

# Riscos para a saúde de trabalhadores de pavimentação de ruas: as emissões tóxicas do asfalto

JOÃO ROBERTO PENNA DE FREITAS GUIMARÃES

**RESUMO:** Neste trabalho analisam-se as emissões tóxicas do asfalto e os riscos para a saúde dos trabalhadores, aí incluindo-se o fato de que alguns agentes químicos são cancerígenos segundo a literatura internacional e a legislação nacional vigente. Em seguida, são detalhados os enquadramentos de insalubridade aplicáveis a tais emissões, em conformidade com a NR 15, mais especificamente no Anexo 13. Por fim, é demonstrada a necessidade do SESMET das empresas em adotar EPI (s) específicos para a proteção dos trabalhadores, pois atualmente as equipes que promovem a pavimentação de ruas e estradas não usam máscaras de proteção respiratória dotadas de filtros específicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** asfalto, pavimentação, câncer, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, EPI, NR 15.

## 1. INTRODUÇÃO

O asfalto tem grande utilidade: uma rua asfaltada é nivelada, dando conforto aos passageiros e ao motorista de um veículo. Faz parte do progresso andarmos em ruas asfaltadas e niveladas.

Apesar desta utilidade, para os trabalhadores em pavimentação a história tem sido um pouco diferente. Há anos venho observando como trabalham os pavimentadores, que na verdade compõem uma equipe: **motoristas de rolo compressor, motoristas da máquina de aplicar a camada asfáltica, motoristas de caminhão basculante e equipe de aplicação** propriamente dita.

Estes trabalhadores usam uniforme, geralmente de mangas curtas e até bermudas (no verão). Alguns usam protetores auriculares e a grande maioria usa botas de segurança de couro. Mas, se você passar por uma avenida e a pista contrária estiver sendo asfaltada, repare que **nenhum deles usa respiradores dotados de filtros**. Na verdade, não usam qualquer tipo de respirador.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO ASFALTO

O asfalto é um resíduo derivado do refino de petróleo, que contém uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos, parafínicos, aromáticos, compostos contendo carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, dentre eles, HAP – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos. Os sinônimos de asfalto são *piche* e *betume*. A produção de asfaltos no Brasil se iniciou em 1.956, na Refinaria Presidente Bernardes, em Cubatão/SP (FREITAS GUIMARÃES, 2003).

Os asfaltos podem ser encontrados em estado sólido, pastoso e líquido (quando diluídos e aquecidos). Há duas classificações básicas para os asfaltos: de **pavimentação industrial**. O asfalto em estado pastoso ou líquido, usado em pavimentação, é obtido com a diluição em **querosene** ou **nafta**, além de ser aquecido em tanques, antes de sua aplicação. O asfalto de uso industrial, mais voltado para impermeabilização e revestimento de dutos, é conhecido como asfalto oxidado (ou seja, com injeção de ar na massa asfáltica, durante sua fabricação), acrescido de pó de asfalto no revestimento externo. É muito resistente à corrosão e à água (NIOSH, 2000).

### 3. AS EMISSÕES DO ASFALTO

Se você tiver a oportunidade de observar uma obra de pavimentação de uma rua ou estrada, verá que “nuvens” são formadas durante a aplicação do asfalto no piso, geralmente de cor azulada. Estas “nuvens” são uma mistura de **fumos de asfalto** com **vapores de asfalto**. Quando os produtos de asfalto são aquecidos, **vapores são produzidos**. Quando tais vapores esfriam, eles se condensam na forma de **fumos de asfalto**. Assim, os trabalhadores que usam asfalto aquecido estão expostos a **fumos de asfalto** e a **vapores de asfalto**. Quando o asfalto líquido é usado em temperatura ambiente, não há exposição a fumos, **apenas ao líquido e aos vapores**. Os vapores contêm **particulados** e, quando condensados, ficam viscosos (NIOSH, 2000).

Dentre as emissões gasosas, temos o **metano**, o **dióxido de enxofre**, o **monóxido de carbono** e **dióxido de nitrogênio**.

Como diluentes do asfalto geralmente se usam o **querosene** ou a **nafta**. O **Querosene** é uma mistura de Hidrocarbonetos alifáticos, olefínicos e aromáticos, tendo como principais componentes os alifáticos (87%), com faixa entre 10 a 16 átomos de Carbono. A nafta é uma mistura de hidrocarbonetos na faixa de 4 a 12 átomos de Carbono, na qual são encontradas parafinas cíclicas e olefinas, além de hidrocarbonetos aromáticos numa proporção de até 18% (FREITAS GUIMARÃES, 2003; GOES, 1997).

Também são encontrados nas emissões de asfalto outros solventes aromáticos, como o **BTX – Benzeno, Tolueno e Xileno** (WHO, 1998).

Mas os agentes químicos que mais se destacam nas emissões do asfalto são os **HAP – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos**, dada sua **ação carcinogênica**, destacando-se como os de maior risco para a saúde dos trabalhadores diretamente envolvidos nas operações de pavimentação.

Em 1994 Lutes et al publicaram um estudo sobre as emissões do asfalto aplicado a quente, tendo apontado os seguintes resultados quanto às emissões tóxicas de HAP, conforme a **Tabela 1**:

---

**Tabela 1:** Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP) encontrados em estudo da USEPA (USEPA, 1994)

Benzo (a) pireno	Benzo (k) fluoranteno
Benzo (a) antraceno	Criseno
Fluoranteno	Indeno (1,2,3) pireno
Naftaleno	Pireno

---

Este estudo também detectou exposição a vapores de **benzeno** e fumos contendo **chumbo**.

Em 1997 Mendes et al já indicavam que a exposição a asfalto e piche estavam relacionadas a um maior risco dos trabalhadores desenvolverem **câncer do pulmão e de pele**.

Um estudo mais recente publicado pela NIOSH (*Health Effects of Occupational Exposure to Asphalt*) de dezembro de 2.000, traz uma ampla relação de HAP, após retiradas 131 amostras de **limpeza de pele da testa e das palmas das mãos de trabalhadores em pavimentação de ruas**, aplicação de **mantas asfálticas em telhados** e que operam **tanques na transferência** de asfalto para caminhões. Os resultados aparecem na **Tabela 2**, a seguir:

---

**Tabela 2:** Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP) analisados a partir de 131 amostras de limpeza de pele de testas e palmas das mãos dos trabalhadores que pavimentam ruas, aplicam mantas asfálticas em telhados ou trabalham com tanques de transferência de asfalto (NIOSH, 2000).

Acenafteno	Criseno
Antraceno	Dibenzo (a,h) antraceno
Benzo (a) antraceno	Fluoranteno
Benzo (a) pireno	Fluoreno
Benzo (b) fluoranteno	Indo (1,2,3-cd) pireno
Benzo (e) pireno	Naftaleno
Benzo (ghi) perileno	Fenantreno
Benzo (k) fluoranteno	Pireno

---

Como entre um estudo e outro se passaram alguns anos, a metodologia para detecção de HAP evoluiu, sendo possível a detecção de um maior número de agentes (basta comparar a Tabela 1 com a Tabela 2).

Outro estudo (*Cancer risk following exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): a meta-analysis*), desenvolvido pela *London School of Hygiene and Tropical Medicine* em 2003, indica que as avaliações quantitativas junto aos trabalhadores apontam exposição aos **fumos de asfalto** e ao **Benzo (a) pireno**.

Estes dados já servem como uma base para o profissional de Segurança e Higiene do Trabalho perceber que **há a necessidade do uso de respiradores dotados de filtros** por parte destes trabalhadores, tanto para **material particulado**, quanto para **vapores orgânicos**.

Obviamente tal medida deve ser precedida da implantação de um **PPP – Programa de Proteção Respiratória**, conforme prevê a **Instrução Normativa 01/94 do MTE**, pois, lembrando do início deste artigo, vimos que os trabalhadores **não usam qualquer tipo de respirador**.

É importante destacar que o material particulado emitido durante a pavimentação com asfalto apresenta partículas **PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>**, ou seja, material particulado fino, respectivamente **inferior a 10 e a 2,5 micrômetros (µm)**, que consegue entrar nos pulmões, atingir os alvéolos e, em se tratando de PM<sub>2,5</sub>, passar para a **corrente sanguínea e linfática**. Como os Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos ficam adsorvidos nestes particulados, percebe-se o risco que correm estes trabalhadores, ao terem tais agentes químicos circulando em seu sangue.



**Foto:** Pavimentadores trabalhando em Santos numa rua do Bairro do Boqueirão, vendo-se que não usam respiradores. É perfeitamente visível a “nuvem azulada” citada no início do artigo, envolvendo o corpo dos trabalhadores (foto do Autor – set.2004).

#### 4. TOXICOLOGIA

Os **Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos** representam risco à saúde humana, pois alguns já são comprovadamente cancerígenos. A Organização Mundial da Saúde, conforme seu *Critério Ambiental 202*, de 1998, alerta para tal fato. No Brasil, o Ministério da Saúde desde 2001 já indica referências bibliográficas com estudos sobre as emissões de asfalto e também relaciona a atividade de **pavimentação com o asfalto** como de risco para a formação de **câncer de pulmão e dos brônquios**, os **epiteliomas** (câncer de pele), e o **câncer de bexiga**. Estes dados constam do Manual “*Doenças Relacionadas ao Trabalho*” e também da *Portaria 1.339/99*, na lista de doenças relacionadas ao trabalho, que são facilmente obtidos pela Internet. Na consulta, o profissional deve procurar por “betume”, que é sinônimo de asfalto.

Nogueira e Montoro, organizando a obra *Meio Ambiente e Câncer*, publicada em 1983 já citavam também um risco significativo de se **desenvolver tumores** a partir do contato com **piche** (que é sinônimo de asfalto).

Um estudo de coorte que incluiu 80.695 trabalhadores expostos a asfalto durante o período entre 1913 e 1999, incluindo a pavimentação de rodovias e usinas de asfalto, foi conduzido por Boffetta et al (2001) em sete países (Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Israel, Países Baixos e Noruega). Um aumento de **câncer no pulmão** foi encontrado em todos os países objeto do estudo. Casos isolados de câncer foram encontrados, tais como: **câncer da cavidade oral e da faringe** na Alemanha; **câncer do estômago e do pâncreas** na Finlândia; **mielomas múltiplos** nos Países Baixos.

Patemen et al (1994) já indicavam, por meio de vinte estudos epidemiológicos com trabalhadores expostos a asfalto em diversos países, um aumento do risco de se desenvolver **câncer de pulmão, estômago, pele, bexiga e leucemia**, atribuindo tal risco à presença dos **HAP – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos**, dada sua comprovada **ação carcinogênica**.

O **benzo (a) pireno** é um dos HAP que se destaca na toxicologia humana. As vias de penetração do benzopireno no organismo humano são duas: por inalação e pela epiderme. Quando os trabalhadores estão no local aplicando o asfalto quente, não apenas inalam este agente químico, mas também são atingidos pelo mesmo na pele do corpo. E o **benzo (a) pireno** é um agente químico causador de **câncer de pele**. Portanto, os trabalhadores que atuam na pavimentação de ruas não deveriam trabalhar de camiseta e bermuda.

Também o **benzo (a) antraceno** e os **benzofluorantenos** são reconhecidos como cancerígenos, além de possuírem propriedades mutagênicas. E ambos se encontram nas emissões do asfalto (NIOSH, 2001).

As manifestações agudas dos pavimentadores envolvem: irritação ocular, irritação nas mucosas do trato respiratório superior (nasal e garganta), tosse, dispnéia, asma química, bronquite, dor de cabeça, irritação, ressecamento e queimaduras de pele, pruridos, rachaduras e feridas. Também já foram indicados em menor escala sintomas agudos tais como, enjôo, náuseas, diminuição de apetite, dor de estômago e fadiga (NIOSH, 2001).

Quanto aos efeitos crônicos, há outros estudos, como o da NIOSH (*Health Effects of Occupational Exposure to Asphalt*) relatando o risco de câncer, dentre eles: **leucemia, câncer na boca e faringe**, e de **pulmão**. Também há relatos de **câncer gatrointestinal e de próstata/bexiga**.

Randem et al (2004) indicaram recentemente que trabalhadores expostos ao asfalto na Noruega têm risco aumentado de desenvolver **câncer na bexiga**.

## 5. EFEITOS COMBINADOS

Na exposição dos trabalhadores ao asfalto, Armstrong et al (2003) fazem importante observação quanto aos efeitos combinados às emissões de **asfalto** e **diesel**, uma vez que todas as máquinas pesadas que atuam nas operações de pavimentação de ruas, avenidas e estradas fazem uso deste combustível. Segundo estes estudos, há aumento das emissões de **Benzo (a) pireno** pela combinação das duas emissões, asfalto e diesel, o que aumenta o risco de desenvolvimento de câncer pulmonar.

De fato, nas emissões do diesel há, dentre diversos hidrocarbonetos, a presença marcante dos **Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos**, sendo que o **Benzo (a) pireno** é um deles (FREITAS GUIMARÃES, 2004).

## 6. LEGISLAÇÃO

Vimos que existe legislação no país que trata da exposição ocupacional a produtos químicos, sendo esta a Norma Regulamentadora 15 (ou NR 15) da Portaria 3.214/78 do MTE. O Anexo 13 desta NR traz alguns enquadramentos de insalubridade para trabalhadores expostos a alguns dos produtos químicos que foram citados acima:

- O **Benzo (a) pireno** (que é citado no Anexo 13 como “Benzopireno”) é enquadrado como insalubre em grau máximo (40%) pelo item “Operações Diversas”.
- O **Betume** (sinônimo de asfalto no Brasil) também é enquadrado como insalubre em grau máximo (40%), mas pelo item “Hidrocarbonetos e outros compostos de carbono”.
- O **Antraceno** (detectado no estudo da NIOSH que acima citamos) igualmente é enquadrado como insalubre em grau máximo (40%), pelo mesmo item “Hidrocarbonetos e outros compostos de carbono”.

- Tanto o **betume** quanto o **antraceno** são textualmente apontados pelo item “Hidrocarbonetos e outros compostos de carbono” como “substâncias cancerígenas”.

## 7. CONCLUSÕES

- A exposição às emissões de asfalto em pavimentação de ruas e estradas se dá tanto por **gases e vapores**, quanto a **material particulado**. Todos estes tipos de emissões são prejudiciais à saúde humana;

- Dentre o material particulado, a maioria das partículas é de um tamanho minúsculo (< 2,5 µm), o que facilita não apenas a sua inalação, mas também a sua chegada às partes mais profundas do pulmão (alvéolos), diminuindo a capacidade respiratória do indivíduo, e aumentando os processos inflamatórios. Alguns estudos confirmam que os compostos químicos tóxicos presentes no material particulado conseguem se diluir na região do alvéolo e passam para a circulação sanguínea. No caso de hidrocarbonetos aromáticos (são os compostos mais emitidos pelo asfalto), o tamanho das partículas entre 1 e 3 µm conseguem entrar na corrente sanguínea e se fixar nos glóbulos vermelhos (AZEVEDO & CHASIN, 2003);

- Diversos agentes químicos deletérios à saúde humana foram identificados nas emissões de asfalto e muitos deles são **comprovadamente cancerígenos, inclusive sendo reconhecidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego como tais**, além dos enquadramentos de insalubridade que acima expusemos (NR 15);

- Os profissionais da área de segurança do trabalho já dispõem de publicações na Internet que confirmam as doenças às quais estão expostos os pavimentadores, conforme o Manual “*Doenças Relacionadas ao Trabalho*” do Ministério da Saúde, de 2001. Vale à pena consultá-lo;

- Foram identificadas funções que obviamente se encontram mais expostas às emissões de asfalto (já acima apontadas) e que merecem uma grande atenção por parte do SESMET das empresas, pois espera-se um **maior adoecimento respiratório** destes trabalhadores por se encontrarem em tal situação. Os exames clínicos e laboratoriais destes trabalhadores devem receber uma revisão e maior atenção e espera-se que apareçam **casos de câncer** (de pulmão, bexiga, de pele, etc.) daqui a décadas em uma parcela destes trabalhadores, o que tem implicações jurídicas evidentes às empresas;

- O PPRA e o PCMSO devem também sofrer uma revisão, pois tais riscos químicos ainda não são reconhecidos pelo SESMET (por ignorância...). A **proteção respiratória para estes trabalhadores deve ser implantada**, vez que há anos este Autor observa trabalhadores em atividade sem qualquer tipo de respirador purificador. E os **uniformes** devem também merecer atenção do SESMET, vez que não se pode permitir trabalho com exposição a agentes que causam câncer de pele com os trabalhadores de bermudas e camisetas. Uma das vias de penetração dos fumos de asfalto no corpo humano é a **pele**;

- Como é de conhecimento geral, trabalhadores expostos à **radiação solar** correm um maior risco de desenvolver **câncer de pele**. No caso dos pavimentadores, este risco é ampliado, pois trata-se de uma combinação de fatores que se associam (os HAP + a radiação solar), merecendo uma maior atenção quanto a tal aspecto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ARMSTRONG, Ben et al. **Cancer risk following exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): a meta-analysis**. London: London School of Hygiene and Tropical Medicine, Research Report 068, 2003, 61 p.
- AZEVEDO, Fausto Antonio de; CHASIN, Alice da Matta. **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Carlos: RiMa, 2003. São Paulo: InterTox, 2003, 340 p.
- BOFFETTA, P. et al. **IARC Epidemiological Study of Cancer Mortality Among European Asphalt Workers**. Lyon: IARC Internal Report No. 01/003, 2001, 52 p.
- FREITAS GUIMARÃES, João Roberto Penna de. **Apostila de Riscos Químicos**. Santos: SENAC, 2003.
- FREITAS GUIMARÃES, João Roberto Penna de. Toxicologia das emissões veiculares de diesel: um problema de saúde ocupacional e pública. Blumenau: **Revista de Estudos Ambientais**, v.6, n.1, jan./abril 2004, p. 82-94.
- GOES, Roberto Charles. **Toxicologia Industrial: um guia prático para prevenção e primeiros socorros**. Rio de Janeiro: Revinter, 1997, 250 p.
- LUTES, C.C. et al. **Evaluation of Emissions from Paving Asphalts**. New York: US EPA/600/SR-94/135, November 1994.
- MENDES, René et al. **Patologia do Trabalho**, Rio de Janeiro: Atheneu, 1997, 643 p.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. **Portaria 1.339 de 18 de novembro de 1999**. In: Doenças relacionadas ao trabalho. Brasília: Ministério da Saúde do Brasil, 2001, 580 p.
- NIOSH. **Hazard Review: Health Effects of Occupational Exposure to Asphalt**. DHHS (NIOSH) Publication No. 2001-110, dec.2000, 150 p.
- NOGUEIRA, Diogo Pupo; MONTORO, Antonio Franco. **Meio Ambiente e Câncer**, São Paulo: CNPq/T. A. Queiroz, 1983, 261 p.
- PATERNEN, T. et al. Cancer risk in asphalt workers and roofers: review and meta-analysis of epidemiologic studies. **American Journal of Industrial Medicine**. New York: 1994, n. 26, p. 721-740.
- RANDEM, B. G. et al. Cancer incidence of Nordic asphalt workers, **Scand J Work Environ Health**, Oslo: 2004 Oct; 30, (5): p. 350-5.
- WHO – World Health Organization. **Selected Non-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons**. International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 202, Geneva: 1998.