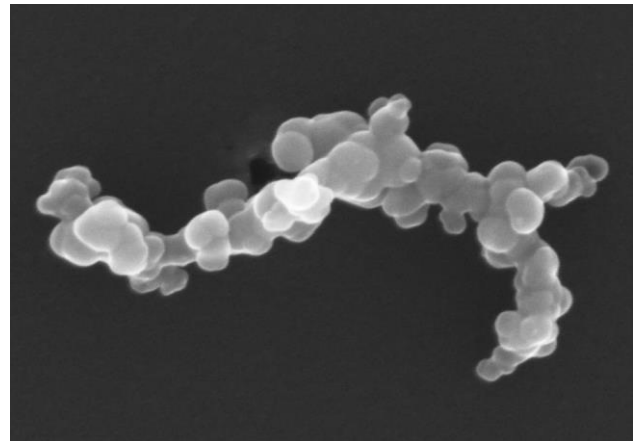


Figura 4
Pelletes de Negro de Fumo
(aglomerados compactados) como é
Normalmente Colocado no Mercado



SEGURANÇA

Perigo de Pó Combustível^[2] / Explosivo

De acordo com os vários métodos de ensaio internacionais (por exemplo, ASTM 1226, EN 14034, VDI 2263), o negro de fumo é um pó explosivo sob condições de teste de laboratório (Classe de Risco ST-1, explosão fraca). Todas as poeiras inflamáveis são combustíveis; no entanto, nem todas as poeiras combustíveis estão sujeitas a explosão. O negro de fumo é tanto combustível como explosivo.

A **concentração mínima explosiva** (CME) para poeiras de negro de fumo suspensas no ar é de $>50\text{g/m}^3$. Esta concentração é muito maior do que os limites atuais de exposição ocupacional.

A principal diferença entre o negro de fumo e outras poeiras inflamáveis é a elevada energia de ignição do negro de fumo e a que é necessária para iniciar uma explosão de pó. O pó da maioria dos negros de fumo suspensos no ar em quantidade suficiente ($>50\text{g/m}^3$) tem uma **energia mínima de ignição** (EMI) maior que $>1\text{kJ}$ de acordo com métodos de ensaio internacionais (por exemplo, ASTM 2019, EN 13821, VDI 2263).

O CME e o EMI dependem do tamanho das partículas e do teor de humidade. Estes parâmetros podem variar quando o negro de fumo é misturado com outras substâncias, especialmente se a substância que está a ser misturada com o negro de fumo é combustível ou inflamável. Portanto, o teste da mistura específica é recomendado para determinar os parâmetros de explosibilidade.

A combustão de negro de fumo pode libertar monóxido de fumo (CO), o qual quando combinado com negro de fumo pode formar misturas explosivas com o ar. Dependendo da composição da mistura híbrida (CO/negro de fumo), os parâmetros de explosibilidade (por exemplo, limite inferior de inflamabilidade, CME e EMI) podem mudar.

O pó de negro de fumo pode contribuir para explosões de poeiras secundárias (as ondas de choque de uma pequena explosão primária cria uma nuvem de poeira de

negro de fumo que é então inflamada pela explosão primária).

Boas práticas de engenharia, boas práticas de manutenção e sistemas eficazes de remoção de poeiras são necessárias para minimizar as emissões de negro de fumo e a resultante acumulação em superfícies horizontais e algumas verticais. Emissões evasivas de negro de fumo devem ser minimizadas e realizadas atividades de manutenção periodicamente (ver NFPA 654, Tabela A.6.7).

Risco de Incêndio

Negros de fumo em pó macio ou em pellets são combustíveis uma vez que queimam lentamente (ardem) e mantêm uma combustão que pode não ser visível como chama ou fumo. Em caso de incêndio, note que borrifar ou derramar água pode espalhar o fogo devido à combustão lenta do pó do negro de fumo que flutua na água. Recomenda-se um pulverizador quando se utiliza água como agente extintor. Também a espuma é uma agente extintor aceitável. Azoto ou gases de CO_2 podem ser utilizados como agentes extintores de combustão lenta de negro de fumo em silos áreas fechadas. O negro de fumo que tenha estado a arder (ou que se suspeite que esteja a arder) deve ser observado pelo menos 48 horas para assegurar que a combustão terminou. Os gases de combustão gerados durante a combustão lenta incluem monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), e óxidos de enxofre.

Manutenção e Práticas de Trabalho Seguro

Remoção e manutenção geral são muito importantes para controlar as exposições do negro de fumo. A poeira do negro de fumo espalha-se facilmente no ar através de qualquer corrente de ar ou movimento. Além disso, o negro de fumo pode manchar superfícies expostas. São altamente recomendados procedimentos de manutenção que evitem a produção de poeira ou gerem emissões evasivas no processo. Aspiração a seco, com filtragem apropriada, é o método preferencial para remover a poeira de superfícies e para limpar derrames. Deverá evitar-se varrer a seco ou utilizar ar comprimido.

^[2] Pó combustível é definido como partículas sólidas finamente divididas que apresentam um perigo de explosão de pó ou poeira quando disperses e inflamados no ar. (NFPA, 654, 2013)

Negro de fumo a granel deverá estar sempre coberto ou separado. Devem ser tomados cuidados para evitar condições que gerem uma exposição desnecessária.

O pó do negro de fumo pode penetrar caixas elétricas e outros dispositivos elétricos, criando possíveis riscos elétricos e eventuais em falhas dos equipamentos. Dispositivos elétricos que possam estar expostos à poeira de negro de fumo devem ser hermeticamente fechados ou purgados com ar limpo, periodicamente inspeccionadas e limpos, conforme necessário.

Alguns tipos de negro de fumo podem ser menos eletricamente condutores, permitindo um acúmulo de energia estática durante o manuseio. O aterramento de equipamentos e sistemas de transporte podem ser necessários em determinadas condições. Contacte o seu fornecedor de negro de fumo, se houver uma pergunta sobre as propriedades do seu grau específico de negro de fumo.

Práticas de trabalho seguro incluem a eliminação de potenciais fontes de ignição na proximidade de pó de negro de fumo, boa manutenção para evitar acumulações de poeira em todas as superfícies, um sistema de ventilação adequado e manutenção para controlar os níveis de poeira no ar abaixo do limite de exposição ocupacional aplicável, evitar varrer a seco ou limpar com ar comprimido, evitar a utilização de negro de fumo com materiais incompatíveis (por exemplo, cloratos e nitratos), e formação apropriada dos empregados sobre os perigos.

Armazenamento e Manuseamento

O negro de fumo devem ser armazenado numa área descontaminada, limpa e seca, longe da exposição a altas temperaturas, chamas, e oxidantes fortes (por exemplo, cloratos, bromatos líquidos ou oxigênio comprimido e nitratos). Uma vez que o negro de fumo adsorve humidade e vapores químicos, deverá ser armazenado em recipientes fechados. Reveja a Ficha de Segurança do fabricante ou fornecedor para obter informações adicionais.

Acesso a Espaços Restritos

Entrar em caixas, silos, vagões-tanque, camiões-tanque, ou outros espaços restritos utilizados para transportar ou armazenar negro de fumo só deve ser feito seguindo os procedimentos corretos de acesso a espaços restritos. Alguns tipos de negro de fumo podem ter

concentrações residuais de monóxido de carbono adsorvido pelas suas partículas sobre as suas superfícies. A combustão de negro de fumo pode produzir níveis perigosos de monóxido de carbono num espaço restrito ou em áreas com pouca ventilação.

Primeiros Socorros Fortes

Não há nenhuma prova para afirmar que a exposição forte ao negro de fumo pode resultar em lesões de risco de vida ou doença. A ingestão é um método pouco provável de exposição acidental. O negro de fumo não produz sensibilização respiratória ou dérmica. Como muitas poeiras, a inalação de negro de fumo pode iniciar uma resposta brônquica entre os indivíduos com doenças pulmonares pré-existentes.

Inalação: exposição de curtas a concentrações elevadas pode produzir desconforto temporário para o trato respiratório superior, o que pode resultar em tosse e respiração ofegante. Remoção da exposição ao negro de fumo é normalmente suficiente para causar sintomas que se resolvam sem efeitos duradouros.

Pele: a poeira ou o pó do negro de fumo podem causar o ressecar da pele, em contacto repetido e prolongado. O ressecar da pele também podem resultar de lavagem frequente de negro de fumo com a pele contaminada. O negro de fumo pode ser lavado da pele com água e sabão neutro esfregando suavemente. Repetir a lavagem pode ser necessário para remover o negro de fumo. Um creme protetor nas superfícies expostas da pele também pode ser um método eficaz para minimizar a exposição cutânea.

Ingestão: Não são esperados efeitos adversos da ingestão de negro de fumo. Não provoque o vômito.

Olhos: O negro de fumo não é um irritante químico. Tratar sintomaticamente para irritação mecânica. Lave os olhos com água abundante para remover a poeira. Se a irritação ou os sintomas persistirem, procure atendimento médico.

SAÚDE

Estudos Humanos

O negro de fumo tem sido objecto de estudos científicos extensivos de saúde durante as últimas décadas, bem como de quatro revisões abrangentes publicadas pela Agência Internacional para Pesquisa sobre o câncer (IARC), em 1984, 1987, 1995 e 2006. Apesar de ter sido classificado pela IARC como um carcinogéneo do Grupo 2B (possivelmente cancerígeno para os seres humanos), tal classificação é baseada numa descoberta de "evidência suficiente em animais de laboratório," mas não há "evidência suficiente em seres humanos para sua a carcinogenicidade." A evidência científica indica que o rato de laboratório é uma espécie especialmente sensível nas suas respostas pulmonares para doses elevadas persistentes de partículas de baixa solubilidade inaladas com <1,0 micrómetros de diâmetro. Os efeitos pulmonares observados em ratos, incluindo respostas inflamatórias e fibróticas, levando à formação de tumores do pulmão, não têm sido observados noutras espécies de roedores, tais como ratinhos e hamsters. Estudos de mortalidade em trabalhadores de negro de fumo não mostram uma associação entre a exposição e taxas elevadas de câncer de pulmão.

Os estudos demonstraram, no entanto, que a exposição regular ao negro de fumo e a outras partículas pouco solúveis pode desempenhar um papel na diminuição da capacidade pulmonar durante longos períodos de tempo, tal como medido pelo volume expiratório forçado num segundo (FEV1). Devem ser seguidas boas práticas de higiene ocupacional para manter a exposição do trabalhador abaixo do limite de exposição ocupacional. (Ver seção de Higiene Ocupacional e Apêndice B.)

Estudos de Mortalidade

Um estudo sobre trabalhadores de produção de negro de fumo no Reino Unido (Sorahan *et al.*, 2001) descobriu um risco acrescido de câncer no pulmão em duas das cinco unidades estudadas; no entanto, o acréscimo não foi relacionado com a dose. Como tal, não consideraram que o acréscimo de risco de câncer no pulmão estivesse relacionado com a exposição. Um estudo alemão sobre trabalhadores de uma unidade de negro de fumo (Morfeld *et al.*, 2006; Buechte *et al.*, 2006) encontrou um acréscimo semelhante de risco de câncer no pulmão mas, tal como no estudo inglês (Sorahan *et al.*, 2001), não encontrou qualquer associação com a exposição.

Um grande estudo americano feito em 18 unidades apresentou uma redução no risco de câncer no pulmão em trabalhadores de produção de negro de fumo (Dell *et al.*, 2006). Com base nestes estudos, em Fevereiro de 2006 o Grupo de Trabalho da Agência Internacional de Investigação do Câncer (IARC) concluiu que a evidência da carcinogenicidade humana era inadequada (IARC, 2010).

Desde a avaliação da IARC ao negro de fumo, Sorahan e Harrington (2007) reanalisaram os dados do estudo do Reino Unido usando uma hipótese alternativa de exposição e encontraram uma associação positiva com a exposição ao negro de fumo em duas das cinco plantas. A mesma hipótese de exposição foi aplicada por Morfeld e McCunney (2009) com o grupo alemão, e pela Dell *et al.* (2015) para o grupo americano; como não encontraram nenhuma associação entre a exposição ao negro de fumo e o risco de câncer no pulmão, concluiu-se que não havia suporte para a hipótese da exposição alternativa de Sorahan e Harrington.

Para além da análise de exposição alternativa, Dell *et al.* (2015) atualizaram o estudo americano para incluir avaliação vital do estado até 2011, e avaliações cumulativas de exposição de dose-resposta. Os autores não encontraram excesso de câncer no pulmão ou doenças respiratórias não malignas.

No geral, como resultado destas investigações detalhadas, nenhuma ligação causal entre a exposição ao negro de fumo e o risco de câncer em seres humanos tem sido demonstrada.

Estudos de Morbilidade

Os resultados de estudos epidemiológicos em trabalhadores de negro de fumo sugerem que a exposição cumulativa pode resultar em ligeira diminuição, não clínica, na função pulmonar. Um estudo americano de morbilidade respiratória sugeriu um declínio de 27 ml no FEV1 a partir de um 1 mg/m³, 8 horas TWA diária (fração inalável) para uma exposição ao longo de um período de 40 anos (Harber, 2003). Uma investigação europeia anterior sugeriu que a exposição a 1 mg/m³ (fração inalável) ao longo da vida de trabalho de 40 anos resultaria num declínio de 48 ml no FEV1 (Gardiner, 2001). No entanto, os decréscimos estimados em FEV1 de ambos os estudos foram apenas de significância estatística limite. O declínio normal relacionado com a idade durante um período de tempo semelhante seria de aproximadamente 1200 ml.

No estudo americano, 9% do grupo de não fumadores com exposição mais elevada (em contraste com 5% do grupo não exposto) relataram sintomas consistentes com bronquite crônica. No estudo europeu, limitações metodológicas na administração do questionário limitaram as conclusões que podiam ser tiradas sobre os sintomas relatados. Este estudo, no entanto, indicou uma ligação entre o negro de fumo e pequenas opacidades nas radiografias, com efeitos negligenciáveis na função pulmonar.

Ver o Anexo A para obter informações mais detalhadas sobre esses estudos humanos.

Estudos Animais Relacionados com a Carcinogenicidade

Estudos de inalação a longo prazo, até dois anos de duração, resultaram em inflamação crônica, fibrose pulmonar e tumores de pulmão em alguns ratos experimentalmente expostos a concentrações excessivas de negro de fumo. Os tumores não foram observados noutras espécies animais sob condições semelhantes. Estes mesmos efeitos foram observados quando os ratos foram expostos a várias outras partículas de pó pouco solúveis. Muitos estudiosos que realizaram estudos de inalação em ratos acreditam que os efeitos observados resultaram da acumulação maciça de pequenas partículas de poeira no pulmão de ratos após exposição a concentrações excessivas. Estas acumulações terão sobrecarregado os mecanismos naturais de limpeza do pulmão do rato e produziram um fenómeno que é descrito como "a sobrecarga do pulmão." Os efeitos não foram o resultado de um efeito tóxico específico do pó de partículas no pulmão. Muitos toxicologistas de inalação acreditam que a resposta tumoral observada nos estudos com ratos acima referenciados é específica da espécie e não se correlaciona com a exposição humana (ECETOC, 2013).

Classificações de Carcinogenicidade

A avaliação (Monografias 65 e 93; publicações de 1996 & 2010, respectivamente) da Agência Internacional de Investigação do Câncer (IARC) concluiu que "Não há provas suficientes em animais experimentais para a carcinogenicidade do negro de fumo". Esta classificação foi baseada em diretrizes da IARC, que exigem tal classificação se uma espécie exibe carcinogenicidade em dois ou mais estudos. No entanto, a IARC constatou que havia evidência inadequada em seres humanos para a carcinogenicidade do negro de fumo. A avaliação global da IARC foi que o negro de fumo é possivelmente carcinogénico para humanos (Grupo 2B).

A posição das outras autoridades, da investigação ou de organizações reguladoras relativas à classificação de negro de fumo como agente cancerígeno está indicada abaixo:

- ◆ A Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH, 2010) classifica o negro de fumo como A3, cancerígeno animal confirmado com relevância desconhecida para seres humanos
- ◆ O Programa Nacional de Toxicologia dos EUA (NTP) não listou o negro de fumo como substância cancerígena
- ◆ A administração de Saúde e Segurança Ocupacional Americana (U.S. OSHA) não listou o negro de fumo como substância cancerígena
- ◆ O documento de normas (1978) do Instituto Nacional dos EUA para Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH), sobre negro de fumo recomenda que apenas negros de fumo com níveis de contaminação por hidrocarbonetos aromáticos policíclicos superiores a 0,1% (1.000 ppm) sejam considerados cancerígenos suspeitos
- ◆ O Gabinete de Avaliação de Perigo de Saúde Ambiental (OEHHA) da Agência de Proteção Ambiental da Califórnia adicionou o "negro de fumo (partículas livres, em suspensão de tamanho respirável)" (CAS Nr. 1333-86-4) à lista proposta de 65 substâncias no dia 21 de Fevereiro de 2003. Esta lista, desencadeada pelo mecanismo de "órgão competente" no Código de Regulamentos da Califórnia, foi baseada unicamente na classificação de 1996 dada ao negro de fumo pela IARC como um carcinogénico do Grupo 2B
- ◆ A Comissão alemã MAK classificou o negro de fumo como um potencial cancerígeno, categoria 3B
- ◆ O Ministério do Trabalho, Saúde e Bem-estar do Japão "recomenda" uma classificação para o negro de fumo como uma substância cancerígena, categoria 2; Toxicidade para órgãos-alvo específicos após exposição repetida, categoria 1
- ◆ O Conselho de Taiwan para os Assuntos de Trabalho "recomenda" uma classificação para o negro de fumo como substância cancerígena, categoria 2
- ◆ A Agência de Saúde e Segurança Ocupacional coreana "recomenda" uma classificação para o negro de fumo como uma substância cancerígena, categoria 2; Toxicidade para órgãos-alvo específicos após exposição repetida, categoria 1
- ◆ Sob o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS)

das Nações Unidas, quadro adoptado pelos EUA em Osaka em 2012, a Associação Internacional do Negro de Fumo determinou que o negro de fumo não cumpre os critérios de classificação como um carcinogéneo humano. A evidência epidemiológica a partir de investigações bem conduzidas mostrou não haver ligação causal entre a exposição ao negro de fumo e o risco de doença respiratória não-maligna ou de doença maligna nos seres humanos.

Foi manifestada preocupação sobre a HAP (por vezes referido como aromáticos polinucleares [PNA]) do conteúdo de negros de fumo manufacturados. Em formas não adsorvidas, alguns HPAs foram encontrados em estudos com animais como sendo cancerígenos. No entanto, estudos *in vitro* indicam que os PAHs contidos em negro de fumo são fortemente aderentes para o negro de fumo e o PAHs não são bio disponíveis (Borm, 2005). Estudos científicos demonstraram que, uma vez incorporados numa matriz de borracha, os PAH provenientes de negro de fumo não migram a partir da matriz de borracha (Hamm, 2009).

Processos de produção e controle de qualidade modernos geralmente são capazes de manter os níveis de HAP extraíveis para menos de 0,1% (<1000 ppm) em negro de fumo com os PAHs regulamentados como agentes cancerígenos que representam uma fração menor dos extraíveis. O conteúdo em HAP extraíveis depende de numerosos factores, incluindo, mas não limitado a ele, o processo de fabrico de negro de fumo e a capacidade do procedimento analítico para extrair, identificar e medir HAP extraíveis. Questões específicas relativas ao teor de HAP devem ser dirigidas ao seu fornecedor de negro de fumo.

Mutagenicidade

O negro de fumo não é adequado para ser testado diretamente em bactérias (teste de Ames) e em sistemas *in vitro* devido à sua insolubilidade. No entanto, quando extratos orgânicos de negro de fumo foram testados, os resultados não mostraram efeitos mutagénicos. Os extratos orgânicos de negro de fumo podem conter traços de PAHs.

Numa investigação experimental ao vivo, foram relatadas mutações no gene HPRT em células epiteliais alveolares do rato, após exposição por inalação ao negro de fumo (Driscoll, 1997).

Esta observação é considerada específica dos ratos e uma consequência de "sobrecarga pulmonar", o que leva a uma inflamação crónica e libertação de espécies reativas de oxigênio. Este é considerado como um efeito secundário genotóxico e, assim, o próprio negro de fumo não seria considerado mutagénico.

Efeitos Reprodutivos

Não foram relatados quaisquer efeitos em órgãos reprodutivos ou no desenvolvimento fetal em estudos de toxicidade de dose repetida a longo prazo em animais.

Ingestão Crónica

Não foram observadas alterações significativas em ratazanas ou ratos na sequência de estudos de alimentação até dois anos.

Contacto com os Olhos

Não foram descritos efeitos adversos. O tipo de reações que o negro de fumo provoca nos olhos não é diferente de outras partículas de poeira.

Contacto com a Pele

Após a aplicação de uma suspensão de negro de fumo para a pele de ratos, coelhos e ratos, não foram relatados tumores de pele.

O pó pode causar pele seca com o contato repetido ou prolongado.

Sensibilização

Testes na pele de cobaias não produziram sensibilização. Não houve relatos de casos de sensibilização em humanos.

Testes de Irritação Animal

Irritação primária nos olhos (coelho): produziu ligeira vermelhidão, a qual desapareceu no prazo de sete dias.

Irritação primária na pele (coelho): eritema muito ligeiro (vermelhidão).

HIGIENE OCUPACIONAL

Visão Geral

Os princípios da higiene no trabalho (também conhecido como higiene industrial) são utilizados na gestão de riscos no ambiente de trabalho. Esses princípios incluem esforços para antecipar e identificar as condições potenciais de exposição dos trabalhadores, medir a exposição do trabalhador e implementar controles apropriados para reduzir a exposição aos níveis mais baixos possíveis. Embora esta seção se vá concentrar no negro de fumo, os princípios de higiene industriais são aplicados para todos os agentes potenciais de exposição e as condições presentes num ambiente de trabalho.

A experiência sugere que as atividades rotineiras que têm o maior potencial de exposição ocupacional ao negro de fumo no ar são as relacionadas com a movimentação manual, embalagem, carregamento a granel, e algumas atividades de manutenção. Atividades não rotineiras relacionadas com operações de manutenção e condições adversas também têm potencial para exposições ao negro de fumo.

Cada empregador deve realizar avaliações de risco específicas de trabalho com base no conhecimento das suas atividades e do ambiente de trabalho (de rotina, não rotineiras) e condições específicas do local.

Avaliação da Exposição ao Ar

A rota mais significativa de exposição é a inalação de negro de fumo no ar; portanto, o foco principal durante a avaliação deve estar na exposição ao ar. São usadas técnicas de monitorização pessoais para recolher amostras de ar na zona de respiração dos trabalhadores (boca / área do nariz). As medições efectuadas em locais que não são representativos da zona de respiração do trabalhador pode tanto subestimar ou sobrestimar exposições aéreas.

Os métodos de amostragem do ar pode variar de país para país e pode estar dependente da gama de tamanho ou da fracção da partícula do limite de exposição profissional correspondente (OEL). Os tipos de dispositivos de recolha de amostras de ar e as taxas de fluxo de amostragem de ar são diferentes dependendo se as amostras de ar precisam ser amostras totais, inaláveis ou respiráveis de negro de fumo.

A recolha de amostras de ar deve ser realizada por um indivíduo treinado, como um higienista ocupacional / industrial. Publicações sobre este assunto estão disponíveis na Associação de Higiene Industrial Americana (AIHA).

Os resultados das avaliações de exposição aérea identificam e quantificam as exposições de inalação e operações que requerem controles de exposição. Estes resultados também estabelecem dados de referência para a avaliação da eficácia dos controles, determinando o cumprimento dos limites de exposição ocupacional regulamentares e não regulamentares, e fornecendo informações úteis na caracterização de exposições históricas. Informações e orientações adicionais podem ser obtidas a partir de associações de higiene ocupacional profissionais nacionais ou regionais.

Limites de Exposição Ocupacional

Os limites de exposição ocupacional (OEL) para negro de fumo no ar variam por país e estão sujeitos a alterações (**ver Anexo B**). Estes limites são expressos em fracções de partículas específicos no ar (ou seja, total, inalável ou respirável). Cada fracção de partículas/gama de tamanho exige que seja usada uma metodologia diferente quando se está a conduzir a avaliação da exposição ao ar.

Limites de exposição ocupacional são geralmente expressos como concentrações médias durante um período de tempo específico. OLEs de turno completo são geralmente médias ponderadas num período de 8 horas (TWA), e alguns países também especificaram os limites de exposição a curto prazo (STEL), que são médias de 15 minutos.

Informações e orientações adicionais podem ser obtidas a partir de associações de higiene ocupacional profissionais nacionais ou regionais.

Avaliação do Tamanho das Partículas

Estudos concluem que os trabalhadores fabris do negro de fumo não são expostos a partículas de nanoescala (gama de tamanho entre 1 to 100 nanómetros) de negro de fumo.

Um estudo ICBA patrocinado realizado em fábricas de negro de fumo na Europa e nos Estados Unidos, em 2000, descobriu que não havia exposições a partículas de negro de fumo de menos de 400 nanômetros de diâmetro aerodinâmico (Kuhlbusch, 2004). O ICBA continua a apoiar o trabalho nesta área, como forma de desenvolvimento das tecnologias de medição.

Controles de Engenharia

Se os resultados da amostragem de negro de fumo no ar indicam que a exposição dos trabalhadores está acima dos limites aceitáveis, então deverão ser identificados e implementados controles apropriados para reduzir as exposições.

Controles de engenharia para eliminar ou reduzir a exposição ocupacional ao pó do negro de fumo ao nível mais baixo possível são os preferidos para o uso de respiradores ou outros tipos de equipamento de proteção individual. Controles de engenharia prevêm ou minimizam o contato com o perigo, removendo o perigo ou impedindo que o trabalhador seja exposto ao perigo. O momento mais rentável para implementar controles de engenharia é na fase de planeamento e concepção de uma nova operação ou durante as modificações para operações existentes.

Controles de engenharia que têm sido utilizados com sucesso no tratamento de negro de fumo incluem: (1) a ventilação de exaustão local (por exemplo, capuzes de laboratório) para controlar a exposição a pessoal de laboratório envolvido na manipulação de amostras; (2) capas de captura de fonte para operações de poeira, como o ensacamento, dividindo bolsa e carregamento a granel; e, (3) contenção de pós e poeiras dentro de mistura fechado, processamento e sistemas de transporte. Os sistemas de produção (por exemplo, um transportador fechado) são especialmente eficazes quando operados sob uma pressão ligeiramente negativa para minimizar as emissões de poeiras fugitivas e vazamentos.

O uso de um sistema de aspiração central dedicado ao invés de varrer a seco é um método mais eficaz para a limpeza de negro de fumo derramado em áreas onde é usado rotineiramente.

Os motores e filtros de ar para o sistema de aspiração devem ser colocados ao ar livre, e esvaziados longe das áreas ocupadas. Deverão existir vários pontos de aspiração em todas as áreas que o negro de fumo transferido, manuseado e usado que deverão estar selados quando não estiverem a ser utilizados. Mangueiras de aspiração suficientemente longas deverão ser estrategicamente localizadas ao longo das áreas de potencial utilização. Para evitar a propagação de pó de negro de fumo e a sua re-suspensão no ar, os derrames devem ser aspirados imediatamente.

Os sistemas de esvaziamento, de ventilação e de aspiração locais acima mencionados devem ser devidamente concebidos para maximizar a eficácia e para evitar problemas de desempenho. Os princípios de um bom projeto de ventilação industrial podem ser encontrados na edição mais recente da publicação *Ventilação Industrial, Um Manual de Prática Recomendada*.

Proteção Respiratória

Quando é necessária proteção respiratória para minimizar a exposição ao negro de fumo, os programas devem seguir as exigências do órgão de gestão apropriada para o país, província ou estado. Por favor, consulte a versão atual da norma ou regulamento que possa ser aplicada às suas operações.

A seleção de um respirador correto baseia-se na concentração de exposição de negro de fumo contra a qual é necessária a proteção, assim como a possibilidade da presença de outros contaminantes que podem ser libertados no local de trabalho. Medidas de avaliação da exposição representativas de contaminantes que podem ser encontrados devem ser realizados para garantir a seleção do respirador apropriado.

VIGILÂNCIA MÉDICA

Os funcionários que têm funções de trabalho que envolvem exposição ao pó de negro de fumo podem ter dúvidas sobre as implicações para a saúde da exposição. Estas perguntas geralmente centram-se em compreender se é apropriado um exame médico mais especializado. Deve-se ressaltar que, com base nos resultados de numerosos estudos sobre trabalhadores, não existe uma relação dose-resposta entre a exposição ao negro de fumo e o aumento das taxas de câncer, incluindo as taxas de câncer do pulmão.

Ao considerar a vigilância médica dos trabalhadores, o médico deve entender que as funções no trabalho variam consideravelmente. O principal problema que o médico deve tratar é se indivíduos avaliados para certos empregos tem um histórico de doenças pulmonares, como enfisema ou asma e/ou doenças de pele. Estas condições podem ser exacerbadas pela exposição a níveis elevados de poeira, de qualquer tipo, incluindo negro de fumo.

É aconselhável que o médico se familiarize com as operações, condições de trabalho, e as concentrações de exposição potenciais para os vários postos de trabalho. São recomendados passeios periódicos pelas operações pelo médico do trabalho.

A determinação da participação dos trabalhadores num programa de vigilância médica deve ser baseada nas condições de trabalho, tais como a concentração de exposição de negro de fumo e uso de respiradores. É desejável que o médico, para desenvolver um histórico ocupacional completo para cada funcionário como parte de qualquer programa de vigilância médica, inclua no mínimo, o histórico médico, a experiência de trabalho prévia noutros ambientes ocupacionais e os hábitos de vida pessoal (por exemplo, o histórico de fumador, passatempos, etc.).

MEIO AMBIENTE

Emissão de Gases de Efeito Estufa

O processo de produção de negro de fumo usa matéria-prima rica em fumo em combinação com o oxigênio. O processo da reação é parado com água para minimizar a oxidação do fumo para dióxido de carbono, e para maximizar a recuperação do negro de fumo. As emissões de gases de efeito estufa são reduzidas por meio de atividades de melhoria de rendimento do processo, bem como a utilização de gases de combustão de subprodutos no processo e a criação de vapor e/ou eletricidade. Como os processos de produção variam de acordo com a concepção de instalações e de produtos de negro de fumo produzidos, informações sobre as emissões de gases de efeito estufa e o rasto do carbono devem ser obtidas junto do seu fornecedor.

Uso da água

A água é utilizada no fabrico de negro de fumo para extinguir a reação de produção e por alguns fabricantes para peletizar o negro de fumo. A reciclagem de água e a recuperação da água da chuva são processos amplamente praticados dentro da indústria. O uso de água no processo de produção pode variar amplamente por unidade e produtos produzidos. Contacte o seu fornecedor para obter detalhes.

Disposição

Com exceção dos produtos tratados quimicamente e dispersíveis em água, o negro de fumo é mais frequentemente depositado em aterros, desde que esses aterros cumpram todos os regulamentos aplicáveis. O negro de fumo é não tóxico e não lixiviará ou libertará quaisquer constituintes para águas subterrâneas a partir de um aterro.

O negro de fumo também pode ser usado como combustível alternativo para fornos ou pode ser incinerados em incineradoras de resíduos urbanos como resíduo não perigoso. Tem aproximadamente o mesmo valor de calor por libra que o carvão pulverizado e queimará completamente com emissões baixas e praticamente sem cinza residual. O tempo de residência adequado e teor de oxigênio tem de ser fornecido para assegurar que ocorre a combustão completa. Estas alternativas ao aterro são ambientalmente apropriadas para a eliminação, desde que estejam em conformidade com os regulamentos aplicáveis.

O negro de fumo tem uma área superficial elevada e uma capacidade de adsorção forte. Os materiais orgânicos que entram em contacto com o negro de fumo podem ser adsorvidos e não são facilmente libertados daí em diante. Como resultado, as determinações de eliminação devem considerar qualquer produto químico que possa ser adsorvido sobre o negro de fumo. O negro de fumo não é biodegradável. Devem existir sempre cuidados com ações de disposição para controlar as emissões de poeira durante a trasfega, transporte e deposição subsequente de material de resíduos no aterro ou durante outras operações de eliminação.

Ar

O negro de fumo não é normalmente regulado por um controle de poluição do ar específico da substância ou por um padrão de qualidade do ar ambiente, mas as emissões de negro de fumo na atmosfera são tipicamente reguladas como um componente de matéria de uma instalação de partículas (PM) ou emissão de poeira sob outras regras. Os regulamentos aéreos variam por região, geralmente diferentes com base na qualidade do ar de cada região. O uso de filtros de tecido e outras tecnologias de captura e coleta de PM para minimizar as emissões de partículas é lugar-comum em toda a indústria e poderá ser necessário para garantir a conformidade com os regulamentos aplicáveis. Em algumas regiões, os regulamentos de partículas são baseadas no tamanho das partículas a ser emitido, com os regulamentos de endereçamento de partículas inferior a 2,5 microns; menos do que 10 microns e/ou em partículas de massa total.

Águas Residuais

Descargas de águas residuais contendo negro de fumo devem cumprir com os requisitos aplicáveis. O negro de fumo não é solúvel em água e tem um peso específico de 1,7 a 1,9 (água = 1). A gravidade de sedimentação é eficaz e é a técnica mais comum utilizada para remover o negro de fumo a partir de águas residuais. Sob algumas circunstâncias, a sedimentação pode ser inibida porque as partículas pequenas e/ou de elevada área superficial podem resistir ao humedecimento. Vários sais metálicos, tais como polímeros férricos ou sulfatos de alumínio e/ou sintéticos são eficazes como agentes de floculação para melhorar a resolução.

O tipo de floculante e a taxa de dosagem ótima pode melhor ser determinada por testes de escala de bancada ou de laboratório. A filtração também pode ser usada como uma técnica para remoção de sólidos.

Fugas ou Derrames

Derramamentos de negro de fumo devem ser limpos imediatamente para evitar a propagação e dispersão. A aspiração é o método recomendado para a recolha de negro de fumo derramado. Se for usada aspiração portátil, deve estar equipada com filtração de partículas de ar de elevada eficiência (HEPA) com o cuidado de garantir a correta manutenção dos filtros. Deve ser considerado um sistema de aspiração central para manutenção de rotina e limpeza

fugas no processo localizadas. O coletor que servir a aspiração central deve estar localizado ao ar livre e ter filtros de tecido. Se for necessário varrer a seco para limpar um derramamento remoto ou pequeno, deve haver o cuidado de não dispersar o negro de fumo no ar.

O negro de fumo não é facilmente molhado e a água pode provocar a dispersão do material derramado, o que significa que molhar ou borrifar com água não é recomendado para a limpeza. Caso este método seja usado, no entanto, deve haver cuidado com facto de o negro de fumo molhado tornar as superfícies muito escorregadias.

TRANSPORTE

Contentores

Contentores reutilizáveis devem ser devolvidos ao fabricante. Sacos de papel podem ser incinerados, reciclados ou descartados em aterro apropriado de acordo com os regulamentos nacionais e locais.

Classificação do Transporte

O negro de fumo comercial não está classificado como material perigoso pelas seguintes agências:

- ◆ Recomendações das Nações Unidas sobre o transporte de mercadorias perigosas
- ◆ Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas (ADR)
- ◆ Regulamentos relativos ao Transporte Internacional Ferroviário de Mercadorias Perigosas (RID), parte da Convenção relativa ao Transporte Internacional Ferroviário
- ◆ Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Vias Fluviais (AND)
- ◆ Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar — Código Marítimo Internacional de Mercadorias Perigosas (Código IMDG)
- ◆ Convenção sobre Aviação Civil Internacional — Anexo 18 — Transporte Seguro de Mercadorias Perigosas por via aérea
- ◆ Regulamentos de Transporte Canadiano de Mercadorias Perigosas
- ◆ Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA-DGR)
- ◆ MARPOL 73/78, Anexo II
- ◆ Código IBC
- ◆ Departamento de Transportes dos Estados Unidos
- ◆ Regulamento de Transporte Canadiano de Mercadorias Perigosas
- ◆ Código Australiano de Bens Perigosos

Questões específicas sobre classificação de transporte devem ser encaminhadas para o seu fornecedor de negro de fumo.

Auto-Aquecimento

O negro de fumo foi testado de acordo com o método da ONU, Auto-Aquecimento de Sólidos, e considerado que "Não é uma substância de auto-aquecimento da Divisão 4.2". Além disso, o negro de fumo foi testado de acordo com o método da ONU, Sólidos Facilmente Combustíveis, e foi considerado que "Não é um sólido facilmente combustível da Divisão 4.1," sob as atuais Recomendações da ONU para o Transporte de Mercadorias Perigosas.

ADMINISTRAÇÃO DO PRODUTO

Negro de Fumo em Materiais com Contacto Alimentar

O negro de fumo produzido por determinados processos foi aprovado sob circunstâncias específicas e utilizações específicas que envolvam o contacto com alimentos. Contacte o seu fornecedor de negro de fumo para obter informações adicionais.

Registos Nacionais e Outros Regulamentos Aplicáveis (não inclui tudo)

Negro de fumo, CAS número 1333-86-4, está listado nos seguintes inventários.

- ◆ Austrália: inventário Australiano de Substâncias Químicas (AICS).
- ◆ Canadá: Lei de Proteção Ambiental Canadiana (CEPA), Lista de Substâncias Domésticas (DSL).
- ◆ China: Inventário de Substâncias Químicas Existentes na China (IECSC).
- ◆ União Europeia: Inventário Europeu de Substâncias Químicas Comerciais Existentes (EINECS), 215-609-9.
- ◆ União Europeia: Regulamentação REACH (EC) Nr. 1907/2006: é obrigatório o Registo Específico da Empresa; contacte o seu fornecedor para informação adicional.
- ◆ Japão: Substâncias Químicas Existentes e Novas (ENCS), Segurança Industrial e Inventário de Direito da Saúde (ISHL).
- ◆ Coreia: Lei de Controle de Substâncias Químicas Tóxicas (TCCL), Inventário de Químicos Coreanos Existentes (KECI).
- ◆ Filipinas: Inventário Filipino de Químicos e Substâncias Químicas (PICCS).
- ◆ Taiwan: Nomeação e Notificação de Substâncias Químicas (CSNN).
- ◆ Estados Unidos: Lei de Controle de Substâncias Tóxicas (TSCA) Inventário

Nota: Os leitores são convidados a rever os regulamentos de segurança, de saúde e ambientais a nível nacional, provincial, estadual, municipal e federal, bem como a ficha de dados de segurança do seu fornecedor de negro de fumo (SDS). Questões específicas devem ser dirigidas ao seu fornecedor de negro de fumo.

Este guia não é um substituto o atual SDS do produto. Por favor contacte o seu fornecedor de negro de fumo para obter o SDS correto do negro de fumo.

Anexos & Referências

ANEXO A

Estudos do impacto na saúde dos trabalhadores da indústria de negro de fumo, borracha e toners

Estudos Epidemiológicos dos trabalhadores de negro de fumo e Nível Cancerígeno

Foram realizados diferentes tipos de estudos para avaliar o potencial cancerígeno, doença pulmonar, ou qualquer outro efeito adverso à saúde da manufatura ou utilização do negro de fumo. O que se segue é um resumo dos principais estudos epidemiológicos e toxicológicos que abordaram o câncer potencial de câncer e/ou efeitos respiratórios resultantes da exposição ao negro de fumo.

Os estudos epidemiológicos são vulgarmente realizados para abordar os potenciais riscos relacionados com a saúde de trabalhadores expostos a uma determinada substância ou que trabalham numa determinada indústria. Os estudos de mortalidade avaliam o risco de morte devido a certos tipos de doenças no grupo de trabalho estudado em comparação com a população em geral. Eles formam a base, juntamente com a avaliação toxicológica e de exposição, dos sistemas de classificação internacional de Doenças para Oncologia e limites de exposição para os trabalhadores.

O negro de fumo e seus estudos de investigação correspondentes, incluindo os estudos epidemiológicos, foram objeto de uma série de revisões científicas da Agência Internacional de Investigação do Câncer (AIIC) da Organização Mundial de Saúde em Abril de 1984, Março de 1987 e Outubro de 1995. A mais recente avaliação abrangente do risco cancerígeno devido à exposição a negro de fumo foi realizada por um grupo de trabalho AIIC em Fevereiro de 2006 (AIIC 2010). O Grupo de Trabalho observou os seguintes pontos principais: (1) O câncer do pulmão é o ponto mais importante a considerar (relativamente a potenciais efeitos malignos), e (2) a exposição dos trabalhadores nos locais de produção de negro de fumo são o grupo mais relevante para a avaliação do potencial risco cancerígeno. O Grupo de Trabalho da AIIC de 2006 concluiu que a evidência humana para carcinogenicidade era inadequada, o que confirmou a classificação 2B observada na reunião do Grupo de Trabalho da AIIC de 1995 (AIIC2010). A classificação 2B do negro de fumo significa a evidência científica para a carcinogenicidade é um "possível" carcinógeno humano com base em resultados de estudos com animais. A evidência humana sobre carcinogenicidade foi considerada "inadequada" pelo Grupo de Trabalho da AIIC de 2006.

Estudos de Coorte de mortalidade de trabalhadores de negro de fumo

A AIIC, na sua reunião do Grupo de Trabalho 2006, reviu três grandes estudos de coorte epidemiológicos relativamente a trabalhadores com negros de fumo nos Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha.

Cada estudo investigou a mortalidade por câncer do pulmão entre os trabalhadores em fábricas de produção de negro de fumo. Seguem os resumos dos resultados de cada avaliação de coorte:

1. Um estudo de coorte americano com 5.011 trabalhadores em 18 fábricas observou um padrão de mortalidade standard de câncer do pulmão menor que o esperado de 0,85 com base em 127 casos; (95% -CI [3]: 0,71, 1,00) (Dell et al., 2006). Os dados de fumadores não estavam disponíveis para este estudo, e assim este estudo não pôde ser corrigido para fumadores. Uma atualização do estudo americano de 2006 com averiguação de status vital até 2011 foi recentemente publicado e é discutido abaixo (Dell et al., 2015).
2. Um estudo do Reino Unido com trabalhadores de negro de fumo foi publicado pela primeira vez em 1985 e atualizado posteriormente (Hodgson et al, 1985; Sorahan et al, 2001). Uma coorte de 1147 em cinco fábricas de manufatura mostrou um padrão de mortalidade standard de 1,73 (61 casos, 0,95-CI: 1.32, 2.22) (Sorahan et al., 2001). Não foi apontada qualquer tendência em todas as exposições cumulativas grosseiramente avaliadas, desfasadas de até 20 anos. Foram observados dois padrões standard de mortalidade elevados, de câncer do pulmão, em duas fábricas; os padrões de mortalidade standard das outras três fábricas foram irrepreensíveis. Os dados de fumadores não estavam disponíveis para o coorte, portanto, este estudo não pôde ser corrigido para fumadores.
3. Um coorte alemão de 1528 trabalhadores de negro de fumo e numa fábrica específica em North Rhein Westphalia (NRW) foi avaliada numa série de ocasiões (Wellmann et al, 2006; Morfeld et al, 2006; Buechte et al, 2006; Morfeld et al., 2006). A avaliação inicial mostrou um padrão de mortalidade standard de 2,18 (CI: 1,61-2,87) para câncer do pulmão baseado em 50 casos em que as taxas alemãs nacionais foram utilizados como população de referência. O padrão de mortalidade standard para câncer do pulmão foi de 1,83 (CI: 1,36-2,41); no entanto, quando o grupo de trabalho foi comparado com as taxas regionais da população de NRW, esta teve uma maior taxa de incidência de fundo de câncer do pulmão devido a uma maior prevalência de fumadores na população em geral. Como no estudo do Reino Unido acima referido, não foram apontadas tendências positivas com exposição ao negro de fumo. O estudo identificou que fumar e anteriores exposições a agentes cancerígenos conhecidos são importantes fatores de risco que poderiam explicar a maior parte do risco excessivo.

Estudos de Coorte de Mortalidade de Trabalhadores de Negro de Fumo Desde a Avaliação da AIIC 2006

Na sequência da mais recente avaliação da AIIC em 2006, outras avaliações das três maiores coortes de negro de fumo foram publicados.

[3] IC = intervalo de confiança

Os autores do estudo de mortalidade do Reino Unido realizaram um prolongado acompanhamento da sua coorte e aplicaram uma nova exposição métrica, conhecido como "arrastar", numa tentativa de abordar o efeito potencial das recentes exposições ao negro de fumo sobre o risco de câncer do pulmão (Sorahan e Harrington, 2007). Em contraste com atrasar, uma análise "arrastar" centra-se nas exposições mais recentes, em contraste com exposições mais antigas. Os autores admitiram a hipótese de que o negro de fumo pode agir como um cancerígeno tardio de câncer de pulmão em duas das cinco fábricas onde foram observadas SMR elevadas nas publicações de 1985 e 2001 (Hodgson et al., 1985 e Sorahan et al., 2001). Se a hipótese do "arrastar" for verdadeira, isto é, se as exposições mais recentes conferirem o risco real, as SMR elevadas devem diminuir progressiva e substancialmente após a interrupção da exposição; seriam esperadas associações positivas seria com a exposição "arrastada" e cumulativa ao negro de fumo. Por exemplo, "arrastar" a exposição por 15 anos, significa contar apenas os riscos recebido durante os últimos 15 anos na análise de risco. Os autores observaram um efeito de "arrastar" em duas das fábricas do Reino Unido que tinham SMR elevadas de câncer de pulmão. Na sua publicação, os autores sugeriram repetições de sua metodologia em outras coortes.

A hipótese "arrastar" foi então testada na coorte de negro de fumo alemã (Morfeld e McCunney, 2007, 2009). Nem um SMR decrescente, após a interrupção da exposição, nem uma relação positiva com exposição "arrastada" acumulada ao negro de fumo foi observada, apesar do facto de a coorte alemã mostrar um SMR de câncer do pulmão claramente elevado. Assim, a coorte alemã, com a utilização da mesma metodologia, não confirmou a hipótese do Reino Unido em "arrastar". Outro estudo da coorte alemã empregava uma análise tendência Bayesiana para explorar todos os potenciais factores de risco e fatores de confusão que podem ter contribuído para os resultados SMR (Morfeld e McCunney 2010). Estas investigações adicionais não suportam a hipótese de "arrastar".

Uma atualização do estudo americano de coorte de mortalidade foi concluído e publicada (Dell et al., 2015). O coorte atualizado inclui uma avaliação do estado vital até 2011; Dell et al., 2006 o estudo abordou o estado vital até 2003. Foram conduzidas avaliações de exposição individuais cumulativas de dose-resposta em membros do coorte. Esta métrica foi baseado em dados quantitativos de exposição, e uma revisão global das descrições de funções, deveres e mudanças no processo de produção. Além disso, para permitir para comparações diretas dos resultados entre os três grupos, foi realizada uma análise "arrastada" em separado.

Este estudo americano retrospectivo de mortalidade dos trabalhadores de negro de fumo é o maior coorte publicado na literatura mundial. Ele inclui mais de 6.000 trabalhadores empregados na indústria de negro de fumo que remonta à década de 1930. Foram avaliados individualmente para riscos de mortalidade um coorte inicial, projetado para reduzir a tendência potencial de sobreviventes e uma coorte total. Uma vantagem notável deste estudo epidemiológico são as avaliações de exposição individuais detalhadas e cumulativas que foram analisadas com cargos uniformes para permitir sólidas análises de dose-resposta. A disponibilidade de quase 30 anos dos dados de monitorização real do negro de fumo transportado pelo ar desde 1979 facilitou o cálculo das estimativas fiáveis de exposição.

Os resultados não mostraram aumento no câncer do pulmão ou de qualquer outra doença maligna em qualquer coorte, total ou inicial.

A dose análise dose-resposta não mostrou uma relação entre a exposição ao negro de fumo e o risco de malignidade. Outra vantagem notável deste estudo é o nível excepcional de apuração alcançado na identificação de estado vital, em que 98,5% dos membros da coorte elegíveis foram identificados como vivos ou mortos.

Em suma, os autores do estudo de 2015 concluíram: "Independentemente do facto da exposição ser baseada em estimativas desfasadas ou arrastadas, não foi encontrada uma associação consistente com câncer do pulmão ou doenças respiratórias benignas."

Estudos Coorte de Morbilidade em Trabalhadores de Negro de Fumo

Os estudos de morbilidade avaliam o risco de doença causada por atividades laborais e exposição a riscos potenciais. A exposição ocupacional ao negro de fumo foi avaliada quanto ao seu impacto em condições não-cancerosas, tais como doenças pulmonares há mais de 50 anos. Os estudos de morbilidade avaliam a incidência e prevalência de doenças entre a população de trabalhadores que podem ser atribuíveis à exposição a um agente químico ou físico. Os estudos de morbilidade podem ser realizados num determinado momento (transversal), com base em uma revista de registos (retrospectivos), ou no futuro ao longo do tempo (longitudinal). Os resultados dos estudos de morbilidade são frequentemente usados como a base científica para o estabelecimento de limites de exposição ocupacional, como os Valores de Exposição Ocupacionais (TLV) da Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais (ACGIH). Na verdade, um grande estudo de morbilidade patrocinado pela AIIC tem servido como base para o ACGIH TLV® relativamente a negro de fumo (Harber et al., 2003).

Esta seção sumariza os maiores estudos de morbilidade conduzidos a trabalhadores de negro de fumo, que participaram em estudos transversais de morbilidade na Europa e nos Estados Unidos. Ambos os estudos abordaram potenciais relações entre a exposição (definida quantitativa e qualitativamente) e designaram pontos de conclusão de saúde, como radiografias anormais, decréscimos na função pulmonar ou aumento de certos sintomas respiratórios (veja Gardiner et al., 1995, para uma revisão de estudos de morbilidade conduzidos até aquela época).

É útil considerar os resultados de outros estudos de morbilidade para compreender o risco, embora comparações entre os estudos possam ser complicadas pelas diferentes metodologias utilizadas para avaliar os efeitos de exposição e na saúde. Por exemplo, foi medida a exposição a diferentes fracções de negro de fumo (isto é, inalável, respirável e em pó) através de vários tipos de métodos de amostragem. Da mesma forma, o número de leitores utilizados para rever as radiografias, equipamento normal para avaliar a função pulmonar, e os tipos de questionários utilizados para reunir informação sobre sintomas variaram consideravelmente em vários estudos. Por exemplo, um estudo Alemão utilizou uma pletismografia de corpo inteiro para avaliar a função pulmonar, enquanto que a maior parte dos estudos utilizou espirometria para avaliar a função pulmonar (Kuepper et al., 1996).

Estudos Europeus de morbilidade de Trabalhadores de Negro de Fumo

O primeiro grande estudo Europeu de morbilidade de Trabalhadores de Negro de Fumo foi publicado em 1986 (Crosbie et al., 1986).

De entre mais de 3,000 trabalhadores de negro de fumo empregados em 19 fábricas europeias com uma história de trabalho precária de mais de dez anos, foram apontadas fracas associações entre a exposição ao negro de fumo (baseado nos cargos) e tosse crónica e produção de expectoração (Crosbie et al., 1986). Não foram disponibilizados dados referentes aos níveis de pó, e assim a relação dose-resposta não pode ser estabelecida. Foram apontados pequenos declínios relacionados com a exposição na capacidade vital forçada (FVC) e volume respiratório forçado num segundo.

Um outro estudo de morbilidade de longo prazo foi iniciado em 1988 e foi desenhado para ser conduzido por um período de 10 anos com três fases distintas. O estudo incluiu mais de 3000 trabalhadores em 18 fábricas de negro de fumo em sete países da Europa Ocidental (Gardiner et al., 1993). Foram recolhidos os dados sobre a exposição e efeitos sobre a saúde em três ocasiões separadas Fase I (1987 - 1989), Fase II (1991 - 1992), e Fase III (1994 - 1995). O estudo é análogo ao estudo prospectivo longitudinal. Os efeitos sobre a saúde incluíram funções pulmonares, sintomas respiratórios e radiografias ao peito.

Na Fase I, entre 3086 trabalhadores, foi apontada uma relação entre a exposição a negro de fumo e certos sintomas (tosse, produção de expectoração). A exposição média a negro de fumo foi 1.52 mg/m³ (fracção inalável). A forma como foi reunida a informação dos sintomas, foi contudo alvo de uma revisão científica independente a pedido do Comité TLV® da ACGIH. A revisão apontou problemas metodológicos na forma como os dados relativos aos sintomas foram adquiridos pelos investigadores e analisados independentemente. A revisão concluiu que a componente do questionário dos dados do estudo Europeu não podiam ser interpretados de forma significativa. Os autores reconhecem esta limitação dos dados do questionário na sua conclusão dos resultados do estudo (Gardiner et al., 2001.)

No coorte dos trabalhadores de negro de fumo, as medidas da função pulmonar foi em média mais de 100% do que a prevista para a idade da pessoa, altura e sexo para todas as categorias da exposição, excepto para fumadores no grupo de maior exposição (98.3% do valor previsto). Quando todos os resultados foram analisados numa forma agregada, contudo, uma relação pequena mas significativa foi anotada entre a exposição ao negro de fumo e decréscimo em FVC e FEV1. Os autores descreveram as suas descobertas como "consistentes com um efeito não-irritante nas vias respiratórias" (Gardiner et al., 1993).

Entre os 1096 trabalhadores sujeitos a radiografias, 9.9% mostraram leituras de 1/0 (pequenas opacidades) ou maiores, o sistema de pontuação utilizado pela Organização Internacional do Trabalho para ler radiografias ao peito e pneumoconiose. Estes resultados, contudo, foram mais baixos do que as leituras do histórico de radiografias mais baixo da população europeia (11.3%) não expostas a qualquer tipo de pó (Meyer et al., 1997). De todo o grupo de trabalho, três pessoas tiveram leituras de 2/2 ou mais (aumentada profusão de pequenas opacidades).

Os dados das Fases II e III também foram publicados (Gardiner et al., 2001 e van Tongeren et al., 2002). Na Fase II, foram avaliados 2955 trabalhadores. Aproximadamente 48% do grupo eram fumadores. A exposição máxima ao negro de fumo foi 0.81 mg/m³ (fracção inalável),

que é aproximadamente 50% menos que os resultados reportados na Fase I do estudo.

Na Fase III, a taxa de participação foi de 95%, com 45% do grupo sendo fumadores. A exposição média ao negro de fumo foi 0.57 mg/m³ (fracção inalável), mais um decréscimo da Fase II. A idade média dos trabalhadores de negro de fumo foi 41 anos, com um tempo de serviço na indústria de 15 anos.

Os autores reportaram que negro de fumo exercia um efeito significativo na maioria dos sintomas respiratórios e função pulmonar, embora reconhecessem deficiências nos dados dos sintomas: "os resultados dos sintomas respiratórios podem ser sido tendenciosos e deverá haver cuidado na interpretação destes resultados" (Gardiner et al., 2001). Embora tenham sido medidos os decréscimos na função pulmonar relacionados com a exposição, a percentagem dos volumes da função pulmonar, como indicado acima, excederam 100% para FEV1 e FVC, os parâmetros chave para avaliar as funções pulmonares. Estes resultados sugerem que conclusões quanto a implicações na saúde relativamente à exposição a negro de fumo foram baseados no significado estatístico dos resultados e não na relevância clínica.

Num estudo transversal conduzido numa fábrica alemã de produção de negro de fumo, foram efectuados 677 exames entre os trabalhadores expostos; não foi notada uma relação significativa na hiperreatividade bronquial (avaliada através de pletismografia ao corpo) e exposição ao negro de fumo (Kuepper et al., 1996). A exposição ao negro de fumo não aumentou o risco de sintomas relacionados com os pulmões ou decréscimo nas funções pulmonares em não-fumadores ou ex-fumadores.

Num estudo de 1975 na antiga Jugoslávia, concentrações de pó respirável de negro de fumo eram 7.2 mg/m³ e 7.9 mg/m³ (Valic, 1975). Entre 35 trabalhadores, foi notada uma pequena redução no FEV1 entre os fumadores. Não foi notada qualquer relação entre o grupo de não-fumadores. Baseado na caracterização do tamanho das partículas, um estudo conduzido em fábricas de negro de fumo da Europa Ocidental e da América do Norte (Kerr, 2002; Kuhlbusch, 2004), a magnitude desta concentração respirável deste pó reportada na Jugoslávia em 1975 sugerem níveis extremamente altos de exposição a pó "total" ou inalável.

Estudos Norte Americanos de Morbilidade de Trabalhadores de Negro de Fumo

Estudos de morbilidade de trabalhadores americanos de negro de fumo estão a ser conduzidos à 50 anos. O estudo mais recente avaliou mais de 1000 trabalhadores de negro de fumo para avaliar as relações entre a exposição a negro de fumo e correspondentes sintomas relacionados com os pulmões e função pulmonar (Harber et al., 2003). Os resultados deste estudo tiveram um maior impacto na recentemente estabelecida ACGIH TLV® para negro de fumo. Trabalhadores (1,175) da indústria 22 North American foram sujeitos a um exame da função pulmonar e completaram um questionário sobre saúde. A análises mostraram ligações entre a exposição cumulativa e pequenas reduções nas funções pulmonares (FEV1). As exposições recentes não mostraram qualquer efeito em sintomas ou medidas das funções pulmonares.

Os resultados indicaram que a exposição ao negro de fumo, numa carreira de 40 anos, podiam resultar no decréscimo de 27 ml na FEV1 em adição ao declínio normal relacionado com a idade de ~30 ml por ano ou 1,200 ml.

Anterior ao estudo de morbilidade de 2013, um estudo de controle de morbilidade foi conduzido em funcionários em sete fábricas americanas (Robertson e Ingalls, 1989). Os trabalhadores que participaram sinistros relacionados com a saúde com diagnóstico de certos tipos de doenças, em particular, doenças respiratórias e circulatórias, foram avaliados em relação à exposição a negro de fumo. Baseado nas estimativas de exposição cumulativa a pó, não foi encontrada significativa relação entre o negro de fumo e essas doenças.

Em adição aos índices de saúde das funções pulmonares, sintomas e fibrose pulmonar, os trabalhadores de negro de fumo também foi avaliada para a morbilidade cancerígena, ou seja, neoplasias malignas diagnosticadas, mas que não levaram à morte (Ingalls, 1950; Ingalls e Risquez-Iribarren, 1961; Robertson e Ingalls, 1989). A incidência de câncer entre os trabalhadores de negro de fumo foi comparada à de trabalhadores de negro de fumo não expostos e a taxa de câncer compilada em vários estados. Não houve aumento na morbilidade de câncer nestas investigações.

Um estudo também foi feito neste mesmo coorte (Robertson e Ingalls, 1989). Um caso foi definido pois um membro a população estudada que participou um sinistro ao seguro de saúde com um diagnóstico de neoplasia maligna ou distúrbio do sistema circulatório ou respiratório. Foram equiparados dois controles para cada trabalhador exposto a negro de fumo e a exposição cumulativa ao negro de fumo foi estimada relacionando as concentrações medidas de negro de fumo com a categoria de trabalho específica. Não foram notados aumentos significativamente relevantes no risco de qualquer neoplasia maligna.

Relatório do Caso de Exposição a Negro de Fumo

Embora os relatórios de casos tenham um valor limitado no que toca a saúde ocupacional, eles podem ser usados para assinalar ocorrências não usuais. Um relatório em 2012 descrito como "um homem de 44 anos que teve uma exposição intensa a negro de fumo quando a sua grua embateu num camião com um contentor cheio de negro de fumo". Uma semana depois ele desenvolveu falta de ar e tosse. Os exames às funções pulmonares revelaram uma pequena obstrução. "O paciente respondeu ao tratamento com fluticasone e salmeterol com uma redução dos sintomas e melhoramento da sua espirometria ao nível normal." (Halemariam, 2012) Os autores concluíram: "exposição aguda a negro de fumo pode causar sintomas respiratórios e um distúrbio obstrutivo."

Este infeliz e raro acontecimento teve, felizmente, um desfecho favorável. Mesmo assim, o relatório sublinha a importância de controle de pó e que, mesmo que virtualmente não haja qualquer pó, mesmo que esteja inerte, pode sobrecarregar os mecanismos de defesa pulmonar habituais e levar a sintomas se a exposição for suficientemente elevada e se nenhuma proteção respiratória for fornecida.

Resumo dos Estudos nos Humanos em Trabalhadores de Negro de Fumo

Estudos de mortalidade avaliaram o risco de morte por doença, incluindo câncer, doença respiratória benigna

e doença cardiovascular. Estes estudos não ligam qualquer aumento na mortalidade total ou nas mortes por câncer de pulmão devido à exposição ao negro de fumo.

Estudos de morbilidade têm questionado se negro de fumo causa sintomas respiratórios, decréscimo na função pulmonar ou anomalias numa radiografia. A exposição prolongada ao negro de fumo na indústria pode levar a pequenos decréscimos no FEV1 (27 – 48 ml), uma perda adicional a um tempo de serviço de 40 anos em adição ao declínio de 1,200 ml relacionado com a idade. Pequenas alterações também foram notadas em radiografias ao peito. As opacidades encontradas em radiografias de trabalhadores de negro de fumo tende a ser parecidas com as encontradas nas populações expostas ao pó, embora tenha sido encontrado um ligeiro aumento em alguns trabalhadores de negro de fumo. Os estudos não delineiam se tais efeitos são específicos do negro de fumo ou se refletem os efeitos que podem ser vistos com outros pós inorgânicos relativamente inertes, pouco solúveis.

Uma exposição aguda a negro de fumo não constitui um risco grave para a saúde, maior do que o esperado pela exposição a qualquer pó pouco solúvel em concentrações extremamente altas, como descrito no caso relatado anteriormente. Em questões de trabalho, negro de fumo transmissível pelo ar consiste em grandes aglomerados que se podem depositar no trato respiratório superior. Como resultado, em altas concentrações, podem ocorrer em alguns casos tosse e irritação ocular. É esperado que estes efeitos sejam transitórios e que não resultem em efeitos a longo prazo nas funções pulmonares. Consistindo em praticamente só carbono, o negro de fumo não é metabolizado pelo corpo e permanece inerte.

Investigação em Curso a Trabalhadores de Negro de Fumo

Meta-Análise de Risco de Doença Cardíaca

Documentos de posição recentes, incluindo uma extensiva revisão da Associação Americana do Coração, chamaram atenção para o potencial papel de partículas que podem causar ou agravar doenças cardíacas (Brook *et al.*, 2010). Para abordar este potencial risco de saúde nos trabalhadores de negro de fumo, estão em curso análises simples e combinadas (meta regressão) dos três coortes de trabalhadores de negro de fumo nos Estados Unidos, Alemanha e Reino Unido. Uma regressão extensiva SMR e COX serão feitas, incluindo uma atualização do acompanhamento da mortalidade no Reino Unido. Devido às leis de privacidade na Alemanha, os registos iniciais da avaliação coorte foram destruídos e como resultado, não foram feitas mais atualizações ao coorte.

Estudos de Controle de Casos nas Indústrias Utilizadoras

Os estudos de controle de casos comparam casos de uma doença particular com pessoas com características demográficas semelhantes, como idade, sexo, profissão, entre outras. O objectivo é avaliar se pessoas com uma certa doença, como câncer do pulmão foram mais expostas a um risco potencial em comparação ou pessoas não expostas. Este tipo de estudo são úteis para avaliar riscos de doenças raras e quando um grande número de casos pode ser reunido. Infelizmente, um maior fator limitativo deste tipo de estudos é a "memória tendenciosa", em que os sujeitos com doenças graves tendem a não se recordar de eventos passados corretamente.

Mesmo assim, considerando os resultados de estudos de coorte de mortalidade e estudos de controle de casos, pode ser formada uma avaliação razoável para saber se estão presentes riscos significativos, como um agente cancerígeno para humanos.

A relação entre a exposição no local de trabalho a negro de fumo e o risco de câncer no pulmão foi examinada em dois estudos de controle de casos com base na população em Montreal, Canadá (Parent et al., 1996; Ramanakumar et al., 2008). Foram conduzidas entrevistas relacionadas com trabalhos e exposições para o Estudo I em 1979–1986 (857 casos, 533 controles na população, 1,349 controles de câncer) e foram conduzidas entrevistas para o Estudo II em 1996–2001 (1,236 casos e 1,512 controles). Foram desencadeados históricos de trabalho detalhados ao longo da vida e uma equipa de higienistas e químicos avaliou a prova de exposição a uma série de substâncias ocupacionais, incluindo negro de fumo. O risco de câncer de pulmão foi analisado em relação com cada exposição, ajustando potenciais fatores de confusão, incluindo fumar. Indivíduos com exposição ocupacional ao negro de fumo não tiveram qualquer excesso de risco detectável de câncer de pulmão.

Estudos de Mortalidade e Morbilidade por Indústrias Utilizadoras de Negro de Fumo

O negro de fumo é utilizado primordialmente na indústria da borracha; outras utilizações menos comuns incluem tinta de impressão e a produção de toners. Seguem-se os destaques dos estudos mais recentes nestas indústrias. O foco da revisão foi inicialmente abordar qualquer papel que o negro de fumo possa ter tido nos resultados dos vários estudos, não avaliar exaustivamente o risco de câncer de pulmão ou morbilidade nestas indústrias.

Estudos de Mortalidade na Indústria da Borracha

Uma das maiores utilizações do negro de fumo é na produção de produtos de borracha, mais concretamente pneus para automóveis, entre outros. Numerosos estudos epidemiológicos foram conduzidos na indústria da borracha, que, em adição ao negro de fumo, utiliza outros materiais incluindo aceleradores e solventes. Os estudos iniciais de mortalidade na indústria da borracha foram confundidos com a presença de amianto na fábrica de produção. Trabalhar na indústria da produção de borracha e produtos de borracha foi classificado pela Agência Internacional de Investigação do Câncer (AIIIC) como cancerígeno (Categoria 1) mas não foi destacada qualquer substância como agente causado (AIIIC, 1982; AIIIC, 1987).

Um artigo de 1998 resumiu os estudos com trabalhadores na indústria da borracha desde que a AIIIC reviu a indústria em 1982 e 1987 (Kogevinas et al., 1998). Os autores concluíram que houve: "riscos excessivos de câncer de bexiga, câncer no pulmão e leucemia" na indústria da borracha baseado na sua revisão de 12 estudos coorte e numa variedade de controle de caso e baseado em estudos da comunidade. Riscos excessivos de câncer no pulmão foram notados em quatro estudos coorte com SMRs desde 1.7-3.3. Não foi notado excesso nem mais nenhum estudo coorte. Os autores concluíram que não havia informação que associasse exposições específicas, como ao negro de fumo, com o risco de câncer.

Subsequentemente, um estudo com cerca de 9000 trabalhadores da indústria da borracha avaliou o risco de câncer associado com a utilização de agentes específicos na indústria da borracha (Straif et al., 2000). Os autores afirmam que o seu relatório foi o primeiro a examinar dados específicos de exposição em termos de risco de câncer na indústria da borracha. Neste estudo com mais de 8000 trabalhadores, não foi observada qualquer ligação entre o negro de fumo e o risco de câncer. Pelo contrario, os autores especulam que o risco de câncer de pulmão observado nos trabalhadores da indústria da borracha foi provavelmente devido à exposição a amianto e talco.

Um estudo coorte de mortalidade com mais de 17000 trabalhadores na indústria de pneus de borracha na Polónia mostrou que não há casos excessivos de câncer de pulmão (Wilczynska et al., 2001). Finalmente, o estudo de uma grande fábrica americana de produção de borracha que incluiu mais de 3400 trabalhadores mostrou que não há casos excessivos de câncer de pulmão (Beall et al., 2007).

A indústria da borracha tem sido alvo de mais estudos recentes conduzidos após a avaliação da AIIIC à indústria da borracha em 1980. As alterações técnicas no processo de produção a controle da exposição a materiais perigosos melhorou nas últimas décadas e há interesse em saber se a indústria contemporânea da borracha tem os mesmos riscos de câncer como no passado. Seguem-se as discussões destes recentes estudos.

Uma sondagem sobre a mortalidade e incidência de câncer entre funcionários recentemente empregados (1982-1991) na indústria britânica de borracha não mostrou qualquer aumento na mortalidade por câncer do pulmão (Dost et al., 2007). Os autores sugerem "SMR elevadas para câncer do estômago e pulmão reportados para coortes históricos de trabalhadores da indústria britânica de borracha não estarão presentes em coortes mais recentes". Um estudo semelhante realizado com participantes na indústria alemã de borracha não mostrou excessos estatisticamente relevantes em câncer. Os autores advertem, contudo, que o coorte ainda "era muito recente para providenciar provas conclusivas" (Taeger et al., 2007).

Foi publicado um estudo de coorte de mortalidade com trabalhadores italianos na indústria da produção de pneus 1962–2004 (Mirabelli et al., 2012). A taxa de mortalidade de 9501 trabalhadores empregados entre 1962, quando a fábrica começou a funcionar, e 2000 mostrou uma SMRs significativamente reduzida por todas as causas, todos os cânceres, (incluindo câncer de pulmão), cardiovascular, e ataques cardíacos sistêmicos. Este coorte é relativamente recente; <10 % morreram. Havia assim, contudo, um poder limitado para detetar pequenos aumentos de risco em cânceres raros. Está planeada uma vigilância epidemiológica a este coorte. A mortalidade entre 6246 trabalhadores da indústria italiana de pneus de borracha empregados entre 1954 e 2008 foi significativamente mais baixa do que o esperado para todos os cânceres (SMR = 79) e todas as causas (SMR = 85) (Pira et al., 2012). Este estudo não mostrou risco de câncer excessivo entre os trabalhadores masculinos na indústria da produção de pneus empregados após 1954.

Paget-Bailly analisou 99 publicações e notou um aumento significativo em riscos meta-relativos (meta-RRs) para câncer da laringe em trabalhadores na indústria de borracha (meta-RR 1.39; 95% CI 1.13 to 1.71) (Paget-Bailly et al., 2011). O negro de fumo não foi implicado como potencial contribuidor para o excesso de câncer da laringe.

O acompanhamento a um coorte de mais de 12000 trabalhadores na indústria alemã de borracha demonstrou uma SMR significativamente elevada para câncer no pulmão e pleura nos homens (Vlaaderen et al., 2013). O câncer do pulmão foi estatisticamente elevado com uma SMR de 1.23 (95% CI: 1.12-1.35); câncer da pleura também foi estatisticamente elevado com uma SMR de 2.57 (95% CI: 1.59-3.93). As mulheres também tiveram uma SMR elevada para câncer do pulmão. O negro de fumo não foi implicado nos resultados.

Embora a indústria da borracha esteja associada com o aumento de alguns tipos de câncer, nenhum estudo implicou a exposição ao negro de fumo como uma explicação para estas descobertas, incluindo o risco de câncer de pulmão reportado em estudos anteriores.

Atividades em curso na Europa sobre possíveis problemas de saúde na indústria da borracha incluem um acompanhamento do coorte da indústria de borracha no Reino Unido (McElvenny, 2014). Está em curso um grande estudo de coorte retrospectivo de mais 40000 trabalhadores. As relações dose-resposta serão avaliadas para procurar agentes cancerígenos suspeitos utilizando um modelo de exposição quantitativa baseado nos dados medidos pelo projeto EXASRUB (pó, fumos, solventes e n-Nitrosaminas). Este é maior e estatisticamente mais poderoso coorte deste tipo e terá uma avaliação exaustiva à exposição quantitativa.

Conclusões Acerca dos Riscos de Mortalidade na Indústria da Borracha

A avaliação da AIIC de 2009 sobre a indústria da borracha concluiu que não houve provas suficientes em humanos para o risco elevado de cânceres no pulmão, bexiga, estômago em adição a altos riscos de leucemia e linfoma. Não há qualquer menção acerca de negro de fumo utilizado na indústria da borracha contribuir para estes excessos no câncer (AIIC, 2012).

Estudos de Morbilidade na Indústria da Borracha

À luz do extenso trabalho científico voltado para os riscos de câncer e os riscos de mortalidade na indústria de borracha e os numerosos estudos publicados, é surpreendente que haja relativamente poucos estudos de morbilidade realizados na indústria. Um desses estudos de morbilidade foi relatado a partir de uma fábrica iraniana de borracha (Neghab et al., 2011). Uma avaliação transversal foi designada para avaliar e caracterizar reações pulmonares, se existentes, associadas à exposição ocupacional a negro de fumo, entre o grupo de trabalhadores da indústria de borracha.

Os participantes incluíram 72 trabalhadores do armazém, carregamento e áreas de Banbury e 69 controles da fábrica. Os sintomas foram avaliados por um questionário e testes de função pulmonar. A avaliação da exposição incluiu fracções inaláveis e respiráveis. Tosse e pieira foram maiores no grupo exposto (23.6% vs. 1.44% e 25% vs. 1.44, respectivamente).

Neste estudo, a metodologia de avaliação da exposição não é clara, pois não há detalhes da estratégia básica de amostragem (área, as condições de produção, pessoais, etc.). No entanto, as exposições foram excessivas. As concentrações reportadas eram de cinco a seis vezes maiores do que as exposições inaláveis norte americanas na indústria do negro de fumo. Assim, os resultados da alta exposição a qualquer tipo de pó, seja ele reativo ou inerte, poderiam provavelmente causar estes resultados. Neste estudo, (1) as exposições foram significativas acima do OEL passado e atual; (2) houve uma ausência de controles de engenharia, manutenção práticas laborais, formação profissional e atividades de higiene industrial; e (3) não houve proteção respiratória.

Estudos de Mortalidade na Indústria de Toners

Outra utilização comum do negro de fumo é na produção de toners. Algumas impressoras a laser e fotocopiadoras usam toners, que geralmente usam negro de fumo misturado com um polímero sensível ao calor. Estes produtos são omnipresentes em empresas e casas em todo o mundo. O objectivo da informação abaixo é resumir os estudos na indústria de Toners em que a exposição a negro de fumo foi medida, avaliada e discutida.

Foi conduzido um grande estudo retrospectivo dos riscos de mortalidade de 33671 trabalhadores expostos a toners durante o trabalho (Abraham et al., 2010). O grupo exposto incluiu trabalhadores envolvidos na produção de toners e engenheiros de apoio ao consumidor que davam assistência a copiadoras. A SMR para populações expostas a toners foram 0.65 e 0.84 para homens brancos e mulheres respectivamente. A SMR para todos os câncer incluindo câncer do pulmão foram menos de 1.0. Não há prova que a exposição aos toners tivesse aumentado o risco de morte por qualquer razão ou por uma causa específica para 23 categorias de morte analisadas.

Estudos de Morbilidade na Indústria de Toners

Um estudo com 1,504 trabalhadores masculinos uma empresa japonesa de produção de toners e fotocopiadoras demonstrou que não há provas de efeitos adversos nas funções pulmonares ou radiografias ao peito (Kitamura et al., 2014 a,b,c). Meios pessoais de concentrações de poeira respirável durante 8 horas mediram desde 0.012 mg/m³ na produção de toners a 0.989 mg/m³ na reciclagem de toners e fotocopiadoras. Os autores notaram uma maior prevalência de falta de ar no grupo que manuseia toners comparativamente ao grupo que não o manuseia. Não foi observada nenhuma associação entre a falta de ar e o decréscimo da função pulmonar ou alterações fibrosas nas radiografias ao peito. Os autores notaram que a morbilidade da asma era maior quando comparada com a população japonesa que manuseia toners ou que não o faz (Kitamura et al., 2014, a, b, c)

ANEXO B

Limites de Exposição Ocupacional Selecionados para Negro de Fumo*

País	Concentração, mg/m³	
Argentina	3.5, TWA	
Austrália	3.0, TWA, inalável	
Bélgica	3.6, TWA	
Brasil	3.5, TWA	
Canadá (Ontário)	3.5, TWA	
China	4.0, TWA; 8.0, TWA, STEL (15 min)	
Colômbia	3.0, TWA, inalável	
República Checa	2.0, TWA	
Egito	3.5, TWA	
Finlândia	3.5, TWA; 7.0, STEL	
França – INRS	3.5, TWA/VME inalável	
Alemanha – MAK	0.3 x GBP densidade in g/cm ³ , TWA, respirável; 4.0, TWA, Inalável	
Alemanha – TRGS 900	0.5 x GBP densidade in g/cm ³ , TWA, respirável; 10, TWA, Inalável	
Alemanha – BeKGS527	0.2 x nano-GBP densidade in g/cm ³ , TWA, respirável — Se mais nenhuma informação estiver disponível	
Hong Kong	3.5, TWA	
Indonésia	3.5, TWA/NABs	
Irlanda	3.5, TWA; 7.0, STEL	
Itália	3.5, TWA, inalável	
Japão – MHLW	3.0	
Japão – SOH	4.0, TWA; 1.0, TWA, respirável	
Coreia	3.5, TWA	
Malásia	3.5, TWA	
México	3.5, TWA	
Rússia	4.0, TWA	
Espanha	3.5, TWA (VLA-ED)	
Suécia	3.0, TWA	
Reino Unido	3.5, TWA, inalável; 7.0, STEL, inalável	
Estados Unidos	3.5, TWA, OSHA-PEL 3.0, TWA, ACGIH-TLV®, inalável** 3.5, TWA, NIOSH-REL	
		ACGIH® Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais
		mg/m ³ Miligramas por metro cúbico
		DNEL Nível derivado de exposição sem efeitos
		GBP Partículas bio persistentes granulares sem toxicidade específica conhecida (negro de fumo não é catalogado no TRGS 900)
		Nano-GBP Pó de nano materiais bio persistentes sem propriedades toxicológicas específicas e sem estruturas fibrosas (negro de fumo está catalogado no BeKGS 527)
		NIOSH Instituto Nacional de Higiene e Segurança no Trabalho
		OSHA Administração de Higiene e Segurança no Trabalho
		PEL Limite de exposição permissível
		REL Limite de exposição recomendado
		STEL Limite de exposição a curto-prazo
		TLV Valor do Nível limite
		TRGS Technische Regeln für Gefahrstoffe (Regras Técnicas para Substâncias Perigosas)
		TWA Tempo médio ponderado, oito horas salvo indicação em contrário

*** Por favor, consulte a versão atual da norma ou regulamento que possa ser aplicada às suas operações.**

**** Mais detalhes sobre o Derivação da ACGIH TLV® e o nível derivado de exposição sem efeitos do Regulamento REACH da UE [4]:**

Em 1 de Fevereiro de 2011, a Comissão de Valores de Exposição Ocupacionais (TLV®) da Conferência Americana de Higiênistas Industriais Governamentais (ACGIH) anunciou a adoção de uma nova diretriz baseada em saúde (TLV®) para negro de fumo de 3 mg/m³, medido como a fração de pó inalável numa média de 8 horas (ACGIH, 2011). Para cumprir com os requisitos do regulamento REACH da UE, o Consórcio REACH de Negro de Fumo (isto é, CB4REACH) calculou um Nível Derivado sem Efeito (DNEL) para ambientes ocupacionais com negro de fumo de 2 mg/m³ medido como a fração de pó inalável numa média de 8 horas. O DNEL foi incluído no dossier de registo de negro de fumo, que passou a verificação de integralidade da Agência Europeia de Químicos em 26 de Janeiro, 2009.

Os valores de TLV® e DNEL derivaram do mesmo estudo americano sobre a exposição de trabalhadores a negro de fumo (Harber et al., 2003). A ACGIH (2011) declarou que "Sintomas de bronquite são o efeito na saúde do homem mais sensível à exposição a negro de fumo; e assim é recomendado TLV-TWA para prevenir a bronquite relacionada com negro de fumo." A organização também notou "um aumento pequeno mas significativo de bronquite (de 5% a 9%) apenas em não fumadores que foram expostos ≥ 137.9 mg-ano/m³, equivalente a 3.44 mg/m³ num período de 40 anos." O objectivo do TLV® de 3 mg/m³ (inalável) é proteger dos sintomas de bronquite.

1. Embora o aumento de sintomas de bronquite para não fumadores tivessem aumentado no grupo de exposição cumulativa tenha sido significativo, o aumento é ligeiro (10% ou 9% no quarto e quinto grupo, respectivamente, comparado com 5% no grupo de exposição mais reduzida).
2. Exposições recentes, baseadas nos dados de higiene industrial de 2000-2001 não mostrou aumento nos sintomas de bronquite mesmo ao mais alto pentile de exposição de 3,8 mg /m³
3. Em exposições superiores a 3.5 mg/m³, houve decréscimo na FEV (1), contudo os decréscimos estão nos valores normais de FEV(1). A ACGIH (2011) declarou: "estas alterações nos valores da função pulmonar nestes níveis de exposição não são usados como base para, mas sim para apoiar a recomendação da TLV-TWA." Os dados da medição da função pulmonar não mostrou efeitos adversos significativos acima do normal indicados para a idade.

Derivação de DNEL

A derivação de DNEL é descrita no Relatório REACH para a Segurança de Produtos Químicos para Negro de Fumo desenvolvido pelo Consórcio REACH de negro de fumo. Este relatório declara que Harber et al. (2003) descreveu a prevalência de sintomas (bronquite crónica) no pentile de maior exposição, que é comparável com a exposição a pó inalável de 138 mg-ano/m³ ou a uma concentração média durante 40 anos de exposição de 3.5 mg/m³ [(138 mg-ano/m³)/(40 anos)]. Contudo, a derivação DNEL também reconhece que um aumento nos sintomas de bronquite também foi verificado no quarto pentile representando exposição cumulativa. Assim, foi necessário identificar um limite de efeitos adversos baseado em dados indicando que não foram detetados sintomas acrescidos até ao terceiro pentile de exposição cumulativa (Tabela 6 de Harber et al., 2003).

Os autores do estudo não ajustaram os dados de acordo com a idade; assim, é possível que os trabalhadores do quinto pentile fossem mais velhos, e assim mais susceptíveis à doença. Foi estimado um nível limite de $(3/5) * 3.5 \text{ mg/ m}^3 = 2 \text{ mg/m}^3$ (inalável), que corresponde a um DNEL em humanos de 2 mg/m³ (fração de pó inalável). O fator de 3/5 foi usado para contabilizar o nível limite dos efeitos adversos entre os terceiro e quarto pentiles, considerando que o ajuste da idade não foi conduzido. Como o terceiro pentile não mostrou efeitos adversos, o nível limite foi aproximado numa escala de exposição contínua multiplicando o valor do quinto pentile pelo fator 3/5.

^[4]EU REACH - Regulamento (EC) Nr. 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro, 2006, sobre o Registo, Avaliação e Autorização de Químicos (REACH)

REFERÊNCIAS

- Abraham AG *et al.* Retrospective mortality study among employees occupationally exposed to toner. *J Occup Environ Med* 2010; 52 (10): 1035-41.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Committee on Industrial Ventilation: Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice, 28th edition; ACGIH, Cincinnati, OH, 2013.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents and Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati, OH, 2013.
- American National Standards Institute: American National Standard for Respiratory Protection; ANSI Z88.2-1992, New York, NY, 1992.
- ASTM *Standard Terminology Relating to Carbon Black*. Designation: D3053-15. ASTM International, 100 Barr Harbour Dr., P.O. box C-700 West Conshohocken, Pennsylvania USA
- Beall C *et al.* Mortality and cancer incidence among tire manufacturing workers hired in or after 1962. *J Occup Environ Med* 2007; 49: 680-690.
- Bergmann, C., Trimbach, J., Haase-Held, M., Seidel, A. "Consequences of European Directive 2005/69/EC for Tire Industry," *Kautschuk Gummi Kunststoffe*, October 2011.
- Borm PJA, Cakmak G, Jermann E, Weishaupt C, Kempers P, van Schooten FJ, Oberdörster G and Schins RPF. (2005) Formation of PAH-DNA adducts after in vivo and vitro exposure of rats and lung cells to different commercial carbon blacks. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 205 (2), 157-167.
- Brook RD *et al.* Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: Scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2010; 121: 2331-2378.
- Büchte SF, Morfeld P, Wellmann J, Bolm-Audorff U, McCunney RJ, Piekarski C. Lung cancer mortality and carbon black exposure: a nested case-control study at a German carbon black production plant. *J Occup Environ Med* 2006;48(12): 1242-1252.
- Confined Space Entry, An AIHA Protocol Guide; American Industrial Hygiene Association, Fairfax, VA, 1995.
- Crosbie, W.: Respiratory Survey on Carbon Black Workers in the UK and the U.S.; *Arch Environ Health* 1986; 41:346-53.
- Dell L *et al.* A Cohort Mortality Study of Employees in the U.S. Carbon Black Industry. *J Occup Environ Med* 2006; 48: 1219-1229.
- Dell L *et al.* Carbon Black Exposure and Risk of Malignant and Nonmalignant Respiratory Disease Mortality in the U.S. Carbon Black Industry Cohort; *J Occup Environ Med* 2015; 57: 984-997.
- Donnet, J., R. Bausal, and M. Wang (eds.): *Carbon Black*, Science & Technology, 2nd edition; Marcel-Dekker, New York, NY, 1993.
- Dost A *et al.* A cohort mortality and cancer incidence survey of recent entrants (1982-91) to the UK rubber industry: Findings for 1983-2004. *Occup Med (Lond)*. 2007; 57 (3): 186-90.
- Driscoll KE, Deyo LC, Carter JM, Howard BW, Hassenbein DG and Bertram TA (1997) Effects of particle exposure and particle-elicited inflammatory cells on mutation in rat alveolar epithelial cells. *Carcinogenesis* 18(2) 423-430.
- ECETOC 2013. Poorly Soluble Particles/Lung Overload, Technical Report No. 122 ISSN-0773-8072-122 (Print); ISSN-2073-1526-122 (Online)
- Gardiner, K., N. Trethowan, J. Harrington, C. Rossiter, and I. Calvert: Respiratory Health Effects of Carbon Black: A Survey of European Carbon Black Workers; *Brit J Ind Med* 1993; 50:1082-1096.
- Gardiner, K.: Effects on Respiratory Morbidity of Occupational Exposure to Carbon Black: A Review; *Arch Environ Health* 1995; 50:(1) 44-59.
- Gardiner, K., van Tongeren, M., and J.M. Harrington: Respiratory Health Effects from Exposure to Carbon Black: Results of the Phase II and III Cross-Sectional Studies in the European Carbon Black Manufacturing Industry. *Occup Environ Med* 2001; 58:496-503.
- Hailemariam Y, H. Mojazi Amiri and K. Nugent Acute respiratory symptoms following massive carbon black exposure. *Occup Medicine* 2012; 62:578-580.
- Harber, P., H. Muranko, *et al*: Effect of Carbon Black Exposure on Respiratory Function and Symptoms; *J Occup Environ Med* 2003; 45: 144-155
- Hodgson, J., and R. Jones: A Mortality Study of Carbon Black Workers Employed at Five United Kingdom Factories Between 1947-1980; *Arch Environ Health* 1985; 40:261-268.
- Hamm St, Frey Th, Weinand R, Moninot G, and Petiniot N (2009). "Investigations on the extraction and migration behaviour of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from rubber formulations containing carbon black as reinforcing agent", *Rubber Chemistry and Technology*, 2009, Vol. 82 No. 2.
- Ingalls, T.: Incidence of Cancer in the Carbon Black Industry; *Arch Ind Hyg and Occup Med* 1950; 1:662-676.
- Ingalls, T., and R. Riskey-Iribarren: Periodic Search for Cancer in the Carbon Black Industry; *Arch Environ Health* 1961; 2:429-433.

Ingalls, T., and J. Robertson: Morbidity and Mortality from Cancer in the Cabot Corporation. Unpublished report, Framingham Union Hospital, Framingham, MA. 1975.

ISO/TS 80004-1:2015 Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core Terms. International Standards Organization

International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 65, Printing Processes and Printing Inks, Carbon Black and Some Nitro Compounds, Lyon, France; 149-262, 1996.

International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 93, Carbon Black, Titanium Dioxide, and Talc. Lyon, France, 2010.

International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Occupational Exposures in the Rubber Manufacturing Industry. Lyon, France, 2012.

Kerr, S., J. Vincent, and H. Muranko: Personal Sampling for Inhalable Aerosol Exposure of Carbon Black Manufacturing Industry Workers; *J Appl Occup Environ Hyg* 2002; 17(10); 681-692.

Kitamura H *et al.* (a) A cohort study of toner handling workers on inflammatory, allergic, and oxidative stress markers: Cross sectional and longitudinal analyses from 2003-2008 *Hum Exp Toxicol*; online as of July 24

Kitamura H *et al.* (b) A cohort study on self reported respiratory symptoms of toner handling workers: Cross sectional and longitudinal analysis from 2003-2008. *BioMed Research International* 2014, Article ID 826757, 10 pages

Kitamura H *et al.* (c) A cohort study using pulmonary function tests and x-ray examination in toner handling workers: Cross sectional and longitudinal analyses from 2003 to 2008. *Hum Exp Toxicol* published on line 16 July 2014.

Kogevinas M *et al.* Cancer risk in the rubber industry: a review of the recent epidemiological evidence *Occup Environ Med* 1998; 55: 1-12

Kuepper, H.U., R. Breitstadt, and W.T. Ulmer: Effects on the Lung Function of Exposure to Carbon Black Dusts — Results of a Study Carried out on 677 Members of Staff of the Degussa Factory in Kalscheuren/Germany. *Int Arch Occup Health* 1996; 68:478-483.

Kuhlbusch, TAJ., S. Neumann, M. Ewald, H. Hufmann, and H. Fissan: Number Size Distribution, Mass Concentration, and Particle Composition of PM1, PM2.5, and PM10 in Bag Filling Areas of Carbon Black Production; *J Occup Environ Hyg*, 2004; 1,660-671.

Kuhlbusch, TAJ, H Fissan. Particle Characteristics in the Reactor and Pelletizing Areas of Carbon Black Production. *J Occup Environ Hyg* 2006; 3, 558-567.

Long, CM, MA Nascarella, PA Valberg. Carbon Black vs. Black Carbon and Other Materials Containing Elemental Carbon: Physical and Chemical Distinctions. *Environmental Pollution*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2013.06.009>.

McCunney, RJ, Valberg P, Muranko H, Morfeld, P "Carbon Black" in *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology* 2012; pp 429-453

McElvenny D *et al.* Cancer mortality in the British Rubber industry — a 45-year follow-up. *Occup Environ Med*. 2014 Jun; 71 Suppl 1:A88.

Meyer, J., S. Islam, A. Ducatman, and R. McCunney: Prevalence of Small Lung Opacities in Populations Unexposed to Dust. *Chest* 1997; 111: 404-10.

Mirabelli D *et al.* Cohort study of workers employed in an Italian tire manufacturing plant, 1962-2004 Morfeld P *et al* Carbon black and lung cancer-testing a novel exposure metric by multi-model inference *Am J Ind Med* 2009; 52: 890-89

Morfeld P, Büchte SF, McCunney RJ, Piekarski C. Lung Cancer Mortality and Carbon Black Exposure: Uncertainties of SMR Analyses in a Cohort Study at a German Carbon Black Production Plant. *J Occup Environ Med* 2006; 48, 1253-1264.

Morfeld P, Büchte SF, Wellmann J, McCunney RJ, Piekarski C. Lung Cancer Mortality and Carbon Black Exposure: Cox Regression Analysis of a Cohort from a German Carbon Black Production Plant. *J Occup Environ Med* 2006; 48, 1230-1241.

Morfeld P. Letter to the Editor. *Inhal Toxicol* 2007; 19: 195.

Morfeld P and McCunney RJ. Carbon Black and Lung Cancer: Testing a New Exposure Metric in a German Cohort. *Am J Ind Med* 2007; 50 (8), 565-567.

Morfeld P and McCunney RJ. Carbon Black and Lung Cancer — Testing a Novel Exposure Metric by Multi-model Inference. *Am J Ind Med* 2009; 52 (11), 890-899.

Morfeld P and McCunney RJ. Bayesian bias adjustments of the lung cancer SMR in a cohort of German carbon black production workers. *J Occup Med Toxicol* 2010; 5: 23,

Nagy, John: Explosibility of Carbonaceous Dusts, Report of Investigations 6597; U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines, Washington, D.C., 1965.

NFPA 654. Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids. National Fire Protection Association, 2013.

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH): Criteria for a Recommended Standard - Occupational Exposure to Carbon Black; DHHS/NIOSH Pub. No. 78-204; Cincinnati, OH, 1978.

- Neghab M *et al.* Symptoms of Respiratory Disease and Lung Functional Impairment Associated with Occupational Inhalation Exposure to Carbon Black Dust J Occup Health 2011; 53: 432–438
- OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. Organization for Economic Co-operation and Development. Test Guidelines 401 (acute oral LD50), 404 (skin corrosion/irritation), 405 (eye damage/irritation), 406 (sensitization).
- Paget-Bailly, S, Cyr D, MS, and Luce D. Occupational Exposures and Cancer of the Larynx—Systematic Review and Meta-analysis; J Occup and Environ Med, 2011, 54(1):71-84
- Parent ME, Siemiatycki J, Renaud G. Case-control study of exposure to carbon black in the occupational setting and risk of lung cancer. Am J Ind Med. 1996 Sep; 30(3): 285-92.
- Pira E *et al.* Mortality From Cancer and Other Causes in an Italian Cohort of Male Rubber Tire Workers J Occup Environ Med 2012; 54: 345-349.
- Ramanakumar AV, Parent ME, Latreille B, Siemiatycki J. Risk of lung cancer following exposure to carbon black, titanium dioxide and talc: results from two case-control studies in Montreal. Int J Cancer. 2008 Jan 1; 122(1): 183-9.
- Rivin D. and R. Smith: Environmental Health Aspects of Carbon Black; Rubber Chemistry and Technology; 55(3) 707-761, 1982.
- Robertson, J. and T. Ingalls: A Mortality Study on Carbon Black Workers in the United States from 1935-1974; Archives of Environmental Health 1980; 35 (3): 181-186.
- Robertson, J. and T. Ingalls: A Case-control Study of Circulatory, Malignant, and Respiratory Morbidity in Carbon Black Workers in the U.S.; Am Ind Hyg Assoc J 1989; 50(10): 510-515.
- Robertson, J., and K. Inman: Mortality in Carbon Black Workers in the U.S.; Brief Communication; J Occup Environ Med 1996; 38 (6): 569-570.
- Sorahan, T., L. Hamilton, M. van Tongeren, K. Gardiner, and J. Harrington: A Cohort Mortality Study of U.K. Carbon Black Workers 1951-96; Am J Ind Med 2001; 39:158-170.
- Sorahan, T., Harrington JM. A “Lugged” Analysis of Lung Cancer Risks in UK Carbon Black Production Workers; Am J Ind Med 2007; 50(8), 555-564.
- Straif K, Keil U, Taeger D *et al.*; Exposure to nitrosamines, carbon black, asbestos, and talc and mortality from stomach, lung, and laryngeal cancer in a cohort of rubber workers. Am J Epidemiol, 2000; 152: 297–306.
- Taeger D *et al.* Cancer and non-cancer mortality in a cohort of recent entrants (1981-2000) to the German Rubber Industry. Occup Environ Med 2007; 64: 560-561.
- Valic, F., D. Beritic-Stahuljak, and B. Mark: A Follow-up Study of Functional and Radiological Lung Changes in Carbon Black Expo-sure; Int Arch Arbeitsmedizin. 1975; 34:51-63.
- Vlaanderen J, Taeger D, Wellman J, Keil U, Schüz J, Straif K. Extended cancer mortality follow-up of a German rubber industry cohort. J Occup Environ Med. 2013; 55(8): 966-72.
- van Tongeren, M., K. Gardiner, C. Rossiter, J. Beach, P. Harber, and J. Harrington: Longitudinal Analysis of Chest Radiographs from the European Carbon Black Respiratory Morbidity Study; Eur Respir J 2002; 20:417-25.
- Wellmann, J, SK Weiland, G Klein, K Straif. Cancer Mortality in German Carbon Black Workers 1976-1998. Occup Env Med 2006; 63 (8), 513-521.
- Wilczyńska U, Szadkowska-Stańczyk I, Szeszenia-Dąbrowska N, Sobala W, and Strzelecka A (2001). Cancer Mortality in Rubber Tire Workers in Poland. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 2001; 14(2), 115—125.
- The International Carbon Black Association attempts to maintain a complete and current bibliography of occupational and environmental health related literature for carbon black. Contact your carbon black supplier for additional information.

