

# Orientação sobre melhores técnicas disponíveis e melhores práticas ambientais para a utilização de ácido perfluorooctanosulfônico (PFOS) e químicos relacionados listados sob a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes

Atualizado  
Janeiro 2017



**unitar**

United Nations Institute for Training and Research



Stockholm Convention



UNEP

### **Aviso**

As designações empregadas e apresentações contidas nesta publicação são opções possíveis, baseadas na opinião de experts, com o propósito de dar assistência aos países em suas atitudes para redução ou eliminação de emissões de ácido perfluorooctanossulfônico (PFOS) e químicos relacionados listados sob a Convenção de Estocolmo. A UNEP e outras organizações contribuintes não se responsabilizam pelo uso indevido das informações contidas nessa publicação.

## Conteúdo

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Abreviações e acrônimos .....   | 6                                    |
| 1 Introdução.....   | 8                                    |
| 1.1 Propósito.....  | 8                                    |
| 1.2 Estrutura e utilização do documento.....  | 8                                    |
| 1.3 ácido perfluoro-octanossulfônico (PFOS), seus sais , e perfluoro-octano sulfonil fluoreto (PFOSF).....                | 9                                    |
| 1.3.1 Químicos listados na Parte III do Anexo B da Convenção.....   | 9                                    |
| 1.3.2 Características.....  | 10                                   |
| 1.3.3 Riscos.....   | 11                                   |
| 1.3.4 Produção e Uso .....  | 11                                   |
| 1.4 Consideração de alternativas ao PFOS, seus sais, e substâncias relacionadas ao PFOS.....                              | 13                                   |
| 1.4.1 Considerações gerais .....  | 13                                   |
| 1.4.2 Alternativas químicas.....  | 14                                   |
| 1.5 Resumo sobre Melhores Técnicas Disponíveis (BAT) e Melhores Práticas Ambientais (BEP) por categoria de processo ..... | 18                                   |
| 1.6 Relação com a Convenção da Basileia .....   | 20                                   |
| 2 Princípios e orientações gerais sobre BAT e BEP para o gerenciamento de PFOS e substâncias relacionadas a PFOS.....     | 22                                   |
| 2.1 Melhores Práticas Ambientais (BEP).....   | 22                                   |
| 2.1.1 Sistemas de gerenciamento ambiental.....  | 22                                   |
| 2.1.2 Treinamento e educação específicos da equipe.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 2.1.3 Considerações adicionais para BAT e BEP.....  | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 2.2 Medidas BAT e BEP gerais aplicáveis ao manejo de todos os químicos .....  | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 2.3 Medidas BEP para a fabricação de produtos contendo PFOS ou substâncias relacionandas ao PFOS .....                    | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 2.4 Medidas BEP gerais para a utilização de PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS .....                                 | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 2.5 Medidas BEP para a fabricação de alternativas ao PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS                              | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 2.6 Medidas BEP gerais para a utilização de alternativas ao PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS .....                 | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3 Medidas BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para aplicações de propósito aceitável.....              | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.1 Imagens fotográficas.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.1.1. Histórico .....  | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |

|        |   |                                      |
|--------|---|--------------------------------------|
| 3.1.2. | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.2    | Revestimentos fotossensíveis e antireflexo para semicondutores .....  | 31                                   |
| 3.2.1. | Histórico .....   | 31                                   |
| 3.2.2. | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas a PFOS.....  | 33                                   |
| 3.3    | Agente de gravação para semicondutores compostos e filtros cerâmicos ....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.3.1  | Histórico .....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.3.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.4    | Fluidos hidráulicos de aviação .....  | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.4.1  | Histórico .....   | 35                                   |
| 3.4.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.5    | Revestimento metálico (revestimento metálico rígido) somente em sistemas de ciclo fechado .....                     | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.5.1  | Histórico .....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.5.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.6    | Alguns dispositivos médicos .....   | 40                                   |
| 3.6.1  | Histórico .....   | 40                                   |
| 3.6.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | 40                                   |
| 3.7    | Espuma de combate a incêndios .....   | 41                                   |
| 3.7.1  | Histórico .....   | 41                                   |
| 3.7.2  | Tipos de espumas .....  | 41                                   |
| 3.7.3  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | 42                                   |
| 3.8    | Isclas de insetos para controle de formigas cortadeiras das espécies <i>Atta spp.</i> e <i>Acromyrmex spp</i> ..... | 43                                   |
| 3.8.1  | Histórico .....   | 43                                   |
| 3.8.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4      | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para aplicações específicas de isenção                       | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.1    | Máscaras fotográficas nas indústrias de display semicondutor e display de cristal líquido (LCD) .....               | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.1.1  | Histórico .....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.1.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.2    | Revestimento metálico (revestimento metálico rígido) .....  | 48                                   |
| 4.2.1  | Histórico .....   | 48                                   |
| 4.2.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.3    | Revestimento metálico (revestimento decorativo) .....   | 51                                   |

|        |   |                                      |
|--------|---|--------------------------------------|
| 4.3.1  | Histórico .....   | 51                                   |
| 4.3.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | 51                                   |
| 4.4    | Partes elétricas e eletrônicas de algumas impressoras e copiadoras coloridas .....          | 52                                   |
| 4.4.1  | Histórico .....   | 52                                   |
| 4.4.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | 52                                   |
| 4.5    | Inseticidas para o controle de Formigas do Fogo Importadas e Cupins .....                   | 52                                   |
| 4.5.1  | Histórico .....   | 52                                   |
| 4.5.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | 53                                   |
| 4.6    | Produção de combustíveis quimicamente conduzida .....                                       | 58                                   |
| 4.6.1  | Histórico .....   | 58                                   |
| 4.6.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.7    | <i>Isenção expirada- Carpetes</i> .....   | 59                                   |
| 4.7.1  | Histórico .....   | 59                                   |
| 4.7.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | 59                                   |
| 4.8    | <i>Isenção expirada- Couro e vestuário</i> .....  | 62                                   |
| 4.8.1  | Histórico .....   | 62                                   |
| 4.8.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | 62                                   |
| 4.9    | <i>Isenção expirada – Têxteis e and estofamento</i> .....                                   | 64                                   |
| 4.9.1  | Histórico .....   | 64                                   |
| 4.9.2  | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | 64                                   |
| 4.10   | <i>Isenção expirada – Papéis e embalagens</i> .....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.10.1 | Histórico .....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.10.2 | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | 67                                   |
| 4.11   | <i>Isenção expirada- Revestimentos e aditivos de revestimentos</i> .....                    | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.11.1 | Histórico .....   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 4.11.2 | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para revestimentos .....             | 70                                   |
| 4.11.3 | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para aditivos de revestimentos ..... | 70                                   |
| 4.12   | <i>Isenção expirada- Borracha e plásticos</i> .....   | 71                                   |
| 4.12.1 | Histórico .....   | 71                                   |
| 4.12.2 | BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.....                                 | 71                                   |
| 5      | Referências.....  | 73                                   |

## Abreviações e acrônimos

|         |   |
|---------|---|
| AFFF    | aqueous film-forming foam [espuma aquosa formadora de filme]  |
| AR-AFF  | alcohol resistant aqueous film-forming foam [espuma aquosa formadora de filme resistente ao álcool]   |
| ARC     | anti-reflective coating [revestimento antireflexo]  |
| AR-FFFP | alcohol-resistant film-forming fluoroprotein [espuma de fluoroproteína formadora de filme e resistente ao álcool]   |
| AR-FP   | alcohol-resistant fluoroprotein foam [espuma de fluoroproteína formadora de espuma]   |
| BARC    | bottom anti-reflective coating [revestimento de fundo antireflexo]  |
| BAT     | best available techniques [melhores técnicas disponíveis]   |
| BEP     | best environmental practices [melhores práticas ambientais]   |
| BREF    | BAT Reference Document [Documento de Referência BAT]  |
| CCD     | charge-coupled device (technology for capturing digital images) [dispositivo de carga acoplada (tecnologia para captura de imagens digitais)]   |
| COP     | Conference of Parties [Conferência das Partes]  |
| DWR     | durable water-repellent [repelente de água durável]   |
| ECF     | electrochemical fluorination [fluoração eletroquímica]  |
| EMS     | environmental management system [Sistema de gerenciamento ambiental]  |
| ETFE    | ethylene tetrafluoroethylene, a fluorine-based plastic [etileno tetrafluoretileno, um plástico com base de flúor]   |
| EtFOSA  | N-Ethyl perfluorooctanesulfonamide [N-etil perfluorooctano sulfonamida]   |
| EtFOSE  | N-Ethyl perfluorooctanesulfonamidoethanol [N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica]   |
| FFFP    | film-forming fluoroprotein foam [espuma de flúor proteína formadora de filme]   |
| FOSA    | N-Alkylperfluorooctanesulfonamide [N-alquil perfluorooctano sulfonamida]  |
| FOSE    | N-Alkylperfluorooctanesulfonamidoethanol [N-alquil perfluorooctano sulfonamida etanoica]  |
| FP      | Fluoroprotein foam [espuma flúor-proteica]  |
| GHS     | Global Harmonization System [Sistema de harmonização global]  |
| LCD     | liquid crystal display [display de cristal líquido]   |
| PASF    | Perfluoroalkanesulfonyl fluoride [fluoreto de perfluoroalcanosulfonil]  |
| PBT     | persistent, bioaccumulative and toxic [persistente, bioacumulativo e tóxico]  |
| PFAS    | Per- and polyfluoroalkyl substances [substâncias per – e polifluor-alquil]  |
| PFBS    | perfluorobutane sulfonic acid (F-(CF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -SO <sub>3</sub> H) / potassium perfluorobutane sulfonate (F-(CF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> K <sup>+</sup> ) [ácido sulfônico perfluorobutano (F-(CF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -SO <sub>3</sub> H) / sulfonato de potássio perfluorobutano (F-(CF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> K <sup>+</sup> )] |
| PFOS    | Perfluorooctanesulfonate [ácido perfluoro-octanossulfônico]   |
| PFOSF   | Perfluorooctanesulfonyl fluoride [perfluorooctano sulfonil fluoreto]  |
| PFSA    | Perfluoroalkane sulfonic acid [ácido sulfônico perfluoroalcano]   |

|       |   |
|-------|---|
| POPRC | Persistent Organic Pollutant Review Committee [Comitê de Revisão de Poluentes Orgânicos Persistentes] |
| POPs  | persistent organic pollutants [poluentes orgânicos persistentes]                                      |
| SDS   | safety data sheet [ficha de dados de segurança]   |
| TARC  | top anti-reflective coating [revestimento de topo antireflexo]  |
| VOC   | volatile organic compounds [compostos orgânicos voláteis]   |

# 1 Introdução

## 1.1 Propósito

O conceito de melhores técnicas disponíveis (BAT) não é destinado à prescrição de qualquer técnica ou tecnologia específica. BAT significa o estágio mais eficiente e avançado no desenvolvimento de atividades e seus métodos de operação que indicam a viabilidade prática de certas técnicas para o fornecimento, em princípio, da base para limitação de emissões destinadas à prevenção e, onde isso não for viável, a redução das emissões de químicos e seu impacto no meio ambiente como um todo. Melhores práticas ambientais (BEP) descrevem a aplicação da combinação mais adequada de medidas e estratégias de controle ambiental (Artigo 5, f (i) e (v) da Convenção de Estocolmo).

O artigo 3, parágrafo 6 da Convenção de Estocolmo, pede que as Partes que possuem uma exceção específica e/ou finalidade aceitável de acordo com o Anexo A ou B da Convenção tomem medidas para garantir que qualquer produção ou utilização sob essa exceção ou finalidade sejam realizados de uma maneira que previna ou minimize a exposição humana e emissões ao meio ambiente (i.e. aplicando BAT e BEP).

Esse documento de orientação foi desenvolvido para guiar as Partes em suas ações de prevenção ou redução de emissões de ácido perfluoro-octanossulfônico (PFOS), seus sais e substâncias relacionadas a produção e utilização sob as isenções específicas e propósitos aceitáveis listados na Convenção em sua 4ª reunião em 2009 (COP-4, SC 4/17). Esse documento inclui principalmente informações e conhecimento atualizado e substitui a versão previamente publicada como UNEP/POPS/COP.7/INF21.

## 1.2 Estrutura e utilização do documento

**Capítulo 1** delinea o propósito e a estrutura desse documento. Também inclui uma breve visão geral das características e usos do PFOS, seus sais e substâncias relacionadas ao PFOS, as disposições relevantes sob a Convenção de Estocolmo e um resumo das medidas necessárias sob essas disposições. Além disso, as Tabelas 3 e 4 resumem se as alternativas estão ou não disponíveis e em uso para cada “propósito adequado” e “exceção específica”. As tabelas 5 e 6 fornecem um resumo abrangente de BAT e BEP para cada “propósito adequado” e “exceção específica”.

**Capítulo 2** inclui princípios de alto nível em BAT e BEP para gerenciamento químico geral, gerenciamento geral de pesticidas, e orientação específica para o gerenciamento de PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS.

**Capítulos 3 e 4** fornecer orientação específica para os processos/aplicações listados como finalidades aceitáveis e exceções específicas no âmbito da Convenção. Cada seção destes capítulos fornece uma descrição geral (contexto) do processo/aplicação em que os PFOS, os seus sais ou substâncias relacionadas com PFOS foram/são utilizados, incluindo informação sobre as alternativas disponíveis para essa utilização e orientações específicas BAT e BEP para a gestão de PFOS e substâncias relacionadas e suas alternativas no respectivo processo/aplicação.



## 1.3 Ácido perfluorooctano sulfônico (PFOS), seus sais, e perfluorooctano sulfonil fluoreto (PFOSF)

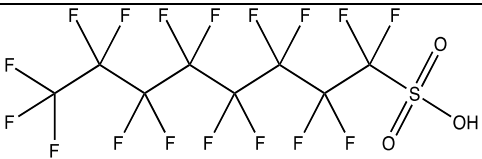
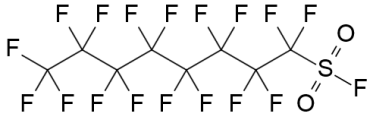
### 1.3.1 Substâncias Químicas listadas na Parte III do Anexo B da Convenção

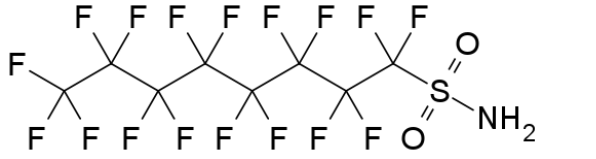
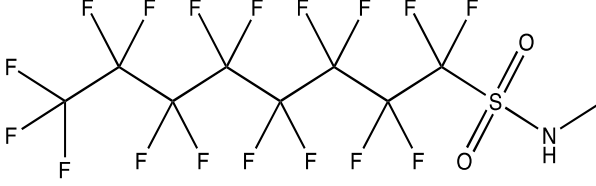
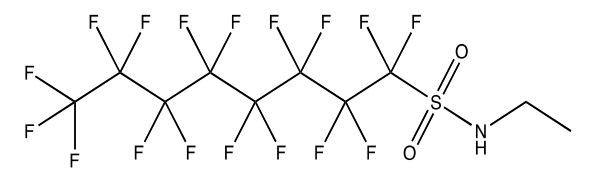
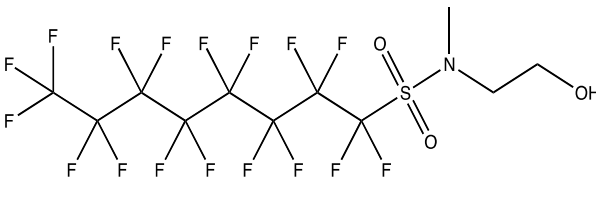
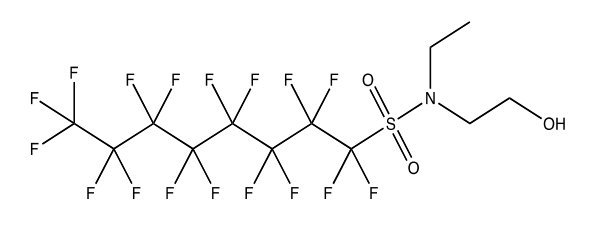
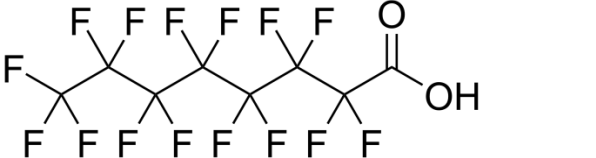
O sulfonato perfluoro-octil ( $F-(CF_2)_8-SO_3^-$ ) é uma substância aniônica completamente fluorada, comumente utilizada como um sal ou na forma de ácido (ácido perfluoro-octanossulfônico, PFOS). O PFOS não ocorre naturalmente e é sintetizado a partir do fluoreto de perfluoro-octano sulfonil (PFOSF,  $F-(CF_2)_8-SO_2F$ ). O PFOSF é um intermediário importante na produção de “substâncias relacionadas ao PFOS”, i.e. substâncias que contêm um ou mais grupos  $C_8F_{17}SO_2$  e que podem, ou é presumido que podem, degradar-se em PFOS no meio ambiente (UNEP/POPS/COP.7/INF/26). Por exemplo, PFOSF é o intermediário principal na produção de PFOS, N-alkil perfluoro-octano sulfonamida (FOSA,  $F-(CF_2)_8-SO_2-NH(\text{alquil})$ ) ou N-alkil perfluoro-octano sulfonamida etanoica (FOSE,  $F-(CF_2)_8-SO_2-N(\text{alkyl})(CH_2CH_2OH)$ ). Os derivados de FOSA são substâncias tipicamente não poliméricas, como EtFOSA, que é utilizado como pesticida. FOSEs são intermediários principais na produção de substâncias relacionadas a PFOS. Por exemplo, EtFOSE (N-etil perfluoro-octano sulfonamida etanoica,  $F-(CF_2)_8-SO_2-N(C_2H_5)(CH_2CH_2OH)$ ) é o intermediário chave para a produção de polímeros fluorados relacionados a PFOS como os poli(met)acrilatos e os poliuretanos. Ver a Figura 1 para uma visão geral do esquema do processo e como ele se relaciona às grandes categorias de produtos.

Todas essas substâncias pertencem a diferentes subgrupos na grande família das substâncias per – e polifluor-alkil (PFAS). O PFOS pertence ao subgrupo dos ácidos sulfônicos perfluoro-alcenos (PDSA) e o PFOSF e seus derivados pertencem ao subgrupo dos PASF (fluoretos de perfluoro-alceno-sulfonil) (Buck et al. 2011). No presente documento, PFOS, seus sais e PFOSF e produtos feitos a partir do PFOSF são referidos como “PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS”. Esse termo é restrito a compostos que possuem o grupo  $C_8F_{17}SO_2^-$  ou  $C_8F_{17}SO_3^-$  i.e, fluoração total a oito átomos de carbono seguida por um grupo lábil como sulfonilo ( $-SO_2$ ) ou sulfonato ( $-SO_3$ ). PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS como são referidas neste documento são caracterizadas pela meação  $C_8F_{17}$ , elas contêm apenas átomos C e F na meação e não contêm hidrogênio (H) ou oxigênio (O).

As fórmulas estruturais são mostradas na Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1:** Identidade do PFOS e algumas substâncias relacionadas ao PFOS importantes

| Fórmula Estrutural  | Nome da Substância e Abreviação            | Fórmula                                   |
|---|--|---|
| PFOS, its salts and PFOSF   |  |   |
|  | ácido perfluorooctano sulfônico<br>PFOS    | $F-(CF_2)_8-SO_3^-$<br>$C_8F_{17}-SO_3^-$ |
|  | Perfluorooctano sulfonil fluoreto<br>PFOSF | $F-(CF_2)_8-SO_2F$<br>$C_8F_{17}-SO_2F$   |
| Substâncias relacionadas ao PFOS (e.g., precursores)                                |  |   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|    | <p>N-álquil perfluorooctano sulfonamida<br/>FOSA</p>                           | <p><math>F-(CF_2)_8-SO_2-NH_2</math><br/><math>C_8F_{17}-SO_2-NH_2</math></p>                                |
|    | <p>N-metil perfluorooctano sulfonamida<br/>MeFOSA</p>                          | <p><math>F-(CF_2)_8-SO_2-NH-CH_3</math><br/><math>C_8F_{17}-SO_2-NHCH_3</math></p>                           |
|    | <p>N-etil perfluorooctano sulfonamida<br/>EtFOSA<br/>Também : sulfluramida</p> | <p><math>F-(CF_2)_8-SO_2-NH-CH_2CH_3</math><br/><math>C_8F_{17}-SO_2-N(H)C_2H_5</math></p>                   |
|   | <p>N-metil perfluorooctano sulfonamida etanoica<br/>MeFOSE</p>                 | <p><math>F-(CF_2)_8-SO_2-N(CH_3)(CH_2CH_2OH)</math><br/><math>C_8F_{17}-SO_2-N(CH_3)(C_2H_4)-OH</math></p>   |
|  | <p>N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica<br/>EtFOSE</p>                  | <p><math>F-(CF_2)_8-SO_2-N(C_2H_5)(CH_2CH_2OH)</math><br/><math>C_8F_{17}-SO_2-N(C_2H_5)C_2H_4-OH</math></p> |
| <p>Não relacionado a PFOS</p>   |  |  |
|  | <p>Ácido Perfluorooctanoico<br/>PFOA</p>                                       | <p><math>F-(CF_2)_7-COOH</math><br/><math>C_7F_{15}-COOH</math></p>  |

### 1.3.2 Características

PFOS é persistente e tem propriedades substanciais de bioacumulação e biomagnificação, apesar de não seguir o padrão clássico de outros POPs que se repartem em tecido adiposo; ao invés disso ele se liga a proteínas no sangue e no fígado. Ele tem a capacidade de ser transportado a longas distâncias e demonstrou ecotoxicidade e toxicidade em relação a mamíferos (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5).

### 1.3.3 Riscos

Em sua segunda reunião, o Comitê de Revisão de POPs (POPRC) desenvolveu e adotou um perfil de risco para PFOS contido no documento UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5. O Comitê concluiu, de acordo com o parágrafo 7 (a) do Artigo 8 da Convenção, que o PFOS tem grande potencial, como resultado de seu transporte ambiental a longas distâncias, de causar efeitos adversos significativos na saúde humana e no meio ambiente, necessitando de ação global para prevenção desses efeitos. Em sua terceira reunião, o Comitê adotou a avaliação de gerenciamento de risco para PFOS, que é descrita no documento UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.5. Informações detalhadas sobre os riscos causados por PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS podem ser encontradas no documento supracitado.

### 1.3.4 Produção e utilização

Em 2009, PFOs, seus sais e substâncias relacionadas foram listadas no Anexo B da Convenção com isenções específicas e propósitos aceitáveis para a produção e utilização de acordo com a Parte III do Anexo B. A produção e utilização devem ser eliminadas por todas as Partes exceto aquelas que notificaram a secretaria da intenção de produção e/ou utilização para isenções específicas e propósitos aceitáveis listados na Parte I do Anexo B. A lista de usos com propósitos aceitáveis ou isenções específicas pertencente à Parte I do Anexo B é mostrada na Tabela 2 abaixo. O registro de isenções específicas e o registro de propósitos aceitável para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS foram estabelecidos e são mantidos no website da Convenção <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposesPFOSandPFOSF/tabid/794/Default.aspx>

**Tabela 2:** Propósitos aceitáveis e isenções específicas para a produção e uso de PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS de acordo com a Parte I do Anexo B da Convenção de Estocolmo.

| Finalidades aceitáveis  | Exceções específicas  |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Produção de imagens fotográficas</li><li>2. Revestimentos fotoresistentes e antireflexo para semicondutores</li><li>3. Agente de gravação para semicondutores de compostos e filtros cerâmicos</li><li>4. Fluidos hidráulicos de aviação</li><li>5. Revestimentos metálicos (revestimentos metálicos rígidos) apenas em sistemas de circuito fechado</li><li>6. Alguns dispositivos médicos (como camadas de copolímero de etileno e tetrafluoretileno (ETFE) e produção de ETFE radiopacas, dispositivos médicos de diagnóstico in-vitro, e filtros CCD coloridos)</li><li>7. Espuma de combate a incêndios</li><li>8. Iscas de insetos para controle de formigas cortadeiras da <i>Atta</i> spp. e <i>Acromylex</i> spp.</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Máscaras fotográficas nas indústrias de semicondutor e display de cristal líquido (LCD)</li><li>2. Revestimentos metálicos (revestimentos metálicos rígidos)</li><li>3. Revestimentos metálicos (revestimentos decorativos)</li><li>4. Partes elétricas e eletrônicas de algumas impressoras e copiadoras coloridas</li><li>5. Inseticidas para controle de formigas de fogo e cupins</li><li>6. Combustíveis produzidos quimicamente</li></ol> <p><b><i>Exceções expiradas*</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>7. <b><i>Carpetes</i></b></li><li>8. <b><i>Couro e vestuário</i></b></li><li>9. <b><i>Têxteis e estofamentos</i></b></li><li>10. <b><i>Papéis e embalagens</i></b></li><li>11. <b><i>Vernizes e aditivos de vernizes</i></b></li><li>12. <b><i>Borracha e plásticos</i></b></li></ol> |

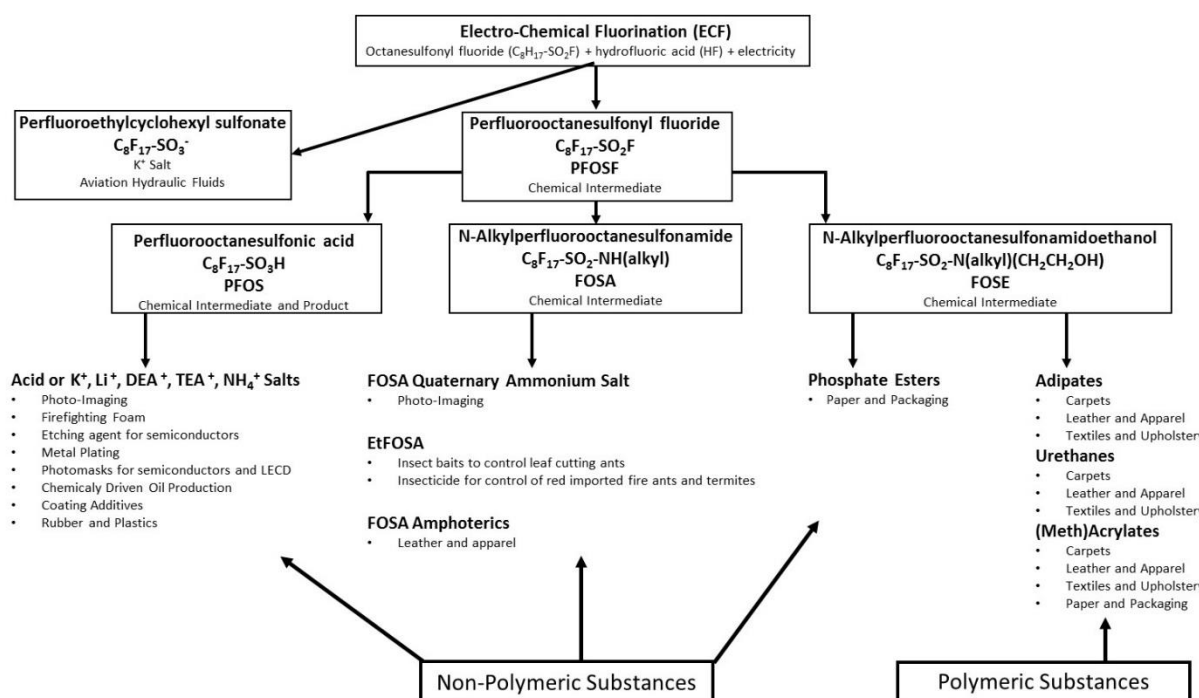
\* as exceções expiradas estão marcadas em itálico e em cor vermelha ao longo do documento

As finalidades aceitáveis não têm prazo limitado, a menos que seja especificado o contrário pela Conferência das Partes. As isenções específicas expiram em cinco (5) anos depois da data de entrada em vigor do químico sob a Convenção, a menos que a parte indique uma data anterior a esse prazo no momento de registro da exceção. As emendas listando PFOS, seus sais e PFOSF entraram em vigor para a maioria das partes em 26 de agosto de 2002. Em 2015, por decisão SC-7/1, a Conferência das Partes decidiu que “não devem ser feitas novas isenções específicas para a produção e uso do ácido sulfônico perfluorooctano, seus sais e o fluoreto de sulfonyl-perfluorooctano para carpetes, couro e vestuário, têxteis e estofamentos, papéis e embalagens, vernizes e aditivos de vernizes e borracha e plásticos”. Essas isenções específicas expiradas são destacadas em vermelho na tabela acima e ao longo do documento.

Na última década, muitas Partes implementaram regulamentações nacionais abordando essas substâncias. Um bom resumo também foi publicado recentemente pelo OECD/UNEP Global PFC Group (OECD 2015).

A Figura 1 mostra o esquema do processo para produção de PFOSF e as maiores categorias de produtos e aplicações de PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS (contendo modificações do OECD 2002).

**Figura 1:** Esquema de processamento e maiores categorias de produtos e aplicações para PFOSF, PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS, como FOSA e FOSE e seus derivados não poliméricos e poliméricos.



Como a maioria de FOSE é incorporada em polímeros de peso molecular mais alto, ele compõe apenas uma porção da fração molar do polímero no produto final. No entanto, deve ser ressaltado que as reações secundárias utilizadas para produção de derivados poliméricos e não poliméricos de FOSE não produzem necessariamente produtos puros. Tipicamente 1-2% do produto final é composto de materiais de base ou intermediários fluorados que não reagiram ou reagiram parcialmente, que são levados adiante no produto final como impurezas (3M 2000). Esse é um aspecto importante a ser considerado na aplicação de BAT e BEP no caso de indústrias utilizando esses materiais e produzindo emissões ao meio ambiente. Além disso, esses produtos também podem conter PFOA como uma

impureza (Jiang et al. 2015). Em 2015, o PFOA foi proposto para listagem e está sendo revisado pelo Comitê de Revisão de POPs (UNEP/POPS/POPRC.11/5).

## 1.4 Consideração de alternativas ao PFOS, seus sais e substâncias relacionadas ao PFOS

### 1.4.1 Considerações gerais

De acordo com o parágrafo 4 Parte III do Anexo B da Convenção, para a redução e eliminação da produção e uso de PFOS, seus sais e químicos relacionados ao PFOS, as partes são encorajadas a descontinuar os usos quando existirem substâncias ou métodos alternativos disponíveis. Orientação para a consideração de alternativas foi desenvolvida pelo Comitê de Revisão de POPs (para o documento mais recente ver UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15). Informações mais detalhadas sobre a disponibilidade e adequabilidade das alternativas estão disponíveis nos documentos fonte utilizados para o desenvolvimento das orientações.

O presente documento inclui informações sobre alternativas disponíveis para usos listados como isenções específicas e propósitos aceitáveis sob a Convenção, porém, em alguns casos, se furta de avaliar sua viabilidade técnica para processos específicos devido a informações incompletas. Sempre que possível, nomes comerciais e nomes de fabricantes de possíveis alternativas são fornecidos presumindo-se que a presença desses produtos no mercado indica viabilidade técnica como substitutos.

A avaliação de algumas das alternativas baseada em periculosidade foi conduzida pelo Comitê de Revisão de POPs, com base em uma análise para indicar se as substâncias alternativas estão de acordo com os limites numéricos do Anexo D da Convenção (UNEP/POPS/POPRC.10/INF/7/Rev.1).

As Partes podem utilizar esses relatórios como uma fonte de informação na escolha de alternativas ao PFOS, seus sais e substâncias relacionadas. Deve ser ressaltado que para as alternativas listadas nesses relatórios:

- Não está sempre claro se são substituições ‘drop-in’ e/ou se processo e/ou cargas de produtos precisariam ser modificados. Os fornecedores desses químicos podem ser capazes de fornecer informações adicionais.
- Sua viabilidade para cumprir com a especificação de performance nem sempre foi verificada.
- As partes precisam garantir que as alternativas estão registradas para o uso intencionado em sua jurisdição.
- Para aquelas consideradas como não prováveis de exibir características POP, características perigosas (e.g. mutagenicidade, carcinogenicidade, toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento, interferência endócrina, supressão imune ou neurotoxicidade) ainda podem ser exibidas. É recomendada a revisão cuidadosa da Ficha de Dados de Segurança (SDS) no formato GHS para cada substância e evitar o uso de substâncias que não possuam SDS ou que a ficha esteja incompleta, SDS deve ser fornecida por um fornecedor.
- Não é sabido se essas alternativas são produzidas empregando melhores práticas e para minimização de conteúdo não intencional no produto (como matéria prima não reagida e outras impurezas). Os fornecedores desses químicos podem ser capazes de fornecer informações adicionais.

Resumindo, todas as alternativas potenciais bem como seus fornecedores devem ser cuidadosamente avaliados pelas partes antes de serem considerados alternativas viáveis.

As Tabelas 3 e 4 abaixo resumem informações sobre a natureza de produtos incumbentes juntamente com as taxas de uso típicas, informações sobre a disponibilidade de alternativas ao PFOS e substâncias

relacionadas ao PFOS para as utilizações listadas como propósitos aceitáveis e isenções específicas sob a Convenção, de acordo com o anexo à decisão POPRC-8/8 e os documentos POPRC mencionados anteriormente. Maiores detalhes estão disponíveis nos capítulos (específicos) 3 e 4.

### 1.4.2 Alternativas Químicas

As alternativas químicas podem incluir as seguintes classes de químicos:

- a) Substâncias sulfonilo-alcano-perfluoradas; consideradas principalmente substâncias de correntes mais curtas como PFBS ou ácidos carboxílicos perfluorados
- b) Substâncias alcano-perfluoradas; como substâncias poliméricas ou não poliméricas com base fluorotelomer de corrente curta ou fluoro-poliéteres
- c) Substâncias livres de flúor; baseadas em várias plataformas químicas. Essas são especificadas ao longo do texto sempre que possível

**Tabela 3:** Disponibilidade de alternativas ao PFOS para aplicações de “Propósito Aceitável” (UNEP/POPS/COP.7/INF/26, DEFRA 2004, Blepp 2015).

| Propósito Aceitável  | Incumbente PFOS ou substância relacionada ao PFOS  | Índice de Uso Típico                                  | Alternativas                 |                          |                                  |
|--|--|---|------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
|  |  |   | Existência de Alternativas   | Identidade Química       | Nomes Comerciais e/ou Produtores |
| 1. Produção de imagens fotográficas  | Sal quaternário de amônio FOSA (CAS No. 1652-63-7)<br>Sal PFOS (TEA*(CAS No. 56773-42-3))<br>Misturas poliméricas (não foram melhor especificadas) | Informação Inconsistente                              | Sim                          | Conhecida                | Informação Inconsistente         |
| 2. Revestimentos fotossensíveis e antireflexo para semicondutores  | Informação Inconsistente   | 0.02% a 0.1% ~ 0.1%                                   | Sim                          | Informação Inconsistente | Conhecidos                       |
| 3. Agente de gravação para semicondutores de compostos e filtros cerâmicos   | PFOS (CAS No. 1763-23-1)   | Informação Inconsistente                              | Sim                          | Conhecida                | Informação Inconsistente         |
| 4. Fluidos hidráulicos de aviação  | Sulfonato Perfluoroetilico-ciclohexil (CAS No. 67584-42-3)   | <0.05%  | Informação Inconsistente     | Informação Inconsistente | Informação Inconsistente         |
| 5. Revestimento metálico (revestimento metálico rígido) somente em sistemas de ciclo fechado   | Sais PFOS (TEA* (CAS No. 56773-42-3), K (CAS No. 2795-39-3), Li (CAS No. 29457-72-5), DEA* (CAS No. 70225-14-8))                                   | 0.03% a 0.08%   | Sim                          | Conhecida                | Conhecido                        |
| 6. Alguns dispositivos médicos (como camadas de copolímero de etileno e tetrafluoretileno (ETFE) e produção de ETFE radiopacas, dispositivos médicos de diagnóstico in-vitro, e filtros CCD coloridos) | PFOS (CAS No. 1763-23-1)   | Informação Inconsistente<br><br>150ng para Filtro CCD | Informação Inconsistente     | Informação Inconsistente | Informação Inconsistente         |
| 7. Espuma de combate a incêndios   | PFOS (CAS No. 1763-23-1)   | 0.5% a 6%   | Sim                          | Conhecida                | Conhecido                        |
| 8. Iscas de insetos para controle de formigas cortadeiras  | EtFOSA (N-etil perfluorooctano sulfonamida)  | 0.3%  | Sim (porém não para todas as | Conhecida                | Conhecido                        |

|  |                     |  |                |  |  |
|--|---------------------|--|----------------|--|--|
| da <i>Atta spp.</i> e <i>Acromyrmex spp.</i> | (CAS No. 4151-50-2) |  | necessidades ) |  |  |
|--|---------------------|--|----------------|--|--|

\*TEA = tetraetilamônio, DEA = dietanolamina

**Tabela 4:** Disponibilidade de alternativas para aplicações de “Exceção Específica” para PFOS (UNEP/POPS/COP.7/INF/26, DEFRA 2004, Blepp 2015, U.S. FDA database)

| Isenção Específica   | Incumbente PFOS ou substância relacionada ao PFOS  | Índice de Uso Típico     | Alternativas               |                          |                                  |
|--|--|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
|  |  |                          | Existência de Alternativas | Identidade Química       | Nomes Comerciais e/ou Produtores |
| 1. Máscaras fotográficas nas indústrias de semicondutor e display de cristal líquido (LCD) | PFOS (CAS No. 1763-23-1)   | Informação Inconsistente | Sim                        | Informação Inconsistente | Informação Inconsistente         |
| 2. Revestimentos metálicos (revestimentos metálicos rígidos)                               | Sais PFOS (TEA* (CAS No. 56773-42-3), K (CAS No. 2795-39-3), Li (CAS No. 29457-72-5), DEA* (CAS No. 70225-14-8)) | 0.03% a 0.08%            | Sim                        | Conhecida                | Conhecida                        |
| 3. Revestimentos metálicos (revestimentos decorativos)                                     | Sais PFOS (TEA* (CAS No. 56773-42-3), K (CAS No. 2795-39-3), Li (CAS No. 29457-72-5), DEA* (CAS No. 70225-14-8)) | 0.03% a 0.08%            | Sim                        | Conhecida                | Conhecido                        |
| 4. Partes elétricas e eletrônicas de algumas impressoras e copiadoras coloridas            | Informação Inconsistente   | Informação Inconsistente | Informação Inconsistente   | Informação Inconsistente | Informação Inconsistente         |
| 5. Inseticidas para controle de formigas de fogo e cupins                                  | EtFOSA (N-etil perfluorooctano sulfonamida (CAS No. 4151-50-2)   | 0.01% a 0.1%             | Sim                        | Conhecida                | Conhecido                        |
| 6. Combustíveis produzidos quimicamente  | PFOS (CAS No. 1763-23-1) and non-specified PFOS-related substances   | Informação Inconsistente | Sim                        | Conhecida                | Conhecido                        |
| <i>Isenções expiradas</i>  |  |                          |                            |                          |                                  |



|   |   |  |                          |                          |                              |
|---|---|--|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
|   |   |  |                          |                          |                              |
| <b>1. Carpetes</b>                        | Copolímeros de acrilato ou metacrilato ou Acrylate or methacrylate or adipato ou uretano com EtFOSE (N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica) como matéria prima  | Até 15% do peso da fibra                   | Sim                      | Conhecida                | Conhecido                    |
| <b>2. Couro e vestuário</b>               | Copolímeros de acrilato ou metacrilato ou adipato ou uretano com EtFOSE (N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica) como matéria prima<br><br>Anfotéricos FOSA (não foram melhor especificados)                   | Informação Inconsistente                   | Sim                      | Conhecida                | Conhecido                    |
| <b>3. Têxteis e estofamento</b>           | Copolímeros de acrilato ou metacrilato ou adipato ou uretano com EtFOSE (N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica) como matéria prima  | 2% a 3% do peso da fibra                   | Sim                      | Conhecida                | Conhecido                    |
| <b>4. Papel e embalagens</b>              | Ésteres mono-, di ou trifosfatos de N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica (EtFOSE) (co)polímeros de N-metil perfluorooctano sulfonamida etanoica  | 0.1% a 1.0% com base no peso seco do papel | Sim                      | Conhecida                | Conhecido                    |
| <b>5. Vernizes e aditivos de vernizes</b> | Sais PFOS (K (CAS No. 2795-39-3), Li (CAS No. 29457-72-5), DEA* (CAS No. 70225-14-8), NH <sub>4</sub> (CAS No. 29081-56-9)<br><br>potássio N-etil-N-[(heptadecafluorooctil) sulfonil] glicinato (CAS No. 2991-51-7) | 0.01% a 0.05%                              | Sim<br>Sim               | Conhecida<br>Conhecida   | Lacuna de dados<br>Conhecido |
| <b>6. Borracha e plásticos</b>            | PFOS (CAS No. 1763-23-1)  | Informação Inconsistente                   | Informação Inconsistente | Informação Inconsistente | Informação Inconsistente     |

## 1.5 Resumo sobre Melhores Técnicas Disponíveis (BAT) e Melhores Práticas Ambientais (BEP) por categoria de processo

As Tabelas 5 e 6 abaixo resumem informações sobre BAT e BEP para os usos listados como propósitos aceitáveis e isenções específicas sob a Convenção de acordo com o anexo à decisão POPRC-8/8 e os documentos POPRC previamente mencionados. Maiores detalhes estão disponíveis nos capítulos específicos 3 e 4; princípios gerais sobre BAT e BEP são descritos no Capítulo 2.

**Tabela 5:** Resumo de BAT e BEP para cada aplicação de “Propósito aceitável”. \*Orientações gerais de BEP são fornecidas no Capítulo 2.

| Propósito Aceitável  | BAT  | BEP*   |
|--|--|--|
| 1. Produção de imagens fotográficas  | Não baseada em PFOS, não relacionada a PFOS e com substâncias não relacionadas a PFOA  | Coleta de todos os resíduos, recuperação de matérias primas valiosas (como prata e PET) seguida de incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas  |
| 2. Revestimentos fotossensíveis e antireflexo para semicondutores  | PFOS e substâncias relacionadas a PFOS para formulações comercializadas antes de 2011<br><br>Substâncias não relacionadas a PFOS (incl. PFOS) para todas as outras formulações | Coleta de todos os resíduos seguida de incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as alternativas fluoradas   |
| 3. Agente de gravação para semicondutores de compostos e filtros cerâmicos   | surfactantes sem base de PFOS  | Coleta da solução cáustica usada para recuperação e reutilização ou para mandar para uma instalação de incineração de resíduos que opere a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o ácido   |
| 4. Fluidos hidráulicos de aviação  | Sal de sulfonato de potássio Perfluoro-etil-ciclohexil   | Coleta de todos os fluidos hidráulicos gastos para enviar para companhias de reciclagem de combustíveis para manejo adequado seguida da incineração de resíduos a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas |
| 5. Revestimento metálico (revestimento metálico rígido) somente em sistemas de ciclo fechado   | Eliminador de névoa não baseado em PFOS<br><br>Eliminador de névoa baseado em PFOS em um “sistema de ciclo fechado” que cumpra com os critérios resumidos no Capítulo 3.5      | Coleta de todos os resíduos seguida por incineração a temperatura alta o suficiente para mineralizar termicamente o eliminador de névoa  |
| 6. Alguns dispositivos médicos (como camadas de copolímero de etileno e tetrafluoretileno (ETFE) e produção de ETFE radiopacas, dispositivos médicos | Informação insuficiente  | Informação insuficiente  |

| Propósito Aceitável  | BAT  | BEP*  |
|--|--|---|
| de diagnóstico in-vitro, e filtros CCD coloridos)  |  |   |
| 7. Espuma de combate a incêndios   | <p>Espumas substitutas, não-fluoradas para propósito de treinamentos, teste e comissionamento de sistemas fixos e sistemas proporcionadores de veículo</p> <p>Substâncias de cadeia-curta com base em fluorotelômero para concentrados de espuma de combate a incêndios de Classe B</p>  | <p>Seguir as melhores práticas delineadas no capítulo 3.7 para minimizar emissões ao meio ambiente e coletar todos os resíduos para incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente os ingredientes da espuma de combate a incêndios</p>  |
| 8. Iscas de insetos para controle de formigas cortadeiras da <i>Atta spp.</i> e <i>Acromyrmex spp.</i> | <p>As seguintes técnicas (1 a 4) podem ser utilizadas sozinhas, mas são frequentemente consideradas complementares ao uso de iscas tóxicas (5.) para o controle de infestações.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Termo-nebulização com permetrina: para preparação inicial de grandes áreas com índice alto de infestação nos ninhos maduros de <i>Atta</i></li> <li>2. Controle mecânico: escavação dos formigueiros jovens e captura das formigas rainhas</li> <li>3. “Barreiras” fixadas em volta dos troncos de árvores, como fita plástica revestida de graxa, cilindros plásticos e tiras de alumínio: para pequenas áreas, como pequenos pomares</li> <li>4. Varredura de pó-seco com deltametrina (ver “precaução” na página 46):<br/>Para controlar ninhos não maiores que 5m<sup>2</sup><br/>Para controlar colônias jovens de <i>Atta</i><br/>Para controlar certas espécies de <i>Acromyrmex</i></li> <li>5. Iscas contendo sulfluramida (EtFOSA): para todos os outros usos adequados</li> </ol> | <p>Determinar a espécie de formiga presente para selecionar a BAT adequada. Considerar um sistema de manejo integrado de pragas, para minimizar o uso de pesticidas. Ao utilizar iscas contendo sulfluramida, coletar todas as iscas restantes após o tratamento e enviar para incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar a sulfluramida (EtFOSA)</p> |

**Tabela 6:** Resumo de BAT e BEP para cada aplicação de “Exceção Específica”. \*Orientações gerais BEP são fornecidas no Capítulo 2.

| Exceção Específica   | BAT   | BEP*   |
|--|---|--|
| 1. Máscaras fotográficas nas indústrias de semicondutor e display de cristal líquido (LCD) | Surfactantes não baseados em PFOS   | Coletar solução cáustica usada para recuperação e reutilização ou envio a instalação de incineração que opere a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o surfactante fluorado |
| 2. Revestimentos metálicos (revestimentos metálicos rígidos)                               | Eliminadores de névoa não baseados em PFOS e implementação de todas as medidas de um sistema de “ciclo fechado” | Coleta de todos os resíduos seguida por incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralização térmica dos eliminadores de névoa   |
| 3. Revestimentos   | Eliminadores de névoa não baseados em PFOS  | Coleta de todos os resíduos seguida  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| metálicos (revestimentos decorativos)   | e implementação de todas as medidas de um sistema de “ciclo fechado”  | por incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralização térmica dos eliminadores de névoa  |
| 4. Partes elétricas e eletrônicas de algumas impressoras e copiadoras coloridas | Informação insuficiente   | Informação insuficiente   |
| 5. Inseticidas para controle de formigas de fogo e cupins                       | Substâncias não baseadas em sulfluramida e permitidas para uso como pesticidas (ver “Precaução” na página 46), inimigos naturais ou agentes biológicos de controle<br>Em adição, para o controle de cupins: Preparar o local de construção de forma adequada, utilizar um design de construção adequado e usar material resistente a cupins para construções novas e durante reformas | Contratar um operador de controle de pestes profissional que identificará a peste e adere ao Método de 2-etapas   |
| 6. Combustíveis produzidos quimicamente   | Substâncias não relacionadas a PFOS   | Informação insuficiente   |
| <i>Exceções expiradas</i>   |   |   |
| 7. <i>Carpets</i>   | Polímeros de corrente lateral baseados em fluoro-telômeros de corrente curta  | Coleta de todos os resíduos seguida por incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralização térmica o polímero fluorado                                  |
| 8. <i>Couro e vestuário</i>   | Polímeros de corrente lateral baseados em fluoro-telômeros de corrente curta  | Coleta de todos os resíduos seguida por incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralização térmica o polímero fluorado                                  |
| 9. <i>Têxteis e estofamentos</i>  | Polímeros de corrente lateral baseados em fluoro-telômeros de corrente curta  | Coleta de todos os resíduos seguida por incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralização térmica o polímero fluorado                                  |
| 10. <i>Papéis e embalagens</i>  | Substâncias fluoradas poliméricas de corrente curta não relacionadas a PFOS   | Coleta de todos os resíduos seguida por incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralização térmica o polímero fluorado                                  |
| 11. <i>Vernizes e aditivos de vernizes</i>                                      | Polímeros fluorados não baseados em PFOS (para vernizes)<br>Substâncias fluoradas não PFOS e não relacionadas a PFOS baseadas em tecnologia de corrente curta (para aditivos de vernizes)   | Informação insuficiente<br>Coleta de todos os resíduos seguida por incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralização térmica das substâncias fluoradas |
| 12. <i>Borracha e plásticos</i>   | Informação insuficiente   | Informação insuficiente   |

## 1.6 Relação com a Convenção de Basileia

O Parágrafo 2 do Artigo 6 da Convenção de Estocolmo, que aborda as medidas para redução ou eliminação de emissões de estoques e resíduos, contém as seguintes disposições:

“A Conferência das Partes deve cooperar intimamente com os órgãos adequados da Convenção da Basileia sobre o Controlo de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Descarte para, entre outras coisas:

- a) Estabelecer níveis de destruição e transformação irreversível necessários para garantir que as características dos poluentes orgânicos persistentes não sejam manifestadas;
- b) Determinar o que ambos consideram ser os métodos que constituem o descarte ambientalmente seguro referido acima; e
- c) Trabalhar para estabelecer, conforme adequado, os níveis de concentração dos químicos listados nos Anexos A, B e C para definir o conteúdo baixo de poluente orgânico persistente referido no parágrafo 1 (d) (ii).”

Seguindo o convite feito pela COP de Estocolmo à COP da Basileia, uma orientação técnica sobre resíduos PFOS foi desenvolvida, sob a Convenção da Basileia, e adotada pela Conferência das Partes. A versão mais recente do documento “Orientações técnicas gerais sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por poluentes orgânicos persistentes” e as “Orientações técnicas sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por ácido sulfônico perfluoro-octano, seus sais e perfluoro-octano sulfonil fluoreto” estão disponíveis no website da Convenção:

<http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/TechnicalGuidelines/tabid/5052/Default.aspx>

A COP.12 da Convenção da Basileia adotou um conteúdo baixo de POP de 50 mg/kg para resíduos contendo PFOS, seus sais, e PFOSF (2015).

## 2 Princípios e orientações gerais sobre BAT e BEP para o gerenciamento de PFOS e substâncias relacionadas a PFOS

### 2.1 Melhores Práticas Ambientais (BEP)

BEP descreve a aplicação da combinação mais adequada entre estratégias de gerenciamento químico e medidas de controle ambiental, incluindo melhores práticas relacionadas à melhora contínua das performances ambientais, de saúde e de segurança. A BEP fornece a estrutura para a garantia da identificação, adoção e adesão às opções de gerenciamento que têm um papel importante na melhora da performance ocupacional e ambiental de uma instalação. Boas práticas gerais para a indústria internacional (e.g. IFC 2007) e melhores práticas específicas para o tipo de indústria (e.g. IPPC 2006, ZDHC 2015) estão disponíveis.

Vantagens ecológicas e econômicas importantes atingidas através da implementação de BEP incluem a proteção dos trabalhadores, de comunidades vizinhas e do meio ambiente. Especificamente a saúde dos trabalhadores e das comunidades, economia no consumo de químicos, água e energia, e minimização de resíduos, bem como a minimização de cargas ecológicas em águas residuais e efluente gasoso. O compromisso de executivos sêniores de companhias é importante para o sucesso da implementação e adesão à BEP. Trabalhadores bem treinados são um pré-requisito para a implementação de medidas BEP. Fatores limitantes para a melhoria do equipamento existente também precisam ser considerados com a aplicação de BEP, e.g. novos equipamentos tem que ser reconstruídos/modificados ou instalados (por exemplo, sistemas automatizados de dosagem, etc.). Esses fatores de aplicabilidade podem ser medidas limitantes pois eles podem ser muito dispendiosos ou podem existir problemas tecnológicos/logísticos ou de espaço (Schönbergerand Schäfer 2005).

O gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos é parte da BEP. Orientações técnicas gerais foram desenvolvidas sob a Convenção da Basileia. Para maiores informações, ver o website da Convenção:

<http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/TechnicalGuidelines/tabid/5052/Default.aspx>.

As seções seguintes fornecem informações básicas sobre sistemas de gerenciamento ambiental. Sua implementação melhora a segurança dos trabalhadores e a performance ambiental da instalação.

#### 2.1.1 Sistemas de gerenciamento ambiental

Várias técnicas de gerenciamento ambiental são determinadas como BEP. O escopo e natureza do sistema de gerenciamento ambiental (SGA) geralmente estará relacionado à natureza, escala e complexidade da instalação, e a extensão dos impactos ambientais que essa instalação pode ter. Um exemplo de um bom guia geral de gerenciamento químico foi publicado pelo ZDHC (ZDHC 2015), um guia para empreendimentos pequenos e médios foi publicado pela Ministério Federal Alemão para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (GTZ 2008), além de existirem padrões internacionalmente reconhecidos existe (como o ISO9001 e o ISO14000).

A BEP é implementar e aderir a um EMS que incorpore as seguintes características:

- Definição de uma política ambiental para implementação encabeçada pela alta administração (comprometimento da liderança corporativa sênior é tido como uma pré-condição para a aplicação bem-sucedida do SGA).
- Planejamento e estabelecimento dos procedimentos necessários.
- Implementação dos procedimentos, prestando atenção especial em:

- Estrutura e responsabilidade organizacional
- Treinamento, consciência e competência
- Comunicação
- Envolvimento dos trabalhadores
- Documentação
- Controle de processos eficiente
- Programa de manutenção
- Preparo e resposta rápida a emergências
- Garantia de cumprimento com a legislação ambiental
- Checagem de performance e tomada de ações corretivas
  - Monitoramento e medição
  - Registros de manutenção
  - Realização de fiscalização interna independente (quando possível) para determinar se o SGA está conforme os arranjos planejados e foi adequadamente implementado e mantido.

Quatro características adicionais são consideradas medidas progressivas; sua ausência, no entanto, não costuma indicar inconsistência com BEP:

- Exame e validação do sistema de gerenciamento e processo de fiscalização por um órgão de certificação reconhecido ou verificador de SGA externo
- Preparo e publicação de uma declaração ambiental regular descrevendo todos os aspectos ambientais significantes da instalação, permitindo a comparação anual com os objetivos e metas ambientais bem como referências do setor, conforme adequado (i.e., plano de melhora contínua e relatório anual de progresso).
- Consideração de padrões aplicáveis para a indústria específica, quando disponíveis.
- Implementação e adesão a um SGA internacionalmente aceito, como ISO9001 e ISO14001

### 2.1.2 Treinamento e educação específicos da equipe

As seguintes oportunidades básicas de treinamento e educação são benéficas para incentivar a conscientização sobre o gerenciamento seguro de químicos; o guia desenvolvido pelo ZDHC fornece ferramentas de fácil uso ou faz referência a elas (ZDHC 2015):

- Educação adequada da equipe com relação ao manejo, armazenamento, uso e descarte de químicos e auxiliares, especialmente em caso de substâncias perigosas.
- Treinamento específico sobre o processo e equipamento para aumentar o nível de consciência ambiental.
- Manutenção regular de equipamento técnico (máquinas de produção bem como dispositivos de redução de poluição e de recuperação como filtros e depuradores); manutenção geral (e.g. bombas, válvulas, interruptores limitadores).
- Calibração do equipamento para medição e distribuição de químicos
- Drenagem nunca é um sistema adequado de descarte para químicos

### 2.1.3 Considerações adicionais para BAT e BEP

Também é importante considerar as seguintes características que levam em conta o futuro do SGA:

- No estágio de design da instalação, considerar o impacto ambiental da eventual desativação da unidade.
- Considerar o desenvolvimento de tecnologias mais limpas.

- Quando for praticável, conduzir benchmarking setorial regularmente, incluindo em atividades de eficiência e conservação de energia, escolha de materiais de entrada, emissões no ar, descargas na água, consumo de água e geração de resíduos.
- Garantir o fornecimento de detalhes das atividades realizadas na instalação, como
  - Descrições dos métodos de tratamento de resíduos e procedimentos realizados na instalação.
  - Diagramas dos principais itens da instalação que tenham relevância ambiental, juntamente com diagramas de fluxo do processo (esquemática).
  - Detalhes sobre a filosofia do sistema de controle e como ele incorpora informações de monitoramento ambiental.
  - Detalhes sobre como é fornecida a proteção em condições anormais de operação, como interrupções momentâneas, arranques e desligamentos.
  - Estudo anual das atividades realizadas e resíduos tratados, que contenha balanços trimestrais dos fluxos de resíduos, incluindo materiais auxiliares utilizados para cada instalação.
- Ter sempre equipe suficiente disponível com as qualificações solicitadas. Todos os membros da equipe devem passar por treinamento específico para o trabalho desempenhado e educação adicional.

## 2.2 Medidas BAT e BEP gerais aplicáveis ao manejo de todos os químicos

Essa seção descreve princípios gerais, medidas e precauções de segurança que se aplicam para todos os tipos de químicos e indústrias que os manejem (ZDHC 2015, GTZ 2008). Além disso, um sistema de informação online sobre substâncias perigosas foi desenvolvido pelo Instituto Trabalho e Saúde do Seguro Social de Acidentes alemão (DGUV) e está disponível em inglês – o Banco de Dados GESTIS de Substâncias (Gestis Database).

Melhores práticas gerais para o manejo de pesticidas estão intimamente relacionadas aos princípios delineados nos capítulos anteriores e seguintes.

### Conhecimento, Armazenamento, Manejo, Dosagem, Distribuição e Transporte de Químicos

- Ao armazenar, manejar, dosar, distribuir, e transportar qualquer químico, é preciso ter cuidado, implementar medidas protetivas necessárias e utilizar equipe e equipamentos de proteção adequados
- Antes de encomendar/receber qualquer químico reveja a Ficha de Segurança (SDS) na língua local. Caso possível, evitar substâncias CMR (toxinas cancerígenas, mutagênicas, reprodutivas) e PBT (persistentes bioacumulativas e tóxicas), e substâncias que possam se degradar em CMR ou PBT (ver SDS Sessão 2, 11 e 12). Recursos como o Banco de Dados Gestis de Substâncias (Gestis Database) também podem ser utilizados
- Em caso de o fornecedor não disponibilizar uma SDS completa, encomendar o produto de um fornecedor alternativo que forneça uma SDS completa
- Antes de manejar qualquer químico, revisar a SDS com atenção (e/ou checar outros recursos como o Banco de Dados Gestis de Substâncias)
- Reunir informações do fornecedor sobre quantidades de materias primas residuais, subprodutos e produtos potencialmente degradáveis no produto que pretende encomendar
- Rejeitar, no recebimento, recipientes vazantes ou amassados
- Armazenamento adequado de acordo com a instrução da ficha de segurança (SDS) mais atualizada, preferencialmente no formato do Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)



- Rotulagem adequada de recipientes e equipamento; armazenamento em compartimentos, recipientes ou locais especiais para químicos tóxicos e explosivos para evitar vazamento ou derramamento
- Dosagem e distribuição sem derramamento em sistemas de dosagem automatizados

### **Minimização/Otimização dos Químicos Utilizados**

- Minimizar a utilização de todos os químicos e materiais auxiliares
- Medir, misturar e dosar os químicos cuidadosamente para evitar perdas
- Minimizar químicos remanescentes através do cálculo exato do quanto é necessário para o estágio do processo
- Substituição do enxague de derramamentos ou minimização do consumo de água no enxague de derramamentos através de controle otimizado do processo
- Reutilizar banheiras de enxague, incluindo banheiras de enxague final – quando possível
- Reverter fluxos atuais na lavagem contínua
- Limpeza e reciclagem da água usada em processos – quando possível

### **Equipamento**

- Utilizar equipamento, canos, válvulas, etc. que seja adequado para o manejo do material (e.g. resistente a corrosão) para garantir maior vida útil do equipamento e evitar defeitos e vazamentos
- Prevenir emissões ao meio ambiente via ar, instalar coletores de pó, depuradores ou dispositivos similares
- Coletar todos os químicos residuais dos processos e descartá-los de acordo com a orientação fornecida na SDS do produto e cumprindo com regras e regulamentações locais. Em geral, drenagem não é uma alternativa de descarte adequada para resíduos líquidos e um aterro comunitário não é uma alternativa de descarte adequada para resíduos sólidos.

### **Procedimento de Vazamentos e Derramamentos**

- Seguir as instruções de acordo com informações fornecidas na SDS
- Tornar esse procedimento parte do treinamento do operador para melhorar o preparo

### **Redução de Emissões e Gerenciamento de Resíduos**

- Seguir todos os procedimentos delineados acima
- Aderir aos métodos de descarte fornecidos no SDS
- Para orientar-se sobre o gerenciamento adequado de resíduos, recorrer às orientações fornecidas pela Convenção da Basileia (ver acima).
- Incinerar resíduos em uma instalação adequada que opere sob condições que mineralizem completamente as substâncias fluoradas

## **2.3 Medidas BEP para a fabricação de produtos contendo PFOS ou substâncias relacionadas ao PFOS**

- Em caso de ainda existir necessidade de fabricação desses produtos, o fabricante deve empregar tecnologia para minimizar a exposição dos trabalhadores e as emissões ao meio ambiente (incluindo água, ar e solo).
- As informações fornecidas no Capítulo 2 desse documento são aplicáveis e devem ser seguidas
- A tecnologia deve ser implementada para minimizar matérias primas que não reagem e o conteúdo de impureza nos produtos vendidos

- Informações sobre matérias primas que não reagiram e o conteúdo de impurezas do produto devem ser de conhecimento público a todos os clientes e partes interessadas

### Remoção de PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS da água residual

As recomendações da COP-5 da Convenção de Estocolmo devem ser consideradas na utilização de qualquer método de adsorção que exija a destruição final do adsorvente contendo PFOS ou substâncias relacionadas ao PFOS no fim da vida útil, para que não ocorra o depósito impróprio desses resíduos (SC-5/5, POPRC-6/2). Por exemplo, na Alemanha as instalações de revestimento metálico devem cumprir com concentrações máximas de 10µg/l para a soma de PFOS e PFOA ou 30µg/l para dez PCAs e PFSAs diferentes (incl. PFOS e PFOA) nas águas residuais.

O carbono ativado pode ser usado para remover PFOS da água via adsorção. O gerenciamento ambientalmente seguro do adsorvente de carbono ativado utilizado envolve tratamento a altas temperaturas. O carbono ativado pode ser incinerado para destruir tanto o PFOS quanto o carbono ativado ou pode ser regenerado termicamente para destruir o PFOS e recuperar carbono ativado útil para uso subsequente. De qualquer forma, as condições de operação da pós-combustão (a jusante da câmara onde o carbono ativado é introduzido) ditam a destruição do PFOS evoluído do carbono na câmara primária da unidade de tratamento térmico.

Através de estudos de laboratório de reatores térmicos, Yamada e Taylor (Yamada e Taylor 2003) demonstraram 99.5% de destruição de PFOS a 600°C e 99.93% de destruição de PFOS a 900°C, em todos os casos com um tempo de retenção da fase gasosa nominal de 2 segundos.

Para incineração a larga escala (forno rotativo + câmara de pós-combustão), O Ministério Japonês do Meio Ambiente (METI) relata >99.999% de destruição (METI 2013). O relatório METI pontua que a temperatura da câmara (secundária) de pós-combustão para esses testes é de 900°C e que o tempo de retenção total do gás nas câmaras primárias e secundárias é de 8 segundos. Como a unidade de larga escala para esse teste foi uma instalação comercial de incineração de resíduos no Japão com um forno rotativo, espera-se que o tempo de retenção da fase gasosa na câmara (secundária) de pós-combustão seja 2 segundos e que a concentração de oxigênio seja maior que 5%. A temperatura de 1100°C relatada pelo METI para o forno rotativo (câmara primária) tem um maior impacto na forma física dos resíduos sólidos da instalação de incineração do que na performance de destruição de PFOS. Enquanto fornos de reativação de carbono geralmente possuem câmaras de pós-combustão operando a 900°C, suas câmaras primárias costumam operar a temperaturas bem abaixo dos 1100°C para garantir a recuperação do carbono ativado como carbono ativado sólido, já que temperaturas mais altas queimariam o próprio carbono.

O gerenciamento ambientalmente seguro do adsorvente carregado de PFOS e garantido pelo seu tratamento em uma unidade de tratamento térmico bem operada com uma câmara (secundária) de pós-combustão operando a 900°C, um tempo de retenção da fase gasosa de pelo menos 2 segundos, e oxigênio suficiente. As orientações técnicas da Convenção da Basileia contêm informações mais detalhadas sobre o gerenciamento ambientalmente seguro de resíduos consistindo em, contendo ou contaminados por PFOS, seus sais e PFOSF.

## 2.4 Medidas BEP gerais para a utilização de PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

- Ao utilizar PFOS ou uma substância relacionada ao PFOS, selecione um produto que tenha verificação da menor quantidade possível de matérias primas não reagidas, impurezas e produtos com potencial de degradação

- Aplicar todos os princípios BEP listados acima e aderir aos princípios BEP para o processo específico, delineados nos próximos capítulos
- Seguir instruções fornecidas na SDS mais recente, preferencialmente, a SDS deve aderir ao formato GHS e ser fornecida em uma versão de língua local. Recursos como O Banco de Dados GESTIS de Substâncias (Gestis Database) podem ser consultados para maiores informações.
- Possuir equipamentos específicos na sua instalação que só realizem processos com PFOS e/ou substâncias relacionadas ao PFOS

## **2.5 Medidas BEP para a fabricação de alternativas ao PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS**

- O fabricante deve empregar tecnologia para minimizar a exposição dos trabalhadores e minimizar emissões ao meio ambiente (o que inclui água, ar e solo)
- O conteúdo de todos os capítulos anteriores sobre BEP é aplicável e deve ser utilizado
- A tecnologia deve ser utilizada para minimizar matérias primas não reagidas e conteúdo de impurezas nos produtos vendidos
- Informações sobre matérias primas que não reagiram e o conteúdo de impurezas do produto devem ser de conhecimento público a todos os clientes e partes interessadas

## **2.6 Medidas BEP gerais para a utilização de alternativas ao PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS**

- Evitar qualquer material que possa conter PFOS e/ou substâncias relacionadas ao PFOS como impurezas ou que possam degradar-se para forma-los
- Evitar qualquer material que possa conter substâncias fluoradas de corrente longa (para uma definição ver <http://www.oecd.org/ehs/pfc/>), incluindo como impurezas ou que possam degradar-se para forma-los
- Evitar – se possível – produtos alternativos que contenham quantidade desconhecida ou níveis altos de matérias primas não reagidas e impurezas
- Aplicar todos os princípios BEP listados acima e aderir aos princípios BEP para o processo específico, delineados nos próximos capítulos
- Seguir instruções fornecidas na SDS mais recente, preferencialmente, a SDS deve aderir ao formato GHS e ser fornecida em uma versão de língua local. Recursos como O Banco de Dados GESTIS de Substâncias (Gestis Database) podem ser consultados para maiores informações.

## 3 Medidas BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para aplicações de finalidade aceitável

### 3.1 Imagens fotográficas

#### 3.1.1. Histórico

A utilização de PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS nessa indústria incluíam filma (negativos (tanto p/b e colorido), inversão de cores, cine e televisão e diagnóstico p/b de raio-X), papel (inversão de cores e positivo (incl. p/b)) e placa reprográfica (ESWI 2011).

Na indústria fotográfica, as substâncias relacionadas ao PFOS como perfluoroctanossulfonato de tetraetilamônio, iôdo quaternário FOSA e outros foram utilizadas na fabricação de filme, papel e placas. Esses químicos carecem de foto-atividade e fornecem um importante proporcionador de funcionalidade para a produção contínua de material de alta qualidade, diminuindo a produção de material fora das especificações (DEFRA 2004). As substâncias têm as seguintes funções:

- Controlar tensão na superfície
- Controlar carga eletroestática
- Controlar fricção
- Repelir sujeira
- Controlar adesão

Materiais de imagem são revestidos com múltiplas (até 18) camadas de materiais leves e sensíveis a alta velocidade. Qualquer irregularidade na espessura do revestimento inutiliza os materiais de imagem e aumenta os resíduos de fabricação. A tensão de superfície correta é crucial para essas etapas. É muito importante controlar a carga estática dos materiais de imagem durante manejo e transporte já que a luz produzida por descarga estática durante o processo terá um efeito na sensibilidade do meio. Além disso, o filme (ou papel) está se movendo com rapidez por superfícies metálicas e a carga estática desenvolvida pode ser descarregada ou em uma superfície metálica ou em um trabalhador. A utilização de PFOS ou substâncias relacionadas ao PFOS prevenia essas ocorrências garantindo a segurança operacional e da equipe. PFOS e substâncias relacionadas a PFOS melhoram o transporte de câmeras, projetores e impressoras ao eliminar efeitos fotográficos indesejados; a fricção excessiva durante o transporte de materiais de imagem e a contaminação desses materiais por sujeira ou entupimento de leitores de banda magnética com resíduos que podem levar a desperdício significativo de materiais de imagem durante a fabricação e uso. O controle de adesão de vários tipos de fitas aos materiais de imagem é importante porque a principal forma na qual os materiais de imagem são acoplados a bobinas ou uns aos outros durante o processo é através de fitas. A força da ligação entre a fita e os materiais de imagem deve ser controlada para que os dispositivos (câmeras, processadores de fotos) e materiais de imagem não sejam danificados durante o transporte (a ligação de adesão entre fita e material de imagem deve ser quebrada por uma força que não irá danificar os dispositivos ou materiais sendo transportados).

A compatibilidade com materiais de retoque fotográfico é outro benefício. O surfactante com base de PFOS reduz a tensão de superfície e permite a mistura uniforme da solução de retoque com a emulsão existente de forma que não seja possível distinguir as áreas retocadas da fotografia virgem.

No passado, o sal quaternário de amônio FOSA (CAS No. 1652-63-7) e misturas poliméricas relacionadas a PFOS não especificadas eram utilizadas na fabricação de filme, papel e placas fotográficas. O perfluoroctanossulfonato de tetraetilamônio (CAS No. 56773-42-3) era utilizado na fabricação de filme fotográfico (DEFRA 2004). A utilização dessas substâncias na EU (para a qual existem dados disponíveis)

diminuiu a) para Filme de 4.75t em 2000 para 0.27t em 2010, b) para Papel de 0.73 t em 2000 para 0 t em 2005 e c) para placas de 0.40 t em 2000 para 0 t em 2010, o que indica que existem alternativas disponíveis e em uso (ESWI 2011). Um relatório (DEFRA 2004) indica que 85% do PFOS e das substâncias relacionadas a PFOS utilizadas na indústria de produção de imagens da EU é em filmes de raio-X. A indústria pretende mudar para alternativas. Filmes de raio-X contém uma estimativa de 0.8 µg/cm<sup>2</sup> ou 13.45 ppm PFOS. Todos os filmes de raio-X produzidos na EU em 2010 continha uma estimativa de 187 kg de PFOS (reduzido de 624 kg em 2000) – para maiores detalhes ver a Tabela 6-18 (contidos em produtos) e a tabela 6-19 (usados em processos) em (ESWI2011).

### 3.1.2. BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Em adição às medias BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos e recuperação de matérias primas valiosas (como prata e tereftalato de polietileno (PET)) seguida de incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substancias fluoradas.

#### **Substâncias Alternativas:**

As substâncias alternativas possíveis identificadas para a indústria fotográfica estão listadas abaixo (UNEP/POPS/POPRC.9/INF/11/Rev.1, Michiels 2010). Não foram relatados nomes comerciais específicos ou outros detalhes específicos dos produtos.

- Produtos baseados em fluorotelômero de vários comprimentos de cadeia de perfluoroalquilo.
- PFOA e compostos relacionados a PFOA (porém reduzidos >90% desde 2000)
- Compostos perfluorados C3 e C4
- Surfactantes hidrocarbonados
- Produtos de silicone

#### **Tecnologia Alternativa:**

Técnicas digitais vêm reduzindo substancialmente a utilização de filmes fotográficos e de raio-X. As estimativas Europeias para 2010 publicadas em ESWI (2011) relatam uma diminuição de 70% na demanda de soluções de revestimento por causa dessa mudança.

#### **Melhores Práticas Ambientais para a Fabricação de Materiais Fotográficos**

- Formulações de revestimento formuladas utilizando melhores práticas comuns e proteção dos trabalhadores conforme descrito nas Fichas de Segurança dos produtos
- Após a preparação da mistura do revestimento, as soluções são transferidas via encanamento automático para a área de produção onde são adicionadas a máquinas de revestimento para a aplicação das misturas ao meio. Como esses processos precisam acontecer em ambientes limpos para evitar a contaminação do produto, a exposição humana é mínima.
- Resíduos dessa operação são coletados na instalação e descartados através de incineração a altas temperaturas
- Material de revestimento excedente/não usado é enviado para recuperação de prata antes de ser enviado para incineração a altas temperaturas. Caso o material de revestimento não contenha prata, ele é enviado para incineração a altas temperaturas.

#### **Melhores Práticas Ambientais para Operações de Acabamento**

O estágio final envolve cortar os rolos de filme (que podem ter vários metros) em tamanhos adequados para o tipo de produto. Resíduos desse processo serão sólidos e devem ser ou diretamente enviados para incineração ou serem incinerados após a recuperação de prata, base de filme PET e outros materiais.

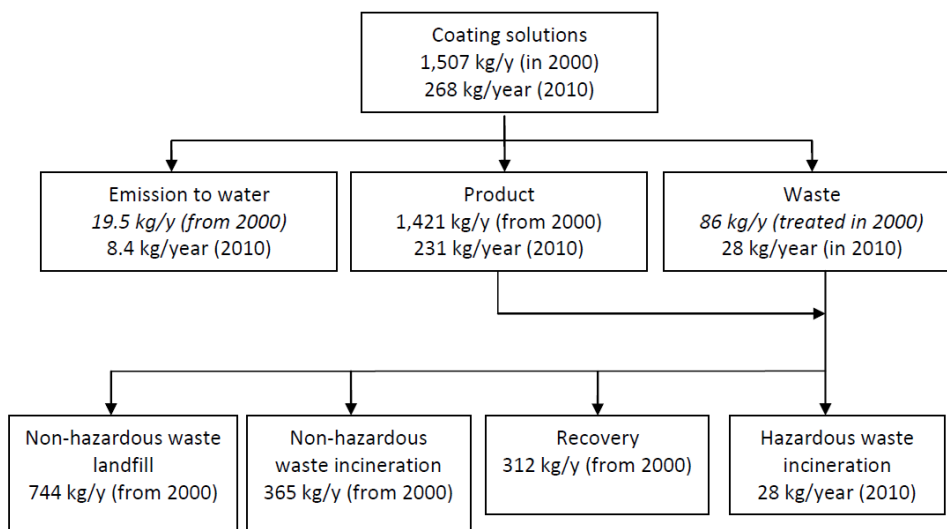
## Melhores Práticas Ambientais para Operações de Processamento de Fotos (processamento de filme úmido)

Ao conduzir trabalhos de revelação de fotografias, um operador manejando filme fotográfico para a indústria precisa considerar as seguintes medidas:

- Recuperação da solução de revelação e da solução de fixação
- Preparação para derrames e vazamentos onde as soluções forem utilizadas

Ao aplicar as medidas BAT e BEP acima, foi estimado que cerca de 13.6% do total de PFOS usado (é presumido aqui que isso signifique PFOS, seus sais e substâncias relacionadas) não fica contido nos produtos, mas sim é emitido na água (8.4kg/ano) ou resíduos (28kg/ano) que provavelmente serão incinerados; ver a Figura 2 abaixo (ESWI 2011). A partir dos números fica aparente que a indústria da EU aplica práticas que limitam a emissão na água. Os resíduos sólidos são tratados por companhias de gerenciamento de resíduos e transformados em processos de incineração (redução NO<sub>x</sub>) em instalações de cimento.

**Figura 2:** Fluxo de substâncias de PFOS da indústria fotográfica. O diagrama mostra o fluxo de PFOS para os anos de 2000 a 2010.



## Melhores Práticas Ambientais para a Reciclagem de Imagens de Raio-X

Na Europa uma estimativa de 50% de todas as imagens de raio-x mantidas em hospitais ou instituições similares será coletada por companhias de reciclagem após 10 anos (ESWI). Portanto, em 2010 ca. 50% das imagens de raio-x feitas em 2000 foram entregues às companhias de reciclagem. Existem dois processos de reciclagem (ESWI 2011):

1. Para a reciclagem de filme, a superfície do filme é removida e o material contendo PET é recuperado (~23,000t). Os químicos coletados da superfície do filme contêm prata, outros químicos e ca. 312kg PFOS. O líquido é des-pratizado eletroquimicamente e os resíduos restantes são utilizados como combustível nas instalações de cimento ajudando a reduzir as emissões de NO<sub>x</sub> dessas operações. Não é esperada nenhuma emissão para os fluxos de água nesse processo. Não se sabe se o PFOS será completamente mineralizado por esse processo.
2. A superfície do filme é removida e resulta em lama e algumas emissões para a água. O relatório não foi claro sobre como a lama será processada adicionalmente, mas afirma que as instalações

de reciclagem devem estar equipadas com tratamento de águas residuais (carbono ativado) para remover a maioria do PFOS contido nas águas residuais.

## 3.2. Revestimentos fotossensíveis e antirreflexo para semicondutores

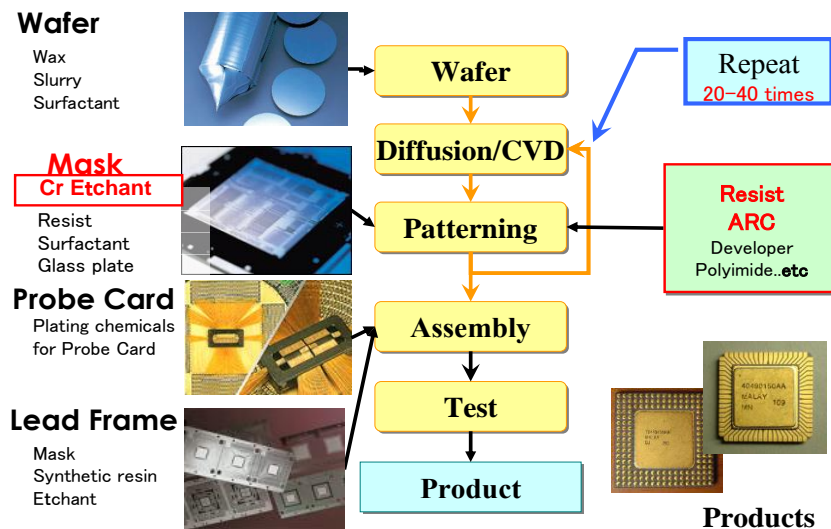
### 3.2.1. Histórico

A indústria de semicondutores utiliza surfactantes e polímeros fluorados em diferentes processos de fabricação. A natureza química dessas substâncias não foi revelada. Os surfactantes fluorados têm aplicação em vários processos de gravação, como para semicondutores compostos e filtros de cerâmica, fotomáscaras e displays de cristal líquido. Surfactantes e/ou polímeros fluorados são necessários em formulações para revestimentos fotossensíveis e antirreflexo em fotolitografia de alta qualidade.

A fabricação de semicondutores pode possuir até 500 etapas (ver a Figura 3 abaixo.) A tecnologia envolve, principalmente, quatro processos químicos fundamentais:

- Implante
- Depósito
- Gravação/Polimento
- Fotolitografia

**Figura 3:** Diferentes etapas na fabricação de semicondutores onde PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS são/foram utilizada. Fonte: Japan Electronics and Information Technology Industries Association Semiconductor Board



A fotolitografia é um dos processos mais importantes na produção de semicondutores, ela permite e define o nível de sofisticação e performance dos dispositivos. A necessidade mais importante da fotolitografia é conseguir desenvolver elementos cada vez menores na superfície de uma pastilha de silício (i.e., padronização). A formação de elementos de circuito tão pequenos é permitida por revestimentos poliméricos fotossensíveis na pastilha de silício. A exposição à luz muda a solubilidade do revestimento permitindo o desenvolvimento dos elementos pequenos do circuito. Esse tipo de revestimento requer a utilização de geradores foto-ácidos (PAGs) para aumentar sua sensibilidade e permitir a gravação de imagens menores que o comprimento da onda da luz visível. Além disso, revestimento antirreflexo (ARCs) são frequentemente utilizados para ajudar a redução das imagens borradas associadas com reflexões da superfície, da superfície resistente e da interface ARC/resistente. Dois tipos de ARCS estão sendo utilizados, os chamados TARCS (revestimento antirreflexo de topo) –

aplicado após o revestimento fotossensível – BARCS (revestimento antirreflexo de fundo) – aplicado antes do revestimento fotossensível.

PAGs polares iônicos típicos consistem em um cátion fotossensível e um contra-íon ácido que se liberta quando exposto a luz. Historicamente, o contra-íon ácido era um PFOS ou uma substância relacionada ao PFOS. A concentração de PFOS ficava na faixa de 0.02wt% a 0.1wt% para fotossensíveis. Não é claro se era utilizado PFOS direto ou substâncias relacionadas ao PFOs nas formulações ARCS antigas, mas a concentração típica de PFOS e/ou substâncias relacionadas a PFOs era ~0.1wt% para as formulações ARC (DEFRA 2004).

Aproximadamente 97% do produto aplicado será girado para fora da pastilha e deve ser capturado como resíduo para incineração. O produto restante passa por tratamento de calor (etapa de cozimento) e é convertido em filme (solventes são evaporados). O filme seco pode consistir em polímeros acrílicos não voláteis, ligantes transversais, surfactantes, estabilizadores e outros aditivos. Ca. 50% do filme seco pode se dissolver durante a etapa de desenvolvimento. Não está claro se o restante do PFOS (aproximadamente 3%) são termo fixadas em uma matriz de polímero.

A estimativa de uso anual de PFOs (dados de 2010) para as três aplicações restantes é a seguinte (WSC 2011):

| <b>Aplicação</b>                   | <b>2010 est. global annual PFOS consumption (kg)</b> |
|------------------------------------|--|
| Revestimentos fotossensíveis       | 46.4   |
| Revestimento antirreflexo de fundo | 4.5  |
| Revestimento antirreflexo de topo  | 893.5  |

Além disso, o Conselho Mundial de Semicondutores (WSC) declarou em 2011: “A indústria continua trabalhando para desenvolver substitutos abrangentes ao PFOS para fabricação atual e futura de semicondutores. A partir de discussões com fornecedores sabemos que os fabricantes que sintetizam e fornecem PFOS para os fornecedores de químicos de fotolitografia interromperam a produção de materiais PFOS. Os fabricantes WSC SC concordaram em não buscar novos usos para químicos de fotolitografia contendo PFOS e os fornecedores declararam publicamente que não irão fornecer químicos contendo PFOS para novos usos. Além disso, as companhias de semicondutores estão substituindo o uso remanescente de PFOS conforme sua viabilidade e capacidade. Será exigido que algumas companhias de semicondutores continuem utilizando misturas de PFOS até que esses problemas práticos sejam superados. A quantidade ainda em uso é altamente controlada.”

Produtos fotossensíveis e antirreflexo são soluções a base de água ou a base de solventes. Por exemplo, os produtos da DOW™ Photoresists and Anti-Reflectants contém até 80% de solventes com os componentes remanescentes sendo acrílico ou outras resinas poliméricas, agentes ligantes transversais de PFOS, estabilizadores e/ou surfactantes derivados de PFOS. A fórmula EMD AZ® Aquatar® é a base de água e contém um éster ácido fluoro-alquilo polimérico hidrolisado.



### 3.2.2. BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas a PFOS

A utilização de PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para formulações que foram introduzidas no mercado antes de 2011 deve ser interrompida e substâncias alternativas sem base de PFOS devem ser usadas para formulações introduzidas no mercado após 2011.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos seguida de incineração de resíduos operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as alternativas fluoradas.

#### Substâncias Alternativas:

Produtos fotossensíveis e antirreflexo sem a utilização de PFOS estão disponíveis no mercado, porém informações sobre tipos e classes químicas das alternativas não foram reveladas em detalhe. Informações sobre algumas das substâncias alternativas revelaram o uso de compostos fluorados; a maioria das outras informações não foi tão específica.

**Tabela 7:** Informação sobre alternativas com base em pesquisas na internet conduzidas em maio/junho 2016.

| Uso/Produto                                       | Produtor                  | Website de Referência   |
|---|---------------------------|---|
| <b>Revestimentos Fotossensíveis</b>               |                           |   |
| GKR Series KrF                                    | Fujifilm Holdings America | <a href="http://www.fujifilmusa.com/products/semiconductor_materials/photoresists/krf/index.html">http://www.fujifilmusa.com/products/semiconductor_materials/photoresists/krf/index.html</a>   |
| Various Product Names                             | TOKYA OHKA KOGYO          | <a href="http://tok-pr.com/catarog/Deep-UV_Resists/#page=1">http://tok-pr.com/catarog/Deep-UV_Resists/#page=1</a>   |
| <b>ARCs</b>                                       |                           |   |
| ARC® Coatings                                     | Brewer Science Inc.       | <a href="http://www.brewerscience.com/arc">http://www.brewerscience.com/arc</a>   |
| AZ® Aquatar®-VIII Coating                         | EMD Performance Materials | <a href="http://signupmonkey.ece.ucsb.edu/wiki/images/b/bb/AZ_Aquatar_VIII-A_45_MSDS.pdf">http://signupmonkey.ece.ucsb.edu/wiki/images/b/bb/AZ_Aquatar_VIII-A_45_MSDS.pdf</a>   |
| <b>Revestimentos Fotossensíveis e ARCs</b>        |                           |   |
| Dow™ Photoresists and Anti-Reflectants (non-PFOS) | The Dow Chemical Company  | <a href="http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_08fb/0901b803808fb120.pdf?filepath=productsafety/pdfs/noreg/233-00827.pdf&amp;fromPage=GetDo">http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_08fb/0901b803808fb120.pdf?filepath=productsafety/pdfs/noreg/233-00827.pdf&amp;fromPage=GetDo</a> |

#### Tecnologias Alternativas:

Não há informações

#### Melhores Práticas Ambientais:

- Ver o Capítulo 2 para informações gerais sobre melhores práticas
- Para orientações gerais sobre meio ambiente, saúde e segurança para a fabricação de semicondutores & outros eletrônicos, ver por exemplo as orientações IFC (IFC 2007b). Existem documentos de Avaliação de Segurança por parte de pelo menos um fornecedor (ver acima o link para Dow™ Photoresists and Anti-Reflectants).
- Incinerar resíduos de solventes contendo PFOS a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas.
- A indústria implementou ferramentas de processamento para reutilização e reciclagem bem como para a incineração de resíduos líquidos bem como outras medidas, e relata que as emissões globais

de PFOS para águas residuais é de aproximadamente 6kg/ano (WSC 2011). Nesse mesmo relatório não foram fornecidas informações sobre as quantidades de emissões provenientes dos produtos alternativos.

- Aproximadamente 97% do produto aplicado será girado para fora da pastilha e deve ser capturado como resíduo para incineração. O produto restante passa por tratamento de calor (etapa de cozimento) e é convertido em file (solventes são evaporados). O filme seco pode consistir em polímeros acrílicos não voláteis, ligantes transversais, surfactantes, estabilizadores e outros aditivos. Ca. 50% do filme seco pode se dissolver durante a etapa de desenvolvimento. Os ingredientes dissolvidos devem ser neutralizados e qualquer outro material ainda em fase aquosa deve ser removido antes da descarga para processos de tratamento de águas residuais.
- Qualquer resíduo gerado nesses processos deve ser enviado para uma instalação de incineração que opere a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas.

### 3.3 Agente de gravação para semicondutores compostos e filtros cerâmicos

#### 3.3.1 Histórico

O PFOS tem sido utilizado como um surfactante nos processos de gravação na fabricação de semicondutores compostos. O PFOS é parte de um agente de gravação, e era enxaguado durante o tratamento subsequente.

O PFOS tem sido utilizado em processos de gravação de filtros cerâmicos piezoelétricos que são utilizados com um filtro passa-faixa na frequência intermediária em rádios bidirecionais para rádios de polícia, rádios FM, TV, sistema remoto Keyless Entry para carros, etc. (Japão, 2007, submissão do Anexo F). Para decidir sobre a largura da banda dos filtros cerâmicos piezoelétricos, a dimensão da lacuna dos eletrodos vibrantes em ambos os lados do elemento cerâmicos é o indicador principal. A dimensão da lacuna deve ser controlada dentro de algumas centenas de  $\mu\text{m}$ . Para prevenir a criação de bolhas durante o processo de gravação, é preciso que um surfactante seja adicionado.

#### 3.3.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

##### Agente de Gravação para Semicondutores Compostos

Surfactantes sem base em PFOS estão sendo usados para aplicação de gravação (WSC 2011).

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta da solução ácida usada para recuperação e reutilização ou envio para uma instalação de incineração que opere a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o ácido.

De acordo com informações fornecidas pela Divisão de Políticas para Gerenciamento Químico, a Agência de Indústrias de Manufatura e o Ministérios da Economia, Comércio e Indústria do Japão, a utilização de PFOS foi eliminada para essa aplicação (Japão, 2007, submissão do Anexo F).

##### Substâncias Alternativas:

De acordo com informações fornecidas pelo Conselho Mundial de Semicondutores os sulfonatos perfluoro-álquilis são alternativas utilizadas atualmente (WSC 2011).

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações.

##### Agente de Gravação para Filtros Cerâmicos

Surfactantes sem base em PFOS estão sendo usados para aplicação de gravação (WSC 2011).

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária à coleta da solução de ácido usada, para recuperação e reutilização ou envio para uma instalação de incineração que opere a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o ácido.

De acordo com informações fornecidas pela Divisão de Políticas para Gerenciamento Químico, a Agência de Indústrias de Manufatura e o Ministérios da Economia, Comércio e Indústria do Japão, a utilização de PFOS foi eliminada para essa aplicação (Japão, 2007, submissão do Anexo F). No entanto, o tipo de substâncias alternativas sendo utilizadas não foi revelado.

**Substâncias Alternativas:** Não há informações

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

### 3.4. Fluidos hidráulicos de aviação

#### 3.4.1 Histórico

Fluidos hidráulicos de aviação com base em ésteres fosfatos alquil e/ou arila-fenil podem conter aditivos como ácido ciclohexanosulfônico, decafluoro (pentafluoroetil), sal de potássio (CAS No. 67584-42-3) e homólogos de comprimentos de cadeias diferentes (SDS Hyjet®) em concentrações de cerca de 0.05% (DEFRA 2004):

| Nome Químico   | Número CAS |
|--|------------|
| Ácido ciclohexanosulfônico, decafluoro (pentafluoroetil)-, sal de potássio   | 67584-42-3 |
| Ácido ciclohexanosulfônico, decafluoro (trifluorometil)-, sal de potássio    | 68156-07-0 |
| Ácido ciclohexanosulfônico, nonafluorobis (trifluorometil)-, sal de potássio | 68156-01-4 |
| Ácido ciclohexanosulfônico, undecafluoro-, sal de potássio                   | 3107-18-4  |

De acordo com a submissão da Noruega dando continuidade a POPRC-11, o PFOS puro não parece ser utilizado nessa aplicação.

Fluidos com base em éster fosfato foram utilizados em aviões civis e militares desde os anos 1970 (a patente dos EUA 3,679,587 é de 1972). Esses fluidos são utilizados em aplicações com demandas de performance que fluidos hidráulicos “a base de óleo” não cumprem (e.g. resistência ao fogo e propriedades muito satisfatórias a baixas temperaturas). Fluidos hidráulicos acionam partes móveis da aeronave como flaps, ailerons, o leme e o trem de aterrissagem. Foi descoberto que corrosão localizada (referida como erosão) ocorre nas válvulas do sistema hidráulico com a passagem do tempo, afetando sua eficiência e causando reposição prematura de partes mecânicas. A presença do surfactante fluorado inibe a corrosão das partes mecânicas do sistema hidráulico, alterando o potencial elétrico na superfície metálica, e, portanto, prevenindo a oxidação eletromecânica da superfície metálica sob alta pressão. Para maiores informações ver DEFRA 2004.

O mercado global total para compostos fluorados em fluidos hidráulicos de aeronaves é estimado em 2 toneladas ao ano. O consumo anual de compostos fluorados na EU para esse uso era de cerca de 730 kg/ano (Carloni 2009).

### 3.4.2. BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Existe incerteza sobre substâncias alternativas nessa área. Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos fluidos hidráulicos para envio a companhias de reciclagem de óleo para manejo adequado seguido de incineração de resíduos operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas.

**Substâncias Alternativas:** Não há informações

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

#### **Melhores Práticas Ambientais (BEP):**

Fornecedores dessa indústria bem como usuários de fluidos hidráulicos de aviação devem aderir as práticas BEP delineadas nas fichas de segurança para que as emissões ao meio ambiente sejam minimizadas.

Resíduos de fluidos hidráulicos de aviação são enviados para companhias de reciclagem e tratados física e quimicamente para a geração de novos produtos (não especificados) ou são incinerados em instalações de tratamento especializado (DEFRA 2004, ESWI 2011). Qualquer resíduo gerado nesses processos deve ser enviado para uma instalação de incineração que opera a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas.

## 3.5 Revestimento metálico (revestimento metálico rígido) somente em sistemas de ciclo fechado

### 3.5.1 Histórico

Revestimento metálico se refere ao processo de deposição elétrica de uma camada de certos tipos de metais diretamente em substratos. Em caso de revestimento cromado, a camada de cromo depositada fornece propriedades óticas e físicas muito diferentes como função da espessura depositada (ver Tabela 8).

**Tabela 8:** Parâmetros e propriedades de revestimento cromado rígido e revestimento cromado decorativo (baseado no Blepp 2015, CTAC 2015, e na submissão como resposta ao POPRC-11)

| Parâmetro/Propriedades                                   | Revestimento Cromado Rígido | Revestimento Cromado Decorativo |
|--|-----------------------------|---------------------------------|
| Espessura da camada depositada ( $\mu\text{m}$ )         | 10 a 5000                   | 0.1 a 2                         |
| Rigidez da camada depositada ( $\mu\text{Vickers}$ )     | >850                        | 600 a 700                       |
| Rigidez da camada depositada ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) | >1000                       | 800 a 1000                      |
| Aparência da superfície                                  | Cinza opaco                 | brilhante                       |
| Concentração de ácido crômico (g/l)                      | 250                         | 250                             |
| pH   | <1                          | <1                              |
| Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )                       | 50 to 75                    | 30 to 50                        |
| Densidade atual ( $\text{A}/\text{m}^2$ )                | ~5400                       | ~2000 to ~3000                  |
| Tempo de revestimento                                    | 5min a 24h                  | $\leq 5\text{min}$              |

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| Propriedades          | Rigidez<br>Resistência a desgaste<br>Resistência a corrosão<br>Coeficiente de fricção baixo   | Aparência<br>Não-manchável<br>Resistência a corrosão   |
| Exemplos de Aplicação | Cilindros e hastes hidráulicas<br>Rolamentos de rodas acopladores para ferrovias<br>Moldes para as indústrias do plástico e da borracha<br>Partes de ferramentas e moldes | Aparelhos de cozinha<br>Equipamentos de cozinha/banheiro<br>Smart phones/tablets<br>Partes de motocicletas |

O processo de revestimento é um processo eletrolítico que causa bolhas e vapor a serem ejetados da banheira do processo (às vezes referida como eletrólito). Esse vapor é emitido no ambiente de trabalho e eventualmente será disperso no ambiente exterior, a não ser que seja controlado com equipamento adicional de controle da poluição do ar e/ou eliminadores de névoa química (vapor). As banheiras não podem ser totalmente fechadas porque o processo produz gás hidrogênio ( $H_2$ ) que representa perigo de explosão. Os eliminadores de névoa química (vapor) são surfactantes que abaixam a tensão de superfície da solução de revestimento. Ao reduzir a tensão da superfície, as bolhas de gás criadas no processo se tornam menores e expandem mais lentamente do que as bolhas maiores. Bolhas mais lentas possuem energia cinética reduzida, portanto quando as bolhas estouram na superfície, o vapor tem menos chances de ser emitido no ar, e as gotículas caem novamente na banheira. Bolhas menores na banheira e tensão de superfície menor fornecem outros benefícios de processo que são bem descritos (Blepp et al. 2015). Além disso, se um eliminador espumante de névoa for utilizado, o cobertor de espuma por cima do eletrólito previne a formação de aerossóis (Wiethölter2014). No entanto, cobertores de espuma não são mais desejáveis, pois eles causam maior transporte de eliminadores de névoa para o processo de enxágue (ver orientação BEP) e podem representar perigo de deflagração do gás hidrogênio emitido da solução de eletrólito (Wiethölter2014).

No revestimento cromado, a banheira do processo consiste em ácido crômico ( $H_2CrO_4$ , frequentemente referido como ácido Cr(VI)). O Cr(VI) é um carcinógeno humano conhecido e, portanto, as suas emissões são reguladas para a proteção dos trabalhadores contra exposição ocupacional e para proteção do ambiente. Quantidades de Cr(VI) no ar da instalação precisam ser controladas através do uso de um eliminador de névoa química e dispositivos adicionais de manejo e depuração do ar. Experimentos recentes demonstram que apenas dispositivos de manejo não são capazes de reduzir suficientemente as quantidades de Cr(VI) no ar para cumprir com o limite de  $1\mu g/m^3$  proposto sob a EU-REACH, o que torna o uso de eliminadores de névoa essencial (Wiethölter2014). Exemplos de quantidades permissíveis de Cr(VI) no ar para diferentes países estão resumidos na Figura 8 (ver Wiethölter 2014). Eles variam entre  $50\mu g/m^3$  na Áustria e na Suíça,  $30\mu g/m^3$  no Canadá,  $20\mu g/m^3$  na Alemanha,  $10\mu g/m^3$  nos EUA, e  $1\mu g/m^3$  na República Tcheca e na França. Além disso o estado norte americano da Califórnia mantém uma lista de eliminadores de vapor aprovados que passaram por testes para cumprir com os padrões de emissão de cromo hexavalente (CA EPA 2016).

Como o ácido crômico é um ácido forte e altamente oxidante, a maioria dos surfactantes são oxidados rapidamente. Os sais PFOS como o tetraetilamônio (CAS No. 56773-42-3) (DEFRA 2004), o potássio, (CAS

No. 2795-39-3), o lítio (CAS No. 29457-72-5), e a dietanolamina (CAS No. 70225-14-8) eram surfactantes adequados, utilizados desde os anos 1930 devido a sua habilidade de suportar as condições altamente oxidantes da banheira (Wiethölter2014). Portanto, a introdução de sais PFOS como eliminadores de névoa ajudou a resolver preocupações sobre segurança ocupacional relacionadas ao Cr(VI) na indústria de revestimento cromado rígido. A taxa de utilização típica de sais PFOS nessas aplicações era de 30-80mg/l (0.03wt% a 0.08wt%) (Blepp et al. 2015). A vida útil calculada do processo para PFOS variava entre 0.41 anos a 0.7 anos.

50% dos sais PFOS utilizados na indústria de revestimentos alemã foram utilizados para revestimentos cromados rígidos (Zangl et al. 2012). A Alemanha relata que o uso anual estimado de sais PFOS na indústria de revestimentos metálicos era de 3400 kg (UNEP/POPS/COP.7/INF/12). Além disso, foi estimado que 3187 kg (94%) dos sais PFOS entram em fluxo de resíduos que é tratado termicamente a temperaturas nas quais o PFOS decompõe. Os 207 kg (6%) restantes entram em fluxos de águas residuais que são tratados em instalações de tratamento de águas residuais. As emissões de PFOS no ar para esse tipo de processo foram estimadas como 0.36 kg/ano (0.01%) em 2010 (Zangl et al. 2012).

Outros usos, não mais permitidos, de sais PFOS eram os revestimentos de zinco alcalina e liga de zinco, a anodização do alumínio por ácido sulfúrico, o revestimento por dispersão não elétrica de níquel e eletrólitos de ácido forte com ânodos insolúveis, como eletrólitos de metais preciosos (e.g. ouro, paládio e ródio) (IPPC 2006).

### 3.5.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Um sistema fechado precisa ser utilizado quando se está usando PFOS ou substâncias relacionadas como eliminadores de névoa. Uma pesquisa recente da indústria encomendada pela Agência Alemã de Proteção ao Meio Ambiente (UBA) documentou que existe uma variedade de equipamento de processamento e vários processos diferentes para fabricação de diferentes produtos e que não existe um sistema fechado padrão para todos os revestimentos metálicos (Blepp et al. 2015). O relatório forneceu uma lista de critérios que descreve um sistema “quase” padrão.

Na União Europeia é obrigatório aplicar um sistema fechado na utilização de substâncias relacionadas ao PFOS como eliminadores de névoa para revestimentos de cromo rígido não decorativo (VI). Além disso, a Diretiva Europeia para Emissões Industriais (2010/75/EU) é aplicável para instalações para o tratamento da superfície de materiais metálicos ou plásticos utilizando um processo eletrolítico ou químico onde o volume das cubas de tratamento excede 30 m<sup>3</sup>. Essas instalações têm que aplicar as melhores técnicas disponíveis para a prevenção e minimização de emissões de PFOS descritas no documento de referência Europeu (IPPC 2007).

Os critérios para atingir performance em “sistema fechado” podem ser resumidos da seguinte forma (além de estarem esquematizados na Figura 4):

1. Uma vez que os artigos revestidos de cromo saírem da banheira, o ácido crômico e outros resíduos restantes (como o eliminador de névoa) precisam ser removidos para permitir outros processamentos. O enxágue dos artigos revestidos deve ser feito diretamente acima da banheira para que resíduos e água de enxágue sejam diretamente reciclados no processo.
2. Controle atento do equilíbrio de massa necessário para que o eliminador de névoa seja eficiente através de
  - a. Medição da tensão de superfície do eletrólito
  - b. Medição da taxa de amperes por hora
  - c. Determinação de um rendimento de superfície definido
  - d. Medição da estabilidade da espuma

Essas medidas indicam a necessidade de redosagem do eliminador de névoa na banheira. Controlar o processo de eletro-revestimento dessa maneira pode resultar em um uso de eliminador de névoa 50% menor (IPPC 2006)

3. Transportar ar evacuado e aerossóis acima da banheira via um Sistema de manejo de ar evacuado que leve a um evaporador para condensar o conteúdo evaporado da banheira que será recirculado
4. Tratar um ar evacuado remanescente em um lavador de gases úmido de dois estágios a) água de enxágue da primeira cascata de lavagem que será recirculada na banheira (linha amarela) e b) água desionizada que é recirculada na cascata de enxágue (linha verde). Esses processos removem a água do processo e, portanto, ajudam a manter o equilíbrio aquoso na banheira
5. Utilizar cascatas de enxágue multi-etapas e contra a corrente para limpar adicionalmente as partes finalizadas e reciclar a solução de eletrólito
6. Utilizar evaporadores para concentrar a solução de enxágue que será recirculada na banheira
7. Remover contaminação de Cr(III) e outros íons de metal na banheira circulando a cascata de enxágue mais diluída através de uma resina de troca de cátion duplo
8. Passar qualquer resíduo por resinas de troca de íon para remover íons metálicos e por filtros de carbono ativado granulado para remover resíduos de eliminadores de névoa (Regenerar resíduos de resinas e incinerar resíduos do processo de regeneração. Incinerar filtros de carbono ativado em uma instalação operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar o eliminador de névoa.)
9. Coletar e reprocessar lama de hidróxido de cromo gerada durante o processo de revestimento para recuperar cromo. Esse processo deve operar a temperaturas nas quais o eliminador de névoa é mineralizado. O aterramento da lama de hidróxido de cromo não pode ser considerado BEP.

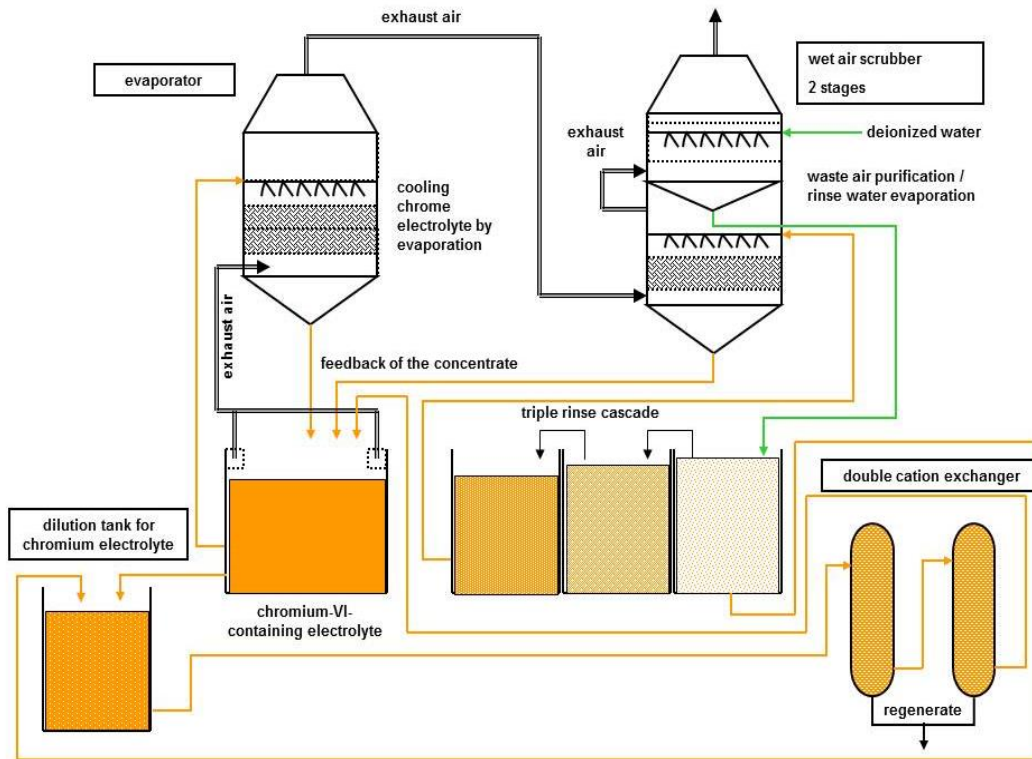
Seguir as etapas de processamento 1 a 9 leva a uma eficiência de 98% na recuperação do ácido crômico (Blepp et al. 2015). No entanto, não há informação disponível sobre a eficiência da recuperação de eliminador de névoa.

Devido às exigências de espaço para o equipamento desse processo, ele provavelmente não é viável para todas as instalações existentes. Além disso, considerações de custo e fatores econômicos também podem ter um papel importante.

Podem existir medidas BEP adicionais a serem consideradas em relação ao cromo-VI que são importantes, mas estão fora no escopo desse documento.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessário coletar todos os resíduos e incinerá-los a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o eliminador de névoa.

**Figura 4:** Sumário gráfico de um “sistema fechado” de revestimento metálico (Hauser 2011)



## 3.6 Alguns dispositivos médicos

### 3.6.1 Histórico

Endoscópios de vídeo possuem (possuíam) um filtro de cores dispositivo de carga acoplada (CCD) contendo 150ng de PFOS. O CCD é parte da tecnologia permitindo a captura de imagens digitais. Outro uso de PFOS descrito é como dispersador de agentes de contraste que são incorporados em uma camada de copolímero etileno-tetrafluoroetileno (ETFE) que é utilizada em cateteres radiopacos.

### 3.6.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Existe uma lacuna de informação com relação a BAT e BEP para essa aplicação. Para um resumo de melhores práticas gerais ver o Capítulo 3.

#### Uso em camadas de copolímero etileno-tetrafluoroetileno (ETFE)

##### Substâncias Alternativas:

O PFBS pode ter substituído o PFOS como um dispersador de agentes de contraste em camadas de ETFE para cateteres radiopacos.

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

#### Uso na produção de ETFE radiopaco

**Substâncias Alternativas:** Não há informações

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

#### Uso em certos dispositivos de diagnóstico in-vitro

**Substâncias Alternativas:** Não há informações



**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

### Uso em filtro de cores dispositivo de carga acoplada (CCD)

**Substâncias Alternativas:** Não há informações

**Tecnologias Alternativas:** Filtros CCD livres de PFOS parecem estar em uso

**Melhores Práticas Ambientais:** Não há informações

## 3.7 Espuma de combate a incêndios

### 3.7.1 Histórico

A espuma aquosa formadora de filme (AFFF), às vezes referida como espuma aquosa de combate a incêndios, é um termo genérico para produtos de combate a incêndios e/ou supressão de vapor utilizados globalmente para proteger tanto vidas quanto propriedades. AFFFs são únicas entre outras espumas de combate a incêndios pois contém uma pequena porcentagem de surfactante fluorado. Esse ingrediente chave fornece atributos de performance únicos ao produto, que permitem que ele seja extremamente eficiente na extinção e prevenção de incêndios, especialmente em eventos envolvendo inflamáveis líquidos da Classe B. Para uma definição das classes de incêndios, ver, por exemplo, a Scottish Classification Authority, “Classes of Fire” ([http://www.sga.org.uk/e-learning/FirstLine02CD/page\\_06.htm](http://www.sga.org.uk/e-learning/FirstLine02CD/page_06.htm)). Agentes AFFF são formulados pela combinação de surfactantes sintéticos de hidrocarboneto com surfactantes fluorados. Quando misturados com água, a solução resultante atinge tensão de superfície extremamente baixa, permitindo que a solução produza um filme aquoso que se espalha pela superfície do combustível de hidrocarboneto. Produtos AFFF resistentes ao álcool (AR-AFFF) são projetados para serem eficientes na extinção de incêndios causados por líquidos inflamáveis contendo álcoois e outras substâncias orgânicas miscíveis com água.

Produtos AFFF podem ser utilizados em sistemas fixos e portáteis (e.g. sistemas sprinkler, extintores de incêndio manuais, cilindros portáteis, veículos combatentes de incêndios (caminhões de bombeiros), etc.). Na maioria das situações, o AFFF é adquirido como concentrado, tipicamente referido como “3%” ou “6%” dependendo da sua proporção de mistura (durante o uso) com água.

Antes de 2000, os surfactantes fluorados usados em AFFF tinham frequentemente base de PFO, o que resultava em AFFFs que continham 0.5wt% a 6wt% de PFOS ou precursores de PFOS. Ao mesmo tempo, fluoro telômeros de cadeia longa baseados em AFFFs também estavam disponíveis para alguns produtos e usos. Um pouco após o anúncio da descontinuação pela 3M em 2000, AFFFs baseados em PFOS não estavam mais disponíveis em países industriais. O principal fornecedor de surfactantes fluorados para AFFF se tornou então a ter base em fluoro telômero. Durante os últimos anos, os fabricantes de AFFF baseado em fluoro telômero vem substituindo os surfactantes fluorados de cadeia longa por surfactantes fluorados de cadeia mais curta. Alguns países e/ou regiões implementaram regulamentações abordando AFFFs contendo PFOS. Por exemplo, na União Europeia, os AFFF contendo PFOS foram totalmente eliminados em 2011 e estoques tiveram que ser descartados adequadamente.

### 3.7.2 Tipos de Espumas

As AFFF são divididos em duas principais categorias: espumas sintéticas e espumas protéicas. Espumas sintéticas são formuladas com surfactantes sintéticos. A categoria abrange tanto concentrados baseados em surfactantes fluorados quanto não fluorados:

- Concentrados de espuma AFFF e AR-AFFF baseados em surfactantes sintéticos de hidrocarboneto e surfactantes sintéticos fluorados

- Espumas de treinamento usadas como substitutos de AFF e AR-AFFF em treinamentos e teste de sistemas bem como testes de comissionamento
- Espumas Classe A utilizadas principalmente como agentes umedecedores para proteção contra incêndios Classe A e proteção florestal
- Outros concentrados de espuma derivados de surfactantes sintéticos e de hidrocarboneto como espumas livres de flúor

Espumas baseadas em proteínas contém proteínas naturais como agentes espumantes. Tipos de espumas de proteína incluem: espuma proteica regular (P), espuma de fluoroproteína (FP), espuma de fluoroproteína formadora de filme (FFFP), espuma de fluoroproteína resistente ao álcool (AR-FP) e espuma de fluoroproteína resistente ao álcool e formadora de filme (AR-FFFP).

### 3.7.3 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Espumas substitutas não fluoradas devem ser usadas para treinamentos bem como para testes de sistemas fixos e sistemas de dosagem. Surfactantes fluorados não-PFOS baseados em fluorotelômeros de cadeia curta devem ser utilizados para concentrados de espuma contra incêndios Classe B.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessário seguir as melhores práticas conforme descritas abaixo para minimizar emissões no meio ambiente coletar todos os resíduos e incinerá-los a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente os ingredientes da espuma contra incêndios.

#### Substâncias Alternativas:

- Surfactantes com base em fluorotelômero de cadeia curta, existem vários fornecedores como:
  - Chemguard <http://www.chemguard.com/specialty-chemicals/catalog/fire-fighting-foam-surfactants/>
  - Chemours [https://www.chemours.com/Capstone/en\\_US/tech\\_info/Index.html](https://www.chemours.com/Capstone/en_US/tech_info/Index.html)
  - Dynax <http://www.dynaxcorp.com/technical-data/technical-bulletins.html>

Cada fornecedor oferece um portfólio de produtos. Detalhes sobre estruturas surfactantes AFFF podem ser encontrados no relatório de Backeet al. (2013).

- Alternativas não fluoradas existem e estão em uso, mas frequentemente elas não são capazes de atingir as exigências rigorosas de performance. A natureza química desses surfactantes alternativos não é conhecida exceto pelo fato de que eles têm base ou de hidrocarboneto ou de silicone.

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

#### Melhores Práticas Ambientais:

A Coalisão da Espuma de Combate a Incêndios publicou uma orientação de melhores práticas para o uso de espumas contra incêndio Classe B (FFFC 2016). Os pontos chaves que representam BEP são:

- **Espumas de Treinamento:** Usar espumas que **não contém surfactantes fluorados**
- Testes de Sistemas Fixos e Sistemas de Dosagem: Usar métodos líquidos substitutos que **não contém surfactantes fluorados**
- Fornecer contenção, tratamento, e descarte adequados para qualquer solução espumosa – não emitir resíduos diretamente no ambiente
- Desenvolver planos de escoamento para águas de incêndio
- Coletar e conter o escoamento de águas de incêndio

- Tratar o escoamento de águas de incêndio com uma combinação de coagulação, floculação, eletro-floculação, osmose reversa e adsorção com carbono ativado (GAC) com incineração do carvão ativado ou
- Incinerar o escoamento de águas de incêndio em equipamentos adequados
- **Descarte de concentrados de espuma Classe B:** enviar para destruição térmica (incineração a altas temperaturas) em uma instalação capaz de manusear resíduos halogenados ou equivalentes

### 3.8 Iscas de insetos para controle de formigas cortadeiras das espécies *Atta* spp. e *Acromyrmex* spp.

#### 3.8.1 Histórico

O N-etil perfluorooctano sulfonamida (EtFOSA; CAS No. 4151-50-2), chamado de sulfuramida, é um pesticida para controle de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* e suas espécies. Essas espécies de formiga são achadas somente no continente americano, da Argentina central ao sul dos Estados Unidos, além de representarem as maiores pestes das plantações de florestas brasileiras (eucalipto e pinheiro), produção agrícola (milho, cana de açúcar, mandioca, etc.) e nos pastos de todas as regiões afetadas, com perdas econômicas anuais associadas estimadas em algumas centenas de milhões de dólares (Britto et al. 2016, submissão brasileira como resposta à POPRC-11, Zanetti et al. 2014, Fowler et al. 1986).

As formigas cortadeiras *Atta* e *Acromyrmex* e suas espécies diferem em seus hábitos de formigueiro e alimentação. Por exemplo, os formigueiros *Atta* são montes soltos de terra com câmaras se estendendo para dentro do solo, enquanto formigueiros *Acromyrmex* são menores que os formigueiros *Atta*, mais discretos e as vezes são cobertos de resíduos de plantas ou galhos. As *Acromyrmex* constroem formigueiros rasos em regiões mais frias, já as *Atta* fazem formigueiros mais profundos (até 7m de profundidade) em regiões mais quentes. Para ambos os gêneros, formigueiros grandes podem cobrir uma área de até 200m<sup>2</sup> e abrigar até 6 milhões de formigas (Zanetti et al. 2014). As *Atta* se especializam principalmente em folhas de árvores enquanto as *Acromyrmex* se focam mais na coleta de grama, flores e folhas de ervas. No entanto, algumas espécies de *Atta* são consideradas formigas cortadeiras (para um resumo detalhado de espécies e da sua ocorrência do Brasil, ver Britto et al. 2016).

A sulfluramida foi introduzida no Brasil para substituir o ingrediente ativo declorano (mirex) que teve o uso banido em 1993 (e está listado no Anexo A da Convenção de Estocolmo). De 2009 a 2014 o Brasil relatou um uso estimado em 50t/ano de PFOSF para a produção de sulfluramida para uso em iscas de insetos, o que corresponde a 30t de sulfluramida por ano (ver UNEP/POPS/COP.7/INF/11). Sete estão registradas como produtoras de dez produtos com base em sulfluramida no Brasil (Ministério do Meio Ambiente 2015).

Iscas em pelotas contendo sulfluramida representam 95% do mercado de iscas formicidas no Brasil. As pelotas consistem na mistura de um substrato atrativo (veículo) (normalmente bagaço desidratado da indústria de suco de laranja e óleo vegetal) que as formigas identificam como comida e o ingrediente ativo (inseticida). As iscas são “prontas para uso” (0.3% de ingrediente ativo, ver e.g. MIREX 0.3 GB ([http://www.ramac.com.ni/?page\\_id=370](http://www.ramac.com.ni/?page_id=370))) para serem aplicadas direto do pacote perto dos buracos de entrada do formigueiro ou das trilhas de formigas e carregadas dentro da colônia pelas próprias formigas. A dose sugerida é 6-10g de inseticida /m<sup>2</sup> de formigueiro de terra solta (para controlar *Atta*) e 6-50g inseticida/m<sup>2</sup> de monte de terra para controlar *Acromyrmex*. Depois das pelotas serem carregadas para dentro do formigueiro, várias formigas irão lambe os fragmentos para prepara-los para culturação pelo fungo simbiótico. Isso acontece cerca de 6 a 18hrs depois de a isca ter sido transportada para

dentro do formigueiro. A sulfluramida ingerida é metabolizada para formar perfluoro-octano sulfonamida (FOSA) que interrompe a produção de ATP na mitocôndria e mata o animal.

### 3.8.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

A avaliação de BAT e BET apresenta um desafio já que os dois gêneros de formigas afetam tantos agronegócios diferentes e de todos os tamanhos e uma distinção entre o controle de espécies de formigas cortadeiras de folhas (exceção de propósito aceitável) e formigas cortadeiras de grama não é feita de forma clara. Apesar de existirem várias publicações e submissões pelas Partes, seu foco é principalmente em formas de controlar o gênero *Atta* enquanto existe pouca informação sobre a necessidade e formas de controlar o gênero *Acromyrmex*. Nessas publicações é enfatizado que o uso de iscas tóxicas contendo sulfluramida é suficiente, viável e eficiente (>80% de controle de colônias sob as condições da área) e que todas as outras técnicas devem ser consideradas apenas como complementares ao uso de iscas tóxicas. É importante acrescentar que tecnologias alternativas são só eficientes em situações específicas e exigem equipamento específico e diferentes habilidades operacionais que as necessárias na aplicação de iscas tóxicas. A combinação de tecnologias é, portanto, mais trabalho intensiva e dispendiosa.

Os pesticidas geralmente precisam passar por um processo de registro específico ao país e, portanto, é importante garantir que as substâncias alternativas listadas abaixo sejam registradas para uso antes de sua aplicação. Além disso, é importante garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que aplicam os químicos nas áreas. Devem ser adotados equipamentos de proteção pessoal adequados bem como outras medidas de segurança conforme descrito nas instruções de manejo seguro da substância específica. Essa informação deve estar disponível para todos os trabalhadores e deve ser revisada com eles antes do manejo de pesticidas.

A partir dos disponíveis, as seguintes práticas são BAT:

Para a preparação inicial de grandes áreas com taxa de infestação alta em formigueiros de *Atta* maduros:

- Termo-nebulização com permetrina

Para pequenas áreas, como pequenos pomares e usos residenciais:

- Controle mecânico: escavação dos formigueiros jovens e captura das rainhas
- “Barreiras” fixadas em volta dos troncos de árvores, como fita plástica revestida de graxa, cilindros plásticos e tiras de alumínio

Para controle de ninhos menores que 5m<sup>2</sup>:

Varredura de pó-seco com deltametrina (ver “precaução” na página 46):

Para controlar colônias jovens de *Atta*:

- Varredura de pó-seco com deltametrina

Para todos os outros usos adequados:

- Iscas contendo sulfluramida

Para controlar certas espécies de *Acromyrmex* (não é especificado que espécies):

- Varredura de pó-seco com deltametrina

Para todos os outros usos adequados:

- Iscas contendo sulfluramida

Em geral, o controle químico com iscas tóxicas contendo sulfluramida parece ser o mais prático, econômico e operacional no controle de pestes. Essa técnica parece estar em uso principalmente para o controle do gênero *Atta*.

Vantagens:

- Não é necessário equipamento especializado para aplicação localizada

Desvantagens:

- Trabalho intensivo; uma equipe bem treinada é necessária
- A dosagem por colônia precisa ser calculada. Existe potencial para sub-dosagem ou sobre-dosagem
- Não pode ser aplicado durante a chuva ou com umidade (a não ser que sejam utilizados suportes de iscas)

A BEP é, além das melhores práticas gerais para pesticidas descritas no Capítulo 2, determinar o gênero de formiga presente para selecionar a BAT adequada. Considerar um sistema integrado de gerenciamento de pestes para minimizar o uso de pesticidas. Ao usar iscas contendo sulfluramida, coletar todas as iscas residuais após o tratamento e enviar para incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar a sulfluramida.

#### **Substâncias Alternativas:**

Fipronil (CAS No. 120068-37-3): No Brasil ele é registrado apenas para o controle de certas espécies *Atta* (i.e., *dicotyledonuous*). Pode não ser tão eficiente já que parece transmitir maior toxicidade para outros animais. Os dados são insuficientes para determinar se essa substância alternativa é BAT.

Hidrametilnona (CAS No. 67485-29-4): Uma formulação especial de hidrametilnona com o nome comercial de Amdro® Ant Block, é o único produto amplamente disponível para controle de formigas cortadeiras nos EUA. A atividade na colônia tratada irá diminuir em um período de 4 a 6 semanas. (Para maiores informações ver, por exemplo <http://www.cdpr.ca.gov/docs/risk/rcd/hydrameth.pdf> e <http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/hydmthn.pdf>). No entanto, em metade das vezes a atividade retorna em 4 a 6 meses, exigindo novo tratamento.

Vantagem: Esse produto pode ser usado na maioria das áreas

Desvantagem: Esse produto não pode ser usado em áreas agrícolas (e.g., pastos de gado, jardins, terras de cultivo)

#### **Tecnologias Alternativas:**

##### **1. Varredura de pó-seco com deltametrina:**

O inseticida deltametrina (CAS No. 52918-63-5) é misturado em um veículo de talco em pó e aplicado manualmente via equipamento manuseável (chamados de “espanadores”) nos buracos do formigueiro (ver a submissão do Brasil como resposta à POPRC-11). Antes da aplicação, a terra solta precisa ser removida do formigueiro. Esse método não é eficiente no controle de grandes formigueiro porque o pó não chegará na profundidade de todos os túneis.

A tecnologia é recomendada para uso complementar no controle de formigueiros iniciais de espécies *Atta* e algumas espécies *Acromyrmex* (Britto et al., 2016)

Desvantagem:

- Não pode ser aplicado em solos úmidos/molhados que irão causar entupimento e aglutinação do pó o tornando ineficiente alcançar dentro dos formigueiros.

Para problemas relacionados a resistência à piretóides, ver “precaução” na página 43.

## **2. Termo-nebulização, também chamada de Técnica de Vaporização Térmica (TFT):**

A vaporização térmica é a formação de gotículas superfinais variando entre 1µm e 50µm utilizando energia termo pneumática (ver a submissão do Brasil como resposta à POPRC-11). As unidades consistem em um motor (um motor simples ou um motor pequeno mais sofisticado pulso reator) que queima combustível em uma câmara de combustão que abre em um cano longo de exaustão de diâmetro menor (chamado ressonador) e um tanque pesticida pressurizado (ver, e.g., <http://www.pulsfog.de/sources/downloads/pulsFOG%20thermal%20fogging.pdf>). A solução pesticida é injetada, via fluxo controlado por um bico, no fluxo de gás de exaustão perto da saída do ressoador o que causa o gás a ser atomizado formando gotículas de vapor superfinais. Essa técnica requer equipamento especial e até 3 operadores por nebulizador (quando usando equipamento grande). O ingrediente ativo permetrina (CAS No. 52645-53-1) é misturado com diesel ou querosene como veículo.

Essa técnica pode ser aplicada para controlar *Atta* em formigueiros maduros, mas não pode ser usada para o controle de *Acromyrmex*. Ela está sendo utilizada em situações específicas, como taxas de infestação muito altas e preparação inicial da terra para cultivo.

### **a. Precaução:**

Como os piretóides são amplamente usados em controle vetor de malária e supostamente tem a taxa de resistência mais alta entre todas as classes químicas usadas, o uso de deltametrina (ou outros piretóides) não pode ser considerado uma BAT. Especialmente tendo em vistas que alternativas aos piretóides tem que ser encontradas para o setor de saúde pública; portanto, abrir novas aplicações para piretóides não parece uma alternativa viável.

O relatório Mundial da Malária de 2016 declara que “Dos 73 países endêmicos de malária que forneceram dados de monitoramento a partir de 2010, 60 relataram resistência a pelo menos um inseticida, e 50 declararam resistência a duas ou mais classes de inseticidas. A resistência aos piretóides – a única classe atualmente usada em ITNs – é a mais efetiva, mas ainda existe a necessidade de novas ferramentas de controle vetor” (WHO 2016).

## **3. Controle Mecânico:**

A escavação de formigueiros jovens e a captura das rainhas é uma maneira eficiente de controlar as formigas cortadeiras em áreas menores. A escavação é recomendada apenas durante o terceiro e quarto meses após o voo de acasalamento, quando as rainhas estão cerca de 20 cm dentro do solo (Zanetti et al. 2014).

## **4. “Barreiras”:**

As barreiras são um dos controles mais antigos e mais custo eficientes usados para essas formigas, mas apenas em pequenos pomares (Zanetti et al. 2014). Fita plástica revestida de graxa, cilindros plásticos e tiras de alumínio são fixadas em volta dos troncos de árvore. No entanto, são necessárias inspeções e reparos constantes para proteger as árvores. Esse mecanismo de controle não é aplicável a plantações florestais ou agrícolas devido às grandes exigências de manutenção.

Um resumo excelente sobre as substâncias alternativas potenciais e tecnologias alternativas, como métodos de controle biológico, é fornecido em (Britto et al., 2016).

### **Melhores Práticas Ambientais:**

Utilizar um sistema integrado de gerenciamento de pestes ao utilizar o máximo de técnicas possível para controlar as pestes e minimizar o uso de pesticidas.

Para varredura de pó-seco com deltametrina:

- Calcular a dosagem exigida para prevenir sub-dosagem (controle de pestes ineficiente) e sobre-dosagem (dano ambiental desnecessário)
- Evitar o entupimento de túneis
- Aplicar apenas a solo seco
- Coletar material residual e descartar de acordo com as informações do fabricante.

Para problemas relacionados à resistência a piretóides, ver página 46.

Para termo-nebulização como fenitrotona, clorpirifós ou permetrina:

- O uso do equipamento deve ser restrito a uso profissional por pessoas maiores de idade e operadores qualificados e devidamente instruídos
- O gás de exaustão quente do motor de vaporizadores térmicos é uma potencial fonte de ignição. Por esse motivo: Fazer uma análise de risco e desenvolver uma estratégia para prevenir riscos. Além disso, observar com atenção as instruções de segurança.
- Operar a unidade com a função de desligamento automático ativa. Manter um extintor de incêndio por perto e prontamente disponível na unidade. Para maiores detalhes, ver e.g., <http://www.pulsfog.de/sources/downloads/pulsFOG%20safety%20instructions%20Thermal%20Fo%20gger%20-Quer-%204-SEPT-2012.pdf>.

Para iscas com sulfluramida:

- Qualificação e treinamento periódico das equipes de controle
- Ter recomendação de experts sobre o método e período de aplicação mais eficientes
- Calcular a dosagem exigida para prevenir sub-dosagem (controle de pestes ineficiente) e sobre-dosagem (dano ambiental desnecessário)
  - Colocar iscas em local adequado
  - Colocar iscas apenas em períodos de clima seco (ou usar suportes de iscas para manter as iscas secas)
- Não utilizar iscas em clima chuvoso ou em solos úmidos/molhados a não ser que suportes de iscas sejam adequadamente usados
- Avaliar o consumo de iscas e controlar eficiência
- Coletar e descartar pelotas residuais de iscas de acordo com informações fornecidas pelo fabricante. Mandar resíduos coletados para um incinerador que opere a temperaturas que mineralizem a sulfluramida.

## 4 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para aplicações de exceção específica

### 4.1 Máscaras fotográficas nas indústrias de display semicondutor e display de cristal líquido (LCD)

#### 4.1.1 Histórico

As fotomáscaras são uma parte essencial do processo de fotolitografia da produção de semicondutores e LCD. As fotomáscaras são usadas para transferir o padrão geométrico desejado via luz à pastilha fotossensível de silicone. O padrão na máscara que será transferido para o fotossensível na pastilha de silicone é criado por um processo de gravação, o PFOS era usado como surfactante na solução de gravação para melhorar a molhabilidade ao reduzir a tensão de superfície da solução. A WSC relatou em 2011 que o uso de PFOS nessas soluções foi eliminado (WSC 2011).

#### 4.1.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Surfactantes não-PFOS estão sendo usados para a aplicação em soluções ácidas de gravação (WSC 2011).

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessário coletar todos os resíduos da solução ácida para recuperação e reutilização ou enviá-los para uma instalação de incineração que opere a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o surfactante fluorado.

**Substâncias Alternativas:** Não há informações

**Tecnologias Alternativas:** Um processo seco existe e é aplicado para alguns casos específicos de fotomáscaras para a indústria de semicondutores (Japão, 2007, submissão do Anexo F).

## 4.2 Revestimento metálico (revestimento metálico rígido)

### 4.2.1 Histórico

Para um capítulo abrangente sobre o histórico de revestimentos metálicos, ver Capítulo 3.5.1



| Product Name | Chemical  | CAS Number    | Chemical Formula          | Structure |
|--------------|---|---------------|---------------------------|-----------|
| FC-80        | Potassium perfluorooctane sulfonate   | 2795-39-3     | $C_8F_{17}O_3SK$          |           |
| FC-248       | Tetraethylammonium perfluorooctane sulfonate  | 56773-42-3    | $C_{16}H_{20}F_{17}O_3NS$ |           |
| F-53         | 2-[(1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluorohexyl)oxy]-1,1,2,2-tetrafluoroethanesulfonic acid potassium salt       | Not available | $C_8F_{17}O_4SK$          |           |
| F-53B        | 2-[(6-Chloro-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-dodecafluorohexyl)oxy]-1,1,2,2-tetrafluoroethanesulfonic acid potassium salt | 73606-19-6    | $C_8ClF_{16}O_4SK$        |           |

Na China, os seguintes produtos estão sendo oferecidos como alternativas ao PFOS:

- F-53 2-[1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluorohexil]oxi]-1,1,2,2-tetrafluoroetano ácido sulfônico sal de potássio
- F-53B (Potássio 2-[6-cloro-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-dodecafluorohexil]oxi]-1,1,2,2-tetrafluoroetanosulfônico sal de potássio ácido

O F-53 foi testado em quatro companhias de eletro revestimento com performance excelente, mas teve custos de síntese altos. Portanto, um processo de produção simplificado usando cloro na última etapa foi desenvolvido para produzir o composto mono-clorado, que foi comercializado como F-53B(Wang *et al.* 2013). Em uma publicação recente (Shi *et al.* 2016) a meia vida biológica nos humanos via todas as rotas de eliminação é estimada em 18.5 anos para o F-53B. Além disso, o F-53B só pode ser dissolvido em água fervente, o que dificulta muito o manejo. Portanto, F-53 e F-53B não devem ser consideradas alternativas viáveis ao PFOS.

#### 4.2.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Eliminadores de névoa sem base em PFOS devem ser usados para essa aplicação e todas as medidas de um “sistema fechado” (ver capítulo 3.5) devem ser implementadas no processo de revestimento.

Em adição às medias BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos seguida de incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o eliminador de névoa (IPPC 2006).

É importante ressaltar que o uso de eliminadores de névoa permite o cumprimento com regulamentações de padrões de saúde e, portanto, cada alternativa também deve ser avaliada nesses termos.

#### **Substâncias Alternativas (Blepp 2015):**

- 6:2 Produtos baseados em sulfonato de fluorotelômero (6:2 FTS; CAS No. 27619-97-2) e seus produtores (Blepp 2015):
  - ANKOR® Dyne 30 MS (Enthone)
  - ANKOR® Hydraulics (Enthone)
  - ANKOR® PF1 (Enthone)
  - Fumetrol® 21 (Atotech)
  - Fumetrol® 21 LF 2 (Atotech)
  - HelioChrome® Wetting Agent FF (Kaspar Walter Maschinenfabrik GmbH & Co. KG)
  - PROQUEL OF (Kiesow Dr. Brinkmann)
  - Wetting Agent CR (Atotech)
- Outras alternativas fluoradas, não existem informações sobre natureza química:
  - Chromnetzmittel LF (CL Technology GmbH)
  - Netzmittel LF (Atotech)
  - Non Mist-L (Uyemura)
  - RIAG Cr Wetting Agent (RIAG Oberflächentechnik AG)
- Alquilsulfonato (nome comercial: TIB Suract CR-H (TIB Chemicals AG))
- Outras alternativas não fluoradas, não existe informações sobre natureza química – Nomes comerciais (e produtores):
  - CL-Chromeprotector BA (CL Technology GmbH)
  - Antifog V4 (Chemisol GmbH & Co. KG)

As alternativas fluoradas disponíveis podem precisar de serem dosadas a concentrações mais altas que os sais PFOS para cumprir com as exigências específicas de tensão de superfície e podem ser menos estáveis, e, portanto, podem necessitar serem repostas com maior frequência. Por exemplo, a vida útil calculada para o sulfonato fluorotelômero foi de 0.21 anos para uma instalação (Blepp et al. 2015).

Surfactantes não fluorados são rapidamente oxidados na banheira de revestimento e devem ser dosados constantemente (Wienand et al. 2013). Esses produtos não são considerados de igual eficiência. Além disso, esses produtos podem reduzir Cr-VI para Cr-III no eletrólito de cromo o que pode levar a sérios defeitos no revestimento cromado.

#### **Tecnologias Alternativas:**

Para controlar adicionalmente emissões de névoa e aerossol da banheira de revestimento:

- Malha ou cobertores (Composto de Almofadas de Malha) colocados no topo da banheira
- Dispositivos adicionais de controle de poluição do ar

Processos de revestimento inovadores:

- A companhia Topocromo oferece um processo alternativo ([www.topocrom.com](http://www.topocrom.com)).
- Processo HVOF (Combustível de Oxigênio de Alta Velocidade)

No entanto, não existem maiores detalhes sobre os próprios processos, os químicos usados bem como as melhores práticas para esses processos. Detalhes sobre a aceitação de mercado dessas tecnologias como alternativas para revestimentos rígidos de cromo também são desconhecidos.

#### **Melhores Práticas Ambientais:**

A BEP é adesão às medidas gerais descritas no Capítulo 2 e no Capítulo 3.5 e a coleta todos os resíduos seguida de incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o eliminador de névoa.

### 4.3 Revestimento metálico (revestimento decorativo)

#### 4.3.1 Histórico

Para um capítulo abrangente sobre o histórico dos revestimentos metálicos, ver Capítulo 3.5.1.

#### 4.3.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Eliminadores de névoa sem base em PFOS devem ser usados e todas as medidas de um “sistema fechado” (ver capítulo 3.5) devem ser implementadas no processo de revestimento. Para algumas aplicações, a tecnologia alternativa “Revestimento Cr(III)” representa a BAT. Esse processo alternativo não necessita do uso de eliminadores de névoa.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos seguida de incineração de resíduos operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o eliminador de névoa.

É importante pontuar que o uso de eliminadores de névoa permite o cumprimento como regulamentações de saúde ocupacional e, portanto, cada alternativa precisa ser avaliada também nesses termos.

#### **Substâncias Alternativas (Blepp 2015):**

- 6:2 Produtos com base em fluorotelômero sulfonato (6:2 FTS; CAS No. 27619-97-2):
  - ANKOR® Dyne 30 MS (Enthone)
  - Cancel ST-45 (Plating Resources, Inc.)
  - FS-600 High Foam (Plating Resources, Inc.)
  - FS-750 Low Foam (Plating Resources, Inc.)
  - Fumetrol 21 (Atotech)
  - SLOTOCHROM CR 1271 (SchlötterGalvanotechnik)
  - UDIQUE® Wetting Agent PF2 (Enthone)
  - Wetting Agent CR (Atotech)
- Outras alternativas fluoradas, não existem informações sobre natureza química:
  - Chromnetzmittel LF (CL Technology GmbH)
- Alquilsulfonato (nome comercial: TIB Suract CR-H (TIB Chemicals AG))
- Óleo amina etoxilados (ANKOR® Wetting Agent FF (Enthone))
- Outras alternativas não fluoradas, não existe informações sobre natureza química:
  - Antifog CR (Chemisol GmbH & Co. KG)
  - CL-Chromeprotector BA (CL Technology GmbH)

Surfactantes não fluorados são rapidamente oxidados na banheira de revestimento e devem ser dosados constantemente (Wienand et al. 2013). Esses produtos não são considerados igualmente eficientes. Além disso, esses produtos podem reduzir Cr-VI para Cr-III no eletrólito de cromo o que pode levar a sérios defeitos na cobertura cromada. Além disso, foi relatado que uma alternativa fluorada (Wienand et al. 2013, Wienand 2014/15) causou corrosão dos ânodos de chumbo que precisaram ser substituídos em intervalos cada vez mais curtos. Chumbo foi detectado na lama.

#### **Tecnologias Alternativas:**

Partes da indústria de revestimento cromado decorativo adotaram o cromo trivalente ou Cr(III) no revestimento. Cr(III) é intrinsecamente menos tóxico que Cr(VI). Essa tecnologia alternativa representa a BAT para as aplicações nas quais é viável. No entanto, o grupo industrial alemão FKG “Fachverband Galvanisierte Kunststoffe” publicou resultados de um teste de campo com 300 amostras (Fachverband Galvanisierte Kunststoffe). Nesse teste as amostras de Cr-III tinham a cor menos estável, eram mais sensíveis a sujeira e mostraram taxas de corrosão maiores. O FKG concluiu que a BAT para revestimento decorativo cromado para a indústria automotiva é baseada em revestimento com Cr-VI.

#### **Melhores Práticas Ambientais:**

A BEP é aderir às medidas BEP gerais descritas nos Capítulos 2 e 3.5 e a coleta de todos os resíduos seguida de incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o eliminador de névoa.

## **4.4 Partes elétricas e eletrônicas de algumas impressoras e copiadoras coloridas**

### **4.4.1 Histórico**

Equipamentos elétricos e eletrônicos frequentemente precisam de centenas de partes e milhares de processos para sua confecção. Por exemplo, partes da indústria de semicondutores podem ser utilizadas em impressoras e copiadoras coloridas (para mais detalhes ver Capítulos 3.2, 3.3 e 4.1). Foi relatado que esteiras transportadoras de copiadoras e impressoras coloridas contém até 100 ppm de PFOS, enquanto um aditivo utilizado na produção de rolos de PFA (perfluoroalcoxi) pode conter até  $8 \times 10^{-4}$  ppm PFOS. Em 2013 grupos da indústria relataram que não existem alternativas disponíveis atualmente para essas aplicações (UNEP/POPS/POPRC.9/INF/11/Rev.1).

### **4.4.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS**

Existe uma lacuna de informação com relação a BAT e BEP para essa aplicação. Para um resumo de melhores práticas gerais ver o Capítulo 2.

**Substâncias Alternativas:** Não há informações

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

**Melhores Práticas Ambientais:** Não há informações

## **4.5 Inseticidas para o controle de Formigas do Fogo Importadas e Cupins**

### **4.5.1 Histórico**

#### **Formigas do Fogo Importadas**

A formiga do fogo importada (*Solenopsis invicta*), ou simplesmente RIFA, é uma entre mais de 280 espécies do abrangente gênero *Solenopsis*. Apesar de a formiga do fogo importada ser nativa da América do Sul, ela se tornou uma peste no sul dos Estados Unidos, na Austrália, no Caribe, em Taiwan, Hong Kong, e várias províncias chinesas do sul. RIFAS são conhecidas por sua picada dolorosa e de irritação persistente que costuma deixar uma pústula na pele. Um método comum no controle de RIFAS são iscas consistindo de pesticidas em grãos de milho processado cobertos com óleo de soja. Formigas operárias levam a isca para a colônia, onde ela é consumida pela rainha, que ou morre ou fica infértil. As iscas agem lentamente e precisam de semanas para atingir controle de 80% a 90%. Produtos de isca são usados para tratar áreas grandes com eficiência. Outros métodos de controle são usados conforme descrito abaixo. N-etil perfluorooctano sulfonamida (EtFOSA; CAS No. 4151-50-2), também chamada de sulfluramida, vêm sendo usada como pesticida para essa aplicação.

## Cupins/Térmites

O impacto negativo dos cupins é geralmente citado em termos econômicos como despesas no custo de reparos e tratamento preventivo. Apenas nos Estados Unidos as estimativas variam entre \$2-3 bilhões de dólares anualmente. Existem mais de 2.600 espécies de cupins, mas menos de 185 são consideradas pestes. Os cupins se tornam um problema quando danificam a madeira estrutural e outros materiais em estruturas. Os danos podem se estender a mobília doméstica, produtos de papel, vários materiais sintéticos e alimentos. A cada ano milhares de estruturas (pontes, barragens, casas, muros de contenção, estradas, postes, e cabos e canos subterrâneos) precisam de tratamento para o gerenciamento de cupins (UNEP 2000). As pestes internacionalmente importantes incluem espécies das ecologias subterrâneas, arbóreas, e que se alimentam de madeira seca ou úmida.

### 4.5.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

#### Formigas do Fogo Importadas

Substâncias alternativas a sulfluramida devem ser usadas para controlar as RIFAs com eficiência. É importante pontuar que os pesticidas geralmente exigem um processo de registro específico ao país e, portanto, é importante garantir que as substâncias alternativas listadas abaixo sejam registradas para uso antes de aplicá-las.

Um operador de controle de pestes profissional deve ser contratado para identificar a peste e aderir a um Método de 2 Etapas além das melhores práticas gerais aplicáveis à pesticidas, conforme referido no Capítulo 2. Vários pesticidas e métodos de tratamento alternativos vêm sendo relatados.

#### **Substâncias Alternativas:**

Os produtos são formulados como pós, grânulos, encharcamento líquido ou iscas (ingredientes ativos são dissolvidos em um veículo que as formigas comem ou bebem). Eles são aplicados ou em montes individuais ou na superfície do solo (difusamente). Os vários ingredientes ativos afetam as formigas de formas diferentes, com relação a rapidez com que as formigas serão afetadas e o tempo que o efeito vai durar (Substâncias Alternativas RIFA). Exemplos de alternativas a sulfluramida relatadas estão resumidos na Tabela 9.

**Tabela 9:** Exemplos relatados de alternativas à sulfluramida

| <b>Ingrediente Ativo</b>               | <b>CAS No.</b>           | <b>Ação Pesticida</b> | <b>Método de Aplicação</b>   | <b>Aprovado para uso (exemplos)</b> |
|--|--------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| Abamectina                             | 71751-41-2               | Ação Atrasada         | Iscas para certos usos agrícolas e na maioria das áreas urbanas                      | EUA                                 |
| Acefato                                | 30560-19-1               | Inseticida de Contato | Tratamento individual ou difuso em forma de aerossol, líquido, grânulos ou pó        | EUA                                 |
| Alfa-Cipermetrina                      | 67375-30-8               | Não há informações    | Não há informações   | Austrália, Nova Zelândia, EUA       |
| Bifentrina (Piretóide) <sup>1</sup>    | 82657-04-3               | Inseticida de Contato | Grânulos difusos   | Austrália, EUA                      |
| Carbaril                               | 63-25-2                  | Inseticida de Contato | For pasture mound drench or as broadcast granules                                    | EUA                                 |
| Clorpirifós                            | 2921-88-2                | Inseticida de Contato | Sendo descontinuado nos EUA; não está mais disponível para uso                       | EUA                                 |
| Ciflutrina (Piretóide) <sup>1</sup>    | 68359-37-5               | Inseticida de Contato | Grânulos difusos   | EUA                                 |
| Cipermetrina (Piretóide) <sup>1</sup>  | 52315-07-8               | Inseticida de Contato | Grânulos difusos   | EUA                                 |
| Deltamentrina (Piretóide) <sup>1</sup> | 52918-63-5               | Inseticida de Contato | Grânulos difusos   | EUA                                 |
| D-Limoneno (óleo cítrico)              | 5989-27-5                | Inseticida de Contato | Encharcamento de montes – todas as áreas ou como grânulos difusos                    | EUA                                 |
| Fipronil                               | 120068-37-3              | Ação Atrasada         | Iscas para a maioria das áreas urbanas ou como grânulos difusos                      | Austrália, China, EUA               |
| Hidrametilnona                         | 67485-29-4               | Ação Atrasada         | Iscas para terras urbanas e agrícolas  | Austrália, EUA                      |
| Indoxacarbe                            | 144-171-61-9             | Ação Atrasada         | Iscas para áreas urbanas e terras que não produzam comida                            | Austrália, EUA                      |
| Imidacloprida                          | 138261-41-3, 105827-78-9 | Inseticida de Contato | Usada em combinação com Bifentrina ou Ciflutrina                                     | China, EUA                          |
| Metaflumizona                          | 139968-49-3              | Ação Atrasada         | Iscas para certos pomares, a maioria das áreas urbanas e áreas de criação de animais | EUA                                 |
| Metopreno                              | 40596-69-8               | Ação Atrasada         | Baits for broad use  | EUA                                 |
| Permetrina (Piretóide) <sup>1</sup>    | 52645-53-1               | Inseticida de Contato | Grânulos difusos   | EUA                                 |

<sup>1</sup> Para questões relacionadas à resistência a piretóides, ver “Precaução” na página 46

|   |                             |                       |   |                               |
|---|-----------------------------|-----------------------|---|-------------------------------|
| Piretrina (produto natural)                   | 8003-34-7                   | Inseticida de Contato | Grânulos difusos  | EUA                           |
| Piretrina + Terra diatomácea                  | Ver acima                   | Inseticida de Contato | Aplicado como pó seco ou úmido  | EUA                           |
| Piretóides                                    | Ver acima                   | Inseticida de Contato | Isclas para matar forrageiras, mas pode não matar a colônia                             | EUA                           |
| Piriproxifeno                                 | 95737-68-1                  | Ação Atrasada         | Isclas para uso agrícola  | Austrália, Nova Zelândia, EUA |
| Espinosade (produzido por micróbios da terra) | 168316-95-8;<br>131929-60-7 | Ação Atrasada         | Isclas para certos pomares, a maioria das áreas urbanas ou como encharcamento de montes | USA                           |

Os pesticidas de “ação atrasada” são eficientes após um período de tempo que varia entre alguns dias até 6 meses. As iscas podem ser 80 a 90% eficientes no controle de RIFA pois as formigas forrageiras carregam o veneno para a colônia. Grânulos contendo inseticidas de contato podem ser menos eficientes pois eles só controlam as formigas forrageiras, mas não a colônia. A pulverização de formigas ou montes individuais pode ser menos eficiente já que esse método não controla a colônia, mas pode fazer com que a colônia se disperse.

Algumas das químicas alternativas foram parte da avaliação de alternativas ao endossulfão (UNEP/POPS/POPRC.8/INF/12). As conclusões desse documento devem ser consideradas na seleção de alternativas viáveis.

Uma lista de nomes de produtos disponíveis nos EUA para uso comercial e residencial juntamente com instruções básicas de uso podem ser encontradas na Texas A&M AgriLife Extension:

<http://fireant.tamu.edu/controlmethods/products/> and <http://articles.extension.org/pages/68606/the-latest-broadcast-on-fire-ant-control-products>.

### **Tecnologias Alternativas:**

Várias opções foram avaliadas por eficiência (Método de 2 Etapas):

- Inimigos naturais, como moscas parasitas decapitadoras da América do Sul foram bem-sucedidas nas áreas onde foram introduzidas, mas não estão disponíveis para o público geral.
- Agentes de controle biológico disponíveis no mercado, como nematódeos parasitas
- **Método de 2 Etapas**

Esse método inclui a difusão de uma isca inseticida sobre uma área infestada extensa, e tratamento individual, de montes problemáticos com encharcamento de montes aprovado, grânulo, isca, ou inseticida em pó.

#### **Etapa Um: Iscas**

- Usar uma isca nova, de preferência de um recipiente não aberto
- Evitar aplicação com luz do sol
- Aplicar quando o solo e a grama estiverem secos e não houver previsão de chuva para as próximas 24 a 48 horas
- Aplicar quando as formigas operárias estiverem ativas procurando comida, normalmente no fim da tarde ou a noite. Para testar, colocar uma pilha pequena de iscas próxima a um monte e verificar se as formigas a acharam dentro de 30 minutos
- As melhores temperaturas aplicadas estão entre 20°C e 32°C

#### **Etapa Dois: Tratamento Individual dos Montes**

Tratar os montes de formigas individualmente é mais trabalho intensivo e pode exigir mais inseticida que outros métodos, é uma abordagem viável para áreas pequenas com poucos montes de formigas do fogo (menos de 20 por acre) ou onde a preservação de formigas nativas é desejável. Os tratamentos são mais eficientes quando os formigueiros estão próximos da superfície do monte (como acontece quando a temperatura é branda). As colônias não devem ser perturbadas durante o tratamento.

Os montes individuais podem ser tratados de várias formas:

- Produtos em pó, não é necessária água e eles têm ação rápida. No entanto, eles deixam resíduos na superfície
- Encharcamentos líquidos geralmente eliminam montes em poucas horas e deixam poucos resíduos na superfície após aplicação
- Produtos granulares têm ação relativamente rápida e geralmente exigem a colocação dos grânulos no monte e em sua volta e o polvilhamento de 1 a 2 galões de água sobre o monte sem desestabiliza-lo



- Despejar 2 a 3 galões (cerca de 8 a 12 litros) de água quente ou fervente no monte mata as formigas 60% das vezes.

### Melhores Práticas Ambientais:

Contratar um operador de controle de pragas licenciado é altamente recomendado já que esses profissionais têm acesso aos produtos de gerenciamento mais eficientes bem como possuem experiência no controle da praga. Eles também são treinados para aderir à melhores práticas.

As instruções nos rótulos devem ser seguidas para uso adequado do pesticida.

**Desenvolvimento de um Plano de Gerenciamento. Controle Químico** dura apenas enquanto durarem os efeitos do inseticida usado, ou até novas colônias se transferirem de áreas não tratadas (Método de 2 Etapas). A infestação de formigas voltará ao seu nível original em algum momento. Portanto, manter RIFAs controladas requer um comprometimento de tempo e dinheiro. Para reduzir o custo e tornar o controle mais fácil, considere fazer um mapa da propriedade. Divida a propriedade em áreas de tratamento e designe a abordagem de tratamento mais adequada para cada área. Faça e atualize um calendário para primeiro tratamento e qualquer re-tratamento necessário.

Como o controle dura mais tempo quando áreas grandes são tratadas, considere participar de um programa de tratamento comunitário. Foi comprovada a melhora no controle e diminuição de custo desses programas. Se todos participarem fazendo tratamentos coordenados, as colônias não conseguirão migrar de propriedade.

### Cupins

As pragas de cupins e seu gerenciamento variam de acordo com o continente (UNEP 2000). Antes de seguir com qualquer estratégia de gerenciamento é necessário determinar qual é a praga (subterrânea, arbórea, de madeira seca ou úmida).

Para novas construções e durante reparos é recomendado preparar a área de construção adequadamente, ter um design adequado de construção, e usar materiais resistentes a cupins. Caso seja necessário o uso de pesticidas, substâncias alternativas à sulfluramida devem ser usadas para controlar os cupins com eficiência. É importante ressaltar que os pesticidas geralmente precisam passar por um processo de registro específico do país e, portanto, é importante garantir que as substâncias alternativas listadas abaixo estejam registradas para uso antes de aplica-las.

Um operador de controle de pragas profissional deve ser contratado para identificar a praga e aderir a um Método de 2 Etapas além das melhores práticas gerais aplicáveis à pesticidas, conforme referido no Capítulo 2.

Design adequado da construção e práticas de construção, instalação de sistemas de gerenciamento de cupins durante a construção e inspeções regulares podem reduzir consideravelmente o risco de danos às estruturas.

### Substâncias Alternativas (UNEP 2000):

- Termiticidas para aplicações tópicas, no solo, e subsuperfície
- Sistemas de iscas

**Table 10:** Exemplos relatados de alternativas à sulfluramida

| Ingrediente Ativo                   | CAS No.    | Ação Pesticida        | Método de Aplicação   |
|-------------------------------------|------------|-----------------------|---|
| Bifentrina (Piretóide) <sup>1</sup> | 82657-04-3 | Inseticida de Contato | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |

|  |                          |                       |   |
|--|--------------------------|-----------------------|---|
| Clorpirifós                            | 2921-88-2                | Inseticida de Contato | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |
| Ciflutrina (Piretóide) <sup>1</sup>    | 68359-37-5               | Inseticida de Contato | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |
| Cipermetrina (Piretóide) <sup>1</sup>  | 52315-07-8               | Inseticida de Contato | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |
| Deltamentrina (Piretóide) <sup>1</sup> | 52918-63-5               | Inseticida de Contato | Aplicado como matriz do alimento  |
| Fenitrotiona                           | 122-14-5                 | Inseticida de Contato | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |
| Fenvalerato                            | 51630-58-1               | Inseticida de Contato | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |
| Fipronil                               | 120068-37-3              | Ação Atrasada         | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |
| Hidrametilnona                         | 67485-29-4               | Ação Atrasada         | Aplicado como matriz do alimento  |
| Imidacloprida                          | 138261-41-3, 105827-78-9 | Inseticida de Contato | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |
| Permetrina (Piretóide) <sup>1</sup>    | 52645-53-1               | Inseticida de Contato | Químico aplicado ao solo ou espuma. Efeitos letais não são passados entre os membros da colônia |

<sup>1</sup> Para questões relacionadas à resistência a piretóides, ver “Precaução” na página 46

- Fumigação de espaço
  - Fluoreto de sulfúrio (CAS No. 2699-79-8)
  - CO<sub>2</sub> (CAS No. 124-38-9)
- Controle biológico
  - Esporos de fungos, micélio
  - Nematódeos, estágio infeccioso

#### **Tecnologias Alternativas (UNEP 2000):**

Cupins subterrâneos, arbóreos e de madeira seca podem ser gerenciados por

- Design de construção e preparação da área adequados
- Construção resistente a cupins e uso de produtos de madeira tratada
- Barreiras Físicas
- Controle Térmico

#### **Melhores Práticas Ambientais:**

Contratar um operador de controle de pragas licenciado é altamente recomendado já que esses profissionais têm acesso aos produtos de gerenciamento mais eficientes bem como possuem experiência no controle da praga. Eles também são treinados para aderir às melhores práticas.

As instruções nos rótulos devem ser seguidas para uso adequado do pesticida.

## **4.6 Produção de combustíveis quimicamente conduzida**

### **4.6.1 Histórico**

O PFOS e suas substâncias relacionadas podem ser usadas com surfactantes na indústria de combustíveis para aumentar a recuperação de óleos e combustíveis em poços, ou como inibidores de evaporação para gasolina (carburetores e solventes de hidrocarboneto). Até 2009 e 2012, existem registros de uso de PFOS e substâncias relacionadas como surfactantes em campos petrolíferos antigos

em algumas regiões, para recuperação de combustíveis presos em pequenos poros entre partículas de pedra (UNEP/POPS/COP.7/INF/26). Obter informações detalhadas sobre esse uso se provou uma tarefa desafiadora.

#### 4.6.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Compostos não relacionados ao PFOS devem ser usados para essa aplicação.

##### **Substâncias Alternativas:**

As alternativas ao PFOS identificadas em dois relatórios publicados são:

- Substâncias baseadas em PFBS, como o Estimulante de Poço Petrolífero 3 M WS 1200 (ver SDS at:[http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSuUn\\_zu8l00xmxtG58mvlv70k17zHvu9lxtD7SSSSSS--](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSuUn_zu8l00xmxtG58mvlv70k17zHvu9lxtD7SSSSSS--)).
- Surfactantes fluorados baseados em fluoro-telômero de cadeia curta ou polímeros

##### **Tecnologias Alternativas:**

A produção de combustíveis foi supostamente realizada sem o uso de PFOS e suas substâncias relacionadas em outros países, incluindo países em desenvolvimento, o que indica, portanto, a existência de processos alternativos que não exigem PFOS (UNEP/POPS/COP.7/INF/26).

**Melhores Práticas Ambientais:** Não há informações

### **4.7 Exceção expirada- Carpetes**

#### 4.7.1 Histórico

Polímeros fluorados podem ser aplicados durante a fabricação de carpetes residenciais e comerciais feitos tanto de fibras naturais quanto sintéticas para fornecer proteção contra manchas e sujeiras. Existem três cenários para a aplicação química: a) aplicação em moinhos de carpetes ou tapetes durante o processo de fabricação via aplicação de espuma ou spray ou via banho de tintura (DEFRA 2004); b) aplicação ao carpete após o processo de fabricação em uma instalação separada de finalização; c) reaplicação por profissionais ou consumidores no estágio pós fabricação (e.g. em escritórios ou residências) (USEPA 2012).

#### 4.7.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Substâncias com base em acrilato, metacrilato, polímeros adipatos e uretanos de N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica (EtFOSE) não podem mais ser usados para essa aplicação. Substâncias fluoradas alternativas como polímeros fluorados de cadeia lateral baseados em químicos fluorados de cadeia curta com características conhecidas e menos perigosas e que não contenham, transformem-se em ou emitam PFOS devem ser feito quando a resistência prolongada a sujeira e manchas é desejada.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos seguida de incineração de resíduos operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o polímero fluorado.

Finalizadores fluorados são a única tecnologia conhecida que oferece resistência prolongada contra manchas e sujeira. Historicamente, polímeros com base em acrilato, metacrilato, polímeros adipatos e uretanos de N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica (EtFOSE) contribuíam em até 15% do peso da fibra. Essas dispersões de polímero usadas para tratar carpetes continham PFOS como impureza a níveis de até 2 wt%. Além disso polímeros baseados em fluorotelômeros de cadeia longa também eram usados. Os principais fabricantes, juntamente com reguladores globais, concordaram em descontinuar a fabricação de produtos fluorados de “cadeia longa” até o final de 2015 e mudar para produtos fluorados

de “cadeia curta” (“Programa de administração de PFOA (<https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/and-polyfluoroalkyl-substances-pfass-under-tsca#tab-3>)). Essas alternativas poliméricas de cadeia curta têm entrado no espaço comercial durante os últimos anos e passaram por um rigor regulatório bem maior que seus antecessores de “cadeia longa”, por exemplo, nos EUA (ver exemplo em <http://epa.gov/oppt/pfoa/pubs/altnewchems.html>). Nos EUA, o maior produtor de carpetes do mundo, a transição para produtos poliméricos de cadeia curta ocorreu em 2007 (OECD 2015).

#### **Substâncias Alternativas:**

1. Produtos com base em PFBS: Scotchgard™ from 3M
2. Produtos poliméricos baseados em fluorotelômeros de cadeia curta, como:
  - Hexafor da Maflon <http://www.maflon.com/images/maflon.pdf>
  - Theteguard e Thetapel da ICT <http://www.ictchemicals.com/products/technical-platforms/fluorinated-specialty-polymers/>
  - Unidyne™ da Daikin [https://www.daikin.com/chm/pro/kasei/unidyne\\_multi/feature/](https://www.daikin.com/chm/pro/kasei/unidyne_multi/feature/)
  - E outros

**Substâncias alternativas que fornecem impermeabilidade:** Não estão disponíveis os nomes de fornecedores, nomes comerciais ou maiores detalhes:

1. Repelentes baseados em cera consistindo de formulações de sal metal-parafínico
2. Poliuretanos hidrofóbicos modificados (poliuretanos hidrofóbicos hiperramificados modificados chamados de dendrímeros)
3. Produtos com base em polisiloxano
4. Repelentes com base em resina consistindo de resinas de melamina graxa

#### **Tecnologia Alternativa para carpete residencial com proteção a manchas:**

Fibras de poliéster inerentemente resistentes a manchas (mas não resistentes a sujeira) para carpetes são oferecidas como tecnologia alternativa para proteção anti manchas e anti sujeira para uso residencial.

#### **Melhores Práticas Ambientais:**

Além das melhores práticas gerais no manejo de químicos (ver Capítulo 2), esses passos adicionais devem ser considerados em operações comerciais que tratam carpete com substâncias resistentes a sujeira e a manchas [Para maiores detalhes sobre BAT e BEP para essas aplicações ver IPPC (2003), Instituto Australiano de Carpetes (2014) e FluoroCouncil (2014)]:

- Uso de substâncias com características conhecidas e menos perigosas e que não contenham, transformem-se em ou emitam PFOS deve ser feito quando a resistência prolongada a sujeira e manchas é desejada.
- Uso de substâncias contendo polímero de alta pureza, para evitar o manejo de impurezas não reagidas ou outras impurezas nos resíduos.
- Usar o produto apenas quando necessário para obter os resultados desejados
- Calcular receitas para efeito desejado para evitar excedente de químicos e auxiliares aplicados.
- Usar agentes e extensores de ligação cruzada que ajudem a formação de filme com a habilidade de melhorar a auto-organização do polímero fluorado.
- Se certificar de que o carpete para aplicação esteja livre de substâncias que possam atrapalhar a auto-organização do fluorocarbono, como detergentes ou agentes de rehidratação.
- Checar as receitas regularmente para identificar e evitar volumes químicos desnecessários.

- Checar a qualidade da água (e.g. pH, rigidez da água, sólidos suspensos) para evitar perde em performance DWR.
- Minimizar licores residuais calculando a quantidade exata de licor que deve ser preparada.
- Otimizar sequências de processo na produção para minimizar resíduos entre execuções.
- A reutilização de licores de processo deve ser feita com muito cuidado para evitar problemas de qualidade que podem levar a produção de produtos fora do padrão de qualidade. O fornecedor de material pode ser consultado para testar se o reuso é possível.
- Descartar os químicos de forma adequada
  - O escoamento de águas residuais nunca é um sistema de descarte adequado para químicos como o licor residual da banheira
  - Coletar licores contendo substâncias fluoradas para tratamento separado, incluindo banheira de enxágue da limpeza do sistema de aplicação. Consultar SDS Seção 13 para orientação.
  - Minimizar águas residuais ao minimizar transições e coletar todas as águas de lavagem/enxágue antes e depois de cada processo
- Manter todos os equipamentos em excelentes condições e conduzir auditorias periódicas das operações.
- Otimizar condições de secagem no quadro de escovação

**Oportunidades BAT adicionais para a minimização de resíduos e emissões ao ambiente:**

- Sistemas automatizados de dosagem com sistemas de autoaprendizagem integrados para minimizar resíduos através de:
  - Computação de consume exato de licor
  - Misturar apenas o que será usado no processo previsto
  - Técnicas de adicionais baixos para minimizar o consumo químico
- Quando possível, usar encanamento direto na banheira para cada um dos químicos a serem usados para que os químicos não sejam pré-misturados antes de serem introduzidos no aplicador ou máquina, e para que não haja necessidade de limpar os recipientes, bombas e canos antes do próximo passo.
- Checar os fluxos de entrada e saída dos processos individuais. Determinar a massa dos fluxos de entrada e saída tanto para a instalação como um todo quanto para cada processo de produção individual. Implementar uma checagem de entrada que considere matérias primas, químicos, corantes e materiais auxiliares, etc.
- Empregar equipamentos otimizados de medição e controle, por exemplo, de temperatura, adição química, tempo de retenção, umidade (em secadores).
- Quando possível, considerar uma combinação de condensação e escovação seguida de precipitação eletrostática (ESP) ou o uso de combustão térmica com recuperação de energia no quadro de secagem/stenters utilizados no processamento do tecido.
- Quando possível, considerar tratamento em esfregões úmidos, absorventes, separação via condensação a baixas temperaturas ou combustão para reduzir a emissão de compostos orgânicos voláteis do processo de enquadramento/stenter.
- Quando possível, considerar o tratamento de ar de exaustão para processos de emissão relevante.
- Coletar todos os resíduos e incinera-los a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas.

## 4.8 Exceção expirada- Couro e vestuário

### 4.8.1 Histórico

Polímeros fluorados podem ser aplicados no curtume durante o processo de fabricação de couro, no processo de finalização como tratamento de superfície ou em casa pelo consumidor para fornecer proteção contra água, manchas, e sujeira para substratos de couro como sapatos, vestuário e revestimentos. No passado, dispersões aquosas de polímeros aniônicos relacionados a PFOS foram utilizadas em curtumes e produtos de consumo como produtos para cuidado de sapatos. Polímeros relacionados a PFOS de base solvente foram utilizados no processo de finalização de couro bem como em sprays de aerossol para cuidado de sapatos sob a marca Scotchgard®. Esse tipo de química foi substituído ou por polímeros com base em PFBS ou por polímeros com base em fluotelômeros de cadeia curta.

### 4.8.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Substâncias com base em acrilato, metacrilato, polímeros adipatos e uretanos de N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica (EtFOSE) não podem mais ser usados para essa aplicação. Substâncias fluoradas alternativas como polímeros fluorados de cadeia lateral baseados em químicos fluorados de cadeia curta com características conhecidas e menos perigosas e que não contenham, transformem-se em ou emitam PFOS devem ser usados quando a resistência prolongada a sujeira e machas é desejada.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos seguida de incineração de resíduos operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o polímero fluorado.

#### Substâncias Alternativas:

Produtos fluorados poliméricos com base em cadeia curta foram aprovados para fabricação, venda e uso e demonstraram entregar a performance desejada em aplicações no couro. Exemplos desses produtos são:

1. Produtos com base em PFBS: Por exemplo, PM-4800, Scotchgard™ de 3M comercializado por TFL  
[http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSuUn\\_zu8I00x48mGoYt1ov70k17zHvu9lxtD7SSSSS--](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSuUn_zu8I00x48mGoYt1ov70k17zHvu9lxtD7SSSSS--)
2. Produtos de polímeros com base em fluotelômeros de cadeia curta. Por exemplo:
  - Capstone® da Chemours [https://www.chemours.com/Capstone/en\\_US/](https://www.chemours.com/Capstone/en_US/)
  - Hexafor da Maflon <http://www.maflon.com/images/maflon.pdf>
  - Ruco-Coat® do Rudolf Group <http://www.rudolf-duraner.com.tr/en/products/co-producer-b2b/10-water-oil-and-soil-repellent-agents/12-c6-based-fluorocarbon-polymers.html>
  - Thetaguard e Thetapel da ICT <http://www.ictchemicals.com/products/technical-platforms/fluorinated-specialty-polymers/>
  - Unidyne™ da Daikin  
[https://www.daikin.com/chm/pro/kasei/unidyne\\_multi/feature/](https://www.daikin.com/chm/pro/kasei/unidyne_multi/feature/)

#### Agentes impermeáveis (Impermeabilidade):

Essas opções não fornecem proteção contra óleo, sujeira ou manchas.

- Repelentes baseados em cera consistindo de formulações de sal metal-parafínico

- Poliuretanos hidrofóbicos modificados (poliuretanos hidrofóbicos hiperramificados modificados chamados de dendrímeros)
- Produtos com base em polisiloxano
- Repelentes com base em resina consistindo de resinas de melamina graxa

Não há maiores informações disponíveis sobre fornecedores, nomes comerciais ou natureza química.

**Tecnologias Alternativas:**

Não há informações

**Melhores Práticas Ambientais:**

Além das melhores práticas gerais no manejo de químicos (ver Capítulo 2), e adoção das melhores práticas específicas para a indústria (IPPC 2013), esses passos adicionais devem ser considerados em operações comerciais no acabamento de couro:

**Processo de finalização**

- Os produtos são tipicamente dispersões aquosas de polímeros fluorados que estão sendo aplicados durante o processo de engorduramento do couro (mas podem existir outros pontos de aplicação durante o processamento úmido) ou formulações aquosas ou com base em solventes de polímeros fluorados sendo aplicados no processo de revestimento industrial por spray.
- O uso de repelentes de água e óleo e auxiliares com características conhecidas e menos perigosas que não contenham, se transformem em, ou emitam PFOS e substâncias relacionadas.
- Uso de repelentes de água ou óleo contendo polímeros de alta pureza, para evitar o manejo de impurezas não reagidas ou outras impurezas nos resíduos.
- Otimizar as condições do processo para atingir taxas altas de escape para minimizar a contaminação de águas residuais.
- Quando possível, usar encanamento direto na banheira para cada um dos químicos a serem usados para que os químicos não sejam pré-misturados antes de serem introduzidos no aplicador ou máquina, e para que não haja necessidade de limpar os recipientes, bombas e canos antes do próximo passo.
- Checar os fluxos de entrada e saída dos processos individuais. Determinar a massa dos fluxos de entrada e saída tanto para a instalação como um todo quanto para cada processo de produção individual. Implementar uma checagem de entrada que considere matérias primas, químicos, corantes e materiais auxiliares, etc.
- Empregar equipamentos otimizados de medição e controle, por exemplo, de temperatura, adição química, tempo de retenção, umidade (em secadores).
- Descartar os químicos de forma adequada
  - O escoamento de águas residuais nunca é um sistema de descarte adequado para químicos como o licor gorduroso residual da banheira
  - Coleta de todos os resíduos seguida de incineração a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente os polímeros fluorados

Para um documento de referência bem detalhado sobre Melhores Práticas Ambientais para o curtimento de peles, ver IPPC (2013).

**Uso de Consumidores**

Formulações usadas por consumidores são produtos de cuidado com o couro em forma de cremes, loções ou sprays. As aplicações de spray são normalmente via aerossol (e.g., oferecidas sob a marca Scotchgard® e marcas de outras companhias).

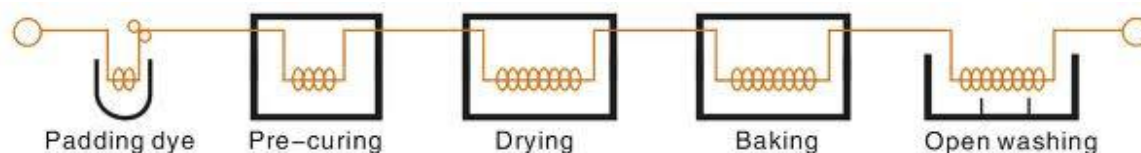
## 4.9 Exceção expirada - Têxteis e estofamento

### 4.9.1 Histórico

Polímeros fluorados de cadeia lateral (Buck et al 2011, OECD 2013) são usados pela indústria têxtil para a finalização de tecidos em uma variedade de usos: Os mais conhecidos dos consumidores são os finalizadores chamados DWR para roupas de couro, guarda chuvas, bolsas, velas de barco, tendas, guarda-sóis, revestimentos, calçados entre outros para repelir água, óleo e sujeira (manchas) sem danificar a respirabilidade (permeabilidade do ar e vapor de água) do tecido. No setor comercial/industrial tecidos finalizados com essa tecnologia salvam vidas pois vestimentas cirúrgicas e outros tecidos usados nas salas de cirurgia repelem sangue, soluções de água/álcool e fluidos corporais para prevenir transferência de doenças. Uniformes de trabalhadores que manejam químicos bem como uniformes de bombeiros já foram finalizados com essa tecnologia para proteger as pessoas de químicos agressivos, combustíveis ou água. Além disso, os coletes a prova de bala que protegem policiais e militares não forneceriam a proteção que salva vidas sem esses acabamentos.

Repelentes de polímero fluorado são normalmente aplicados em combinação com outros auxiliares finalizadores por um processo de “pad-dry-cure”, conforme é mostrado na Figura 5. Em muitos casos eles são aplicados com “extensores”, que podem ser outros repelentes (e.g., repelentes de resinas de melamina ou poliisocianatos). O uso desses “extensores” permite uma redução na quantidade de polímero fluorado necessária, com uma redução correspondente no custo desse tratamento.

**Figure 5:** Princípio geral do processo “pad-dry-cure” (IPPC 2003)



Nota: O “Baking” (cozimento) é por vezes chamado de “curing” (curagem) ou “fixation” (fixação).

### 4.9.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Substâncias com base em acrilato, metacrilato, polímeros adipatos e uretanos de N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica (EtFOSE) não podem mais ser usados para essa aplicação. Substâncias fluoradas alternativas como polímeros fluorados de cadeia lateral baseados em químicos fluorados de cadeia curta com características conhecidas e menos perigosas e que não contenham, transformem-se em ou emitam PFOS devem ser usados quando a resistência prolongada a sujeira e manchas é desejada.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos seguida de incineração de resíduos operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente o polímero fluorado.

Finalizadores fluorados são a única tecnologia conhecida que oferece resistência prolongada contra manchas e sujeira. Historicamente, polímeros com base em acrilato, metacrilato, polímeros adipatos e uretanos de N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica (EtFOSE) eram os principais derivados de PFOS usados para aplicações em superfície têxtil contribuindo 2-3% do peso da fibra (UNEP/POPS/COP.7/INF/26). Apesar de substâncias relacionadas ao PFOS serem usadas para tratar têxteis, o PFOS estava presente a níveis de até 2 wt% nos artigos. Além disso polímeros baseados em fluorotelômeros de cadeia longa também eram usados. Os principais fabricantes, juntamente com reguladores globais, concordaram em descontinuar a fabricação de produtos fluorados de “cadeia longa” até o final de 2015 e mudar para produtos fluorados de “cadeia curta” (“Programa de administração de PFOA”). Essas alternativas poliméricas de cadeia curta têm entrado no espaço



comercial durante os últimos anos e passam por um rigor regulatório bem maior que seus antecessores de “cadeia longa”, por exemplo, nos EUA (ver referências no capítulo 4.7).

Os polímeros fluorados de cadeia lateral são tipicamente dispersões poliméricas aquosas que são diluídas e aplicadas ao têxtil e então curadas na tecelagem ou finalizador de contrato industrial. Os polímeros são projetados para adsorver com eficiência, e, em alguns casos, se ligarem quimicamente a qualquer tipo de fibra têxtil. Os polímeros são projetados para continuarem eficientes após múltiplas lavagens/limpezas e durarem por toda a vida útil do artigo tratado.

### Substâncias Alternativas:

Produtos fluorados poliméricos com base em cadeia curta foram aprovados para fabricação, venda e uso e demonstraram entregar a performance desejada em aplicações em têxteis. Exemplos de repelentes de água fluorados duráveis e com prestígio no mercado são:

1. Produtos com base em PFBS:
  - Scotchgard™ de 3M [http://www.scotchgard.com/3M/en\\_US/scotchgard/built-in-protection/carpet/](http://www.scotchgard.com/3M/en_US/scotchgard/built-in-protection/carpet/)
2. Produtos de polímeros com base em fluotelômeros de cadeia curta:
  - Nuva® da Archroma <http://textiles.archroma.com/products-services/finishing/repellency-soil-release/>
  - Asahiguard® da Asahi Glass [http://www.agcce.com/brochurespdfs/sales/AsahiGuard\\_6\\_pager.pdf](http://www.agcce.com/brochurespdfs/sales/AsahiGuard_6_pager.pdf)
  - Capstone® da Chemours [https://www.chemours.com/Capstone/en\\_US/](https://www.chemours.com/Capstone/en_US/)
  - Unidyne® from Daikin [https://www.daikin.com/chm/pro/kasei/unidyne\\_multi/feature/](https://www.daikin.com/chm/pro/kasei/unidyne_multi/feature/)
  - Thetaguard e Thetapel da ICT <http://www.ictchemicals.com/products/technical-platforms/fluorinated-specialty-polymers/>
  - Hexafor da Maflon <http://www.maflon.com/images/maflon.pdf>
  - Produtos da Rudolf Chemie <http://www.rudolf-duraner.com.tr/en/products/co-producer-b2b/10-water-oil-and-soil-repellent-agents/12-c6-based-fluorocarbon-polymers.html>
  - E outros
3. Produtos com base em oxetano fluorado:
  - Omnova <https://www.omnova.com/en/products/chemicals/x-cape/2058>

Alternativas não fluoradas podem fornecer impermeabilidade durável (DWR, ou seja, propriedades hidrofóbicas) mas não fornecem proteção contra óleos e sujeira. Caso a repelência à óleos, machas ou sujeira seja necessária, polímeros fluorados são a tecnologia que irá fornecer repelência durável e eficiente à óleos e sujeiras. Para a maioria das aplicações, como roupas para o ar livre, tendas, toldos, etc., o efeito de impermeabilidade durável (DWR) pode ser a propriedade mais exigida pelos usuários. Para essas aplicações existem várias alternativas:

1. Repelentes baseados em cera consistindo de formulações de sal metal-parafínico
2. Poliuretanos hidrofóbicos modificados (poliuretanos hidrofóbicos hiperramificados modificados chamados de dendrímeros; Bionic Finish Eco® da Rudolf Chemie<sup>47</sup>)
3. Repelentes de silicone
4. Repelentes com base em resina consistindo de resinas de melamina graxa modificadas

Nos últimos anos novos produtos alternativos não-fluorados entraram no mercado. Esses produtos são fornecidos por companhias como Archroma, Chemours, C.H.T. Breitlich, HeiQ, Huntsman, Nano-Tex, OrganoClick, Schoeller, Tanatex e outras. Frequentemente, a natureza química desses produtos e os perigos associados não são revelados. Além disso, essas alternativas não foram avaliadas pela POPRC como parte da avaliação de alternativas.

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

**Melhores Práticas Ambientais:** (Para detalhes adicionais sobre BAT e BEP para essas aplicações ver IPPC (2003), e FluoroCouncil (2014)):

Nos últimos anos, toda a cadeia de valor tem estado ativa para desenvolver orientações sobre melhores práticas. Os exemplos incluem iniciativas voluntárias e ferramentas como o Higg Index desenvolvido pela Sustainable Apparel Coalition (<http://apparelcoalition.org/the-higg-index/>) e o Manual de Orientação sobre Sistemas de Gerenciamento Químico desenvolvido pela ZDHC (ZDHC 2015), para iniciativas lucrativas, como o sistema bluesign® e o SteP da Oeko-Tex®, iniciativas políticas como o Bündnis für nachhaltige Textilien (Bündnis für nachhaltige Textilien) bem como ferramentas de aprendizado (por exemplo, <http://www.cpi2.org/home/>) para melhora contínua em várias línguas.

As BAT e BEP para aplicações em têxteis e revestimentos repelentes à sujeira e água em processos de impregnação são:

- Uso de repelentes de água e óleo com características conhecidas e menos perigosas e que não contenham, transformem-se em ou emitam PFOS e substâncias relacionadas.
- Uso de repelentes de água e óleo contendo polímero de alta pureza verificado, para evitar o manejo de impurezas não reagidas ou outras impurezas nos resíduos.
- Usar o produto apenas quando necessário para obter os resultados desejados
- Calcular receitas para efeito desejado para evitar excedente de químicos e auxiliares aplicados.
- Usar agentes de ligação cruzada que ajudem a formação de filme com a aumentem a durabilidade da lavagem.
- Usar extensores com a habilidade de melhorar a auto-organização do polímero fluorado.
- Se certificar de que o tecido para aplicação esteja livre de substâncias que possam atrapalhar a auto-organização do fluorocarbono, como detergentes ou agentes de rehidratação.
- Checar as receitas regularmente para identificar e evitar volumes químicos desnecessários.
- Checar a qualidade da água (e.g. pH, rigidez da água, sólidos suspensos) para evitar perde em performance DWR.
- Minimizar licores residuais calculando a quantidade exata de licor que deve ser preparada.
- Otimizar sequências de processo na produção para minimizar resíduos entre execuções.
- A reutilização de licores de processo deve ser feita com muito cuidado para evitar problemas de qualidade que podem levar a produção de produtos fora do padrão de qualidade. O fornecedor de material pode ser consultado para testar se o reuso é possível.
- Descartar os químicos de forma adequada
  - O escoamento de águas residuais nunca é um sistema de descarte adequado para químicos como o licor residual da banheira
  - Minimizar águas residuais ao minimizar transições e coletar todas as águas de lavagem/enxágue antes e depois de cada processo
  - Coletar licores contendo substâncias fluoradas para tratamento separado, incluindo a banheira de enxágue da limpeza do sistema de aplicação
  - Coleta de todos os resíduos seguida de incineração a temperaturas altas o suficiente para a mineralização térmica dos polímeros fluorados

- Manter todos os equipamentos em excelentes condições e conduzir auditorias periódicas das operações.
- Otimizar condições de secagem no quadro de escovação

**Oportunidades BAT adicionais para a minimização de resíduos e emissões ao ambiente:**

- Utilização de deslocadores no dispositivo de remagem (Foulard) reduz o volume de licor exigido
- Sistemas automatizados de dosagem com sistemas de autoaprendizagem integrados para minimizar resíduos através de:
  - Computação de consume exato de licor
  - Misturar apenas o que será usado no processo previsto
  - Técnicas de adicionais baixos para minimizar o consumo químico
- Quando possível, usar encanamento direto na banheira para cada um dos químicos a serem usados para que os químicos não sejam pré-misturados antes de serem introduzidos no aplicador ou máquina, e para que não haja necessidade de limpar os recipientes, bombas e canos antes do próximo passo.
- Checar os fluxos de entrada e saída dos processos individuais. Determinar a massa dos fluxos de entrada e saída tanto para a instalação como um todo quanto para cada processo de produção individual. Implementar uma checagem de entrada que considere matérias primas, químicos, corantes e materiais auxiliares, etc.
- Empregar equipamentos otimizados de medição e controle, por exemplo, de temperatura, adição química, tempo de retenção, umidade (em secadores).
- Quando possível, considerar uma combinação de condensação e escovação seguida de precipitação eletrostática (ESP) ou o uso de combustão térmica com recuperação de energia no quadro de secagem/stenters utilizados no processamento do tecido.
- Quando possível, considerar tratamento em esfregões úmidos, absorventes, separação via condensação a baixas temperaturas ou combustão para reduzir a emissão de compostos orgânicos voláteis do processo de enquadramento/stenter.
- Quando possível, considerar o tratamento de ar de exaustão para processos de emissão relevante.

## **4.10 Exceção expirada – Papéis e embalagens**

### **4.10.1 Histórico**

Compostos fluorados são utilizados para fornecer impermeabilidade e resistência a gordura para artigos de papel, papelão e polpa moldada para, por exemplo, manter embalagens esteticamente agradáveis, estender a validade de alimentos e proteger pessoas de queimaduras causadas por óleos e fluidos quentes além de proteger superfícies valiosas de manchas. Essas são aplicações de nicho e representam apenas uma pequena parte do mercado do papel (aproximadamente 8%). Os produtos especiais de papel podem entrar em contato com alimentos, como em caixas de pizza, embalagens de fast food, pratos, recipientes de comida, sacos de pipoca (de micro-ondas), e embalagens de comida de animais de estimação. Existem regulamentações específicas em muitos países para regular e aprovar produtos para uso em aplicações que entram em contato com alimentos. Além disso esses papéis especiais são usados em aplicações não-alimentícias, como caixas dobráveis, recipientes, papéis autocopiativos e papéis para proteção de pinturas.

Os repelentes de óleo e gordura podem ser aplicados em vários estágios do processo industrial da fabricação de papel, no estado de polpa, na chamada extremidade-úmida ou via prensa.

Substâncias relacionadas ao PFOS, como ésteres mono-, di ou trifosfatos de N-etil perfluorooctano sulfonamida etanoica (EtFOSE) (introduzidos nos anos 1960) ou polímeros de acrilato de N-metil

perfluorooctano sulfonamida etanoica foram as substâncias primeiramente usadas para fornecer repelência para produtos de papel. Cerca de 1wt% dos PFOS ficava como impureza no polímero (Kara et al. 2010). Os produtos da segunda geração incluíam fosfatos com base em tiol fluorotelômeros de cadeia longa e, logo em seguida, polímeros. Eles foram então seguidos pelos ácidos polifluoroalquifosfônicos (PAPs) nos anos 1970, que foram descontinuados por seus principais produtos e que causaram os EUA a fazer uma emenda à sua regulação de aditivos alimentícios (ver e.g. U.S. Fed. Reg. Vol. 81, No. 1, 4 de Janeiro, 2016 p. 5-8). Desde então os polímeros de acrilato com cadeiras laterais fluoradas derivados de sulfoamido álcoois e álcoois de cadeia longa com base em fluotelômeros passaram a ser usados com maior abrangência, mas atualmente sua fabricação foi interrompida. Os principais fabricantes, juntamente com reguladores globais, concordaram em descontinuar a fabricação de produtos fluorados de “cadeia longa” e mudar para produtos fluorados de “cadeia curta”. O mercado de papéis e embalagens parece ter passado a utilizar principalmente substâncias poliméricas. Essas alternativas poliméricas de cadeia curta têm entrado no espaço comercial durante os últimos anos e passam por um rigor regulatório bem maior que seus antecessores de “cadeia longa”, por exemplo, nos EUA (ver referências no capítulo anterior).

#### 4.10.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS

Substâncias relacionadas ao PFOS não podem ser mais usadas para essa aplicação. Substâncias não relacionadas ao PFOS e que não tenham base em fluorotelômeros de cadeia longa devem ser usadas.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessário minimizar a utilização de químicos e minimizar as emissões em águas residuais, além de aderir às considerações BEP gerais utilizadas nessa indústria incluindo a coleta de todos os resíduos seguida de incineração operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas.

Os produtos mais comumente usados atualmente são polímeros fluorados de cadeia lateral com base em matérias primas baseadas em fluorotelômeros de cadeia curta e fosfatos e polímeros com base em perfluoropoliéter (UNEP/POPS/POPRC.8/INF/17/Rev.1 e banco de dados USFDA). Esses produtos são usados a 0.1-1.0wt% (com base no peso do papel seco).

##### Substâncias Alternativas:

1. Polímeros com base em fluorotelômero de cadeia curta:
  - Cartaguard® KST da Archroma <http://paper.archroma.com/wp-content/uploads/2016/03/Cartaguard-KST.pdf>
  - Asahigard® da Asahi  
[http://www.agcce.com/brochurespdfs/sales/AsahiGuard\\_6\\_pager.pdf](http://www.agcce.com/brochurespdfs/sales/AsahiGuard_6_pager.pdf)
  - Capstone™ da Chemours [https://www.chemours.com/Capstone/en\\_US/](https://www.chemours.com/Capstone/en_US/)
  - Unidyne™ da Daikin  
[https://www.daikin.com/chm/pro/kasei/unidyne\\_multi/feature/](https://www.daikin.com/chm/pro/kasei/unidyne_multi/feature/)
  - Thetaproof da ICT <http://www.ictchemicals.com/products/technical-platforms/fluorinated-specialty-polymers/>
  - Ruco-guard® da Rudolf Chemie <http://www.rudolf-duraner.com.tr/en/products/co-producer-b2b/10-water-oil-and-soil-repellent-agents/12-c6-based-fluorocarbon-polymers.html>
  - ImPress® da Solenis <http://solenis.com/en/industries/packaging-paper-board/>

- Texfin C6-FCP da Texchem <http://www.texchem.co.uk/TexfinC6FCP.html>
2. Poliéteres fluorados:
- Solvera® da Solvay [http://www.solvay.cn/en/binaries/Solvera-PT-5045-PG\\_EN-231085.pdf](http://www.solvay.cn/en/binaries/Solvera-PT-5045-PG_EN-231085.pdf) and <http://www.solvay.com/en/markets-and-products/featured-products/solvera.html>
3. Alternativas não fluoradas não atingem as exigências rígidas de performance para resistência à óleo e gordura mas atingem impermeabilidade excelente.

#### **Tecnologias Alternativas:**

O produtor de papel norueguês Nordic Paper está utilizando processos mecânicos para produzir, sem o uso de químicos persistentes, papel extra denso que inibe o vazamento de gordura (UNEP/POPS/POPRC.9/INF/11/Rev. 1).

#### **Melhores Práticas Ambientais:**

Detalhes adicionais sobre BAT e BEP para essa aplicação podem ser encontrados em IPPC (2001, 2015).

### **4.11 Exceção expirada- Revestimentos e aditivos de revestimentos**

#### **4.11.1 Histórico**

No passado, polímeros fluorados contendo até 4% de resíduos fluorados eram vendidos como materiais de revestimento para e.g. placas de circuito impresso e componentes de unidades de disco rígido. Esse tipo de revestimento fornecia proteção contra corrosão, contaminação e sujeira bem como propriedades repelentes, resultando em uma maior eficiência de fabricação.

A indústria de revestimentos está rapidamente mudando para sistemas de base aquosa para reduzir compostos orgânicos voláteis (VOCs). Isso cria uma demanda maior nos revestimentos já que a água possui uma tensão de superfície maior do que solventes orgânicos de revestimento e, portanto, o humedecimento de substratos se torna um desafio. Com a utilização de surfactantes fluorados a tensão de superfície de revestimentos líquidos é mais baixa à uma concentração menor de surfactante do que quando se utiliza surfactantes de hidrocarboneto. Em muitas aplicações de revestimento, uma maior eficiência na assistência do humedecimento é importante para a aplicação bem-sucedida de um revestimento. Surfactantes fluorados fornecem controle excepcional de umidade, nivelamento e fluxo para sistemas de revestimento de base aquosa, de base solvente e de polímeros orgânicos com alto conteúdo sólido, quando adicionados em quantidades de 110 ppm–500 ppm. Essas propriedades resultam em:

- Melhor anti-crateras e melhor aparência de superfície
- Melhor fluxo e nivelamento
- Espumação reduzida
- Bloqueio diminuído
- Tempo de abertura estendido
- Maior força de ligação
- Repelência à óleo
- Maior resistência à sujeira

Indústrias típicas utilizando surfactantes fluorados para atingir essas propriedades incluem:

- Polimento de piso industrial e institucional
- Tintas e revestimentos arquitetônicos

- Vernizes
- Tintas de impressão
- Adesivos

Para discussões detalhadas sobre as propriedades importantes e tecnologia por trás de surfactantes fluorados, ver Kissa 1994, Taylor 1999, Buck, Murphy et al. 2011.

Um dos maiores consumidores de surfactantes fluorados PFOS e relacionados ao PFOS, era a indústria de polimento para pisos industriais e institucionais. O polimento de piso tem que umedecer um piso que pode ser feito com material de pouca energia de superfície ou que pode estar contaminado com material hidrofóbico. O umedecimento adequado de superfície exige um surfactante que garantirá que o polimento terá uma tensão de superfície baixa o suficiente para funcionar. Além disso, alto brilho é uma característica desejável no polimento de pisos. Surfactantes fluorados são excelentes na mitigação de gradientes de tensão de superfície que podem causar defeitos de revestimento e reduzir o brilho.

Além disso, a utilização e escolha de um surfactante fluorado em particular dependerá de o material fornecer a performance necessária ou benefícios que não podem ser atingidos com outros surfactantes. No passado, o PFOS foi usado nas aplicações descritas. A conversão de PFOS para surfactantes fluorados de cadeia curta vêm sendo bem-sucedida até hoje (OECD 2010).

#### 4.11.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para revestimentos

Substâncias relacionadas ao PFOS não podem ser mais usadas para essa aplicação. Polímeros fluorados não relacionados ao PFOS devem ser usados.

Para um resumo geral sobre melhores práticas ver Capítulo 2 e IPPC (2007).

##### **Substâncias Alternativas:**

Substâncias poliméricas com base em perfluorobutano sulfonato (PFBS) (como produtos Novec® de 3M; <http://multimedia.3m.com/mws/media/8422070/3m-novec-2704-electronic-grade-coating.pdf>)

**Tecnologias Alternativas:** Não há informações

**Melhores Práticas Ambientais:** Não há informações

#### 4.11.3 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS para aditivos de revestimentos

PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS não podem mais ser usadas para essa aplicação. Substâncias fluoradas não PFOS e não relacionadas ao PFOS com base em tecnologia de cadeia curta devem ser usadas.

Além das medidas BEP gerais delineadas no Capítulo 2, que devem ser seguidas, é necessária a coleta de todos os resíduos seguida de incineração de resíduos operando a temperaturas altas o suficiente para mineralizar termicamente as substâncias fluoradas.

##### **Substâncias Alternativas:**

1. Surfactantes com base em fluorotelômeros de cadeia curta:
  - a. Vários produtos da Chemguard <http://www.chemguard.com/specialty-chemicals/catalog/wetting-leveling-fluorosurfactants/>
  - b. Capstone® da Chemours [https://www.chemours.com/Capstone/en\\_US/](https://www.chemours.com/Capstone/en_US/)

- c. Flexiwet e Thetawet da ICT <http://www.ictchemicals.com/products/technical-platforms/fluorinated-surfactants/>
- d. Hexafor da Maflon <http://www.maflon.com/images/maflon.pdf>
- 2. Compostos com base em sulfonato perfluorobutano (PFBS) (e.g., produtos FC-4430, FC-4432 e FC-4434 da 3M; <http://multimedia.3m.com/mws/media/10283280/3m-fluortenside-de-2015.pdf>)
- 3. Poliéteres fluorados (e.g., Produtos PolyFox® da Omnova; <https://www.omnova.com/product-types/coating-resins-and-additives/for-floor-care>)
- 4. Compostos com base em dois carbonos fluorados (e.g., Tivida® FL da EMD Performance Materials; [http://www.emd-performance-materials.com/en/coatings/tivida/tivida\\_fl/tivida\\_fl\\_2300/tivida\\_fl\\_2300.html](http://www.emd-performance-materials.com/en/coatings/tivida/tivida_fl/tivida_fl_2300/tivida_fl_2300.html))
- 5. Sulfosuccinatos, por exemplo o sal de sódio de sulfossuccinato di-(2-etilhexil) dissolvido em etanol e água (para primers de madeira e tintas de impressão)
- 6. Polímeros de silicone, como siloxano polidimetil poliéter-modificado, misturado com sulfossuccinato di-(2-etilhexil) em etanol e água (Produtos WorléeAdd® da Worlée)
- 7. Naftalenos propilados e bifenilos propilados (agentes repelentes de água para sistemas de proteção contra ferrugem, tintas náuticas, resinas, tintas de impressão e revestimento em aplicações elétricas)
- 8. Telômeros de éter poliglicol de álcool graxo, por vezes misturados com um sulfossuccinato

**Tecnologias Alternativas:**

Não há informações

**Melhores Práticas Ambientais:**

Revestimentos são frequentemente aplicados em um contexto industrial, com exceção de vários revestimentos arquitetônicos em casas (IPPC 2007). Os revestimentos são permanentes e permanecem com o substrato por grandes períodos, na maioria das vezes até o fim da vida útil. Em contextos industriais e institucionais, o polimento de pisos é aplicado e removido conforme necessário para outra aplicação no cuidado de pisos e pode ser descartado diretamente em águas residuais. É recomendado seguir as instruções fornecidas na ficha de segurança do produto para descarte adequado de resíduos.

## **4.12 Exceção expirada- Borracha e plásticos**

### **4.12.1 Histórico**

Substâncias PFOS e relacionadas ao PFOS vêm sendo usadas como agentes de libertação do molde em aplicações de moldagem de borracha e plásticos.

### **4.12.2 BAT e BEP para PFOS e substâncias relacionadas ao PFOS**

Os documentos e referências disponíveis não fornecem uma imagem clara sobre os usos e aplicações exatas e as BEP adequadas para essa indústria. Por exemplo, um relatório lista - UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3/Rev.1 - "Derivados PFBS ou vários C4-perfluorocompostos ... como alternativas para PFOS em antiespumantes na moldagem de borracha, em eletro-revestimentos e como aditivos em plásticos". Outro relatório - UNEP/POPS/COP.7/INF/26 – afirma o seguinte: "Devido a boas propriedades surfactantes com características extremamente estáveis e não reativas, os perfluorocarbonos (PFCs), incluindo PFOS, são usados em agentes de libertação para a fabricação de produtos de plástico e borracha. Um agente de libertação é um químico, frequentemente fluido de cera, silicone ou fluorocarbono, usado na moldagem e engessamento, que ajuda na separação de um molde do material sendo moldado. Ele reduz imperfeições na superfície moldada; também é conhecido como um agente de separação, lubrificante de moldagem, lubrificante de libertação do molde e agente desmoldante. No entanto, PFCs foram apenas usados como aditivos de baixa concentração para um

agente de libertação, no qual cera, hidrocarbonetos e organossilicones seriam os ingredientes básicos. Não existem pesquisas sobre o uso de PFCs/PFOS nos setores industriais usando agentes de libertação contendo PFOS.”

Para um resumo geral de melhores práticas ver Capítulo 2.

For a general best practices overview see Chapter 2.

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| <b>Substâncias Alternativas:</b>     | Não há informações |
| <b>Tecnologias Alternativas:</b>     | Não há informações |
| <b>Melhores Práticas Ambientais:</b> | Não há informações |



## 5 Referências

2-Step Method. Details in alternative technology to combat

RIFA:<http://articles.extension.org/pages/14345/fire-ant-control:-the-two-step-method-and-other-approaches>

3M 2000. Company submission to the US EPA, Voluntary use and exposure information profile for perfluorooctanesulfonic acid and various salt forms. 27th April 2000.

Alternative Substances RIFA. Examples on information on alternative substances and their mode of action can be found: <http://articles.extension.org/pages/14345/fire-ant-control:-the-two-step-method-and-other-approaches>,

[https://www.aphis.usda.gov/plant\\_health/plant\\_pest\\_info/fireants/downloads/imported\\_fireant\\_ea\\_march2012.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/fireants/downloads/imported_fireant_ea_march2012.pdf), <http://agrilife.org/fireant/files/2014/02/2013-Fire-Ant-Bait-Misc-Control-Products-1-27-14.pdf>, <http://fireant.tamu.edu/controlmethods/contactinsecticides/>

Backe W. J., Day T. C., Field J. A., 2013. Zwitterionic, Cationic, and Anionic Fluorinated Chemicals in Aqueous Film Forming Foam Formulations and Groundwater from U.S. Military Bases by Nonaqueous Large-Volume Injection HPLC-MS/MS”, *Environ. Sci. Technol.*, 2013, 47 (10), pp 5226–5234

Blepp, M. et al. 2015. Use of PFOS in chromium plating – Characterisation of closed-loop systems, use of alternative substances. Projektnummer 55 567, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.

<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC11/POPRC11Followup/PFOInfoRequest/tabid/4814/Default.aspx>

Brazil submission in follow-up to POPRC-

11:<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC11/POPRC11Followup/CommentsPFOSalternatives/tabid/5139/Default.aspx>

Britto, J. S.; Forti, L. C.; Oliveira, M. A.; Zanetti, R.; Wilcken, C. F.; Zanuncio, J. C.; Loeck, A. E.; Caldato, N.; Nagamoto, N. S.; Lemes, P. G.; Camargo, R. S., 2016. Use of alternatives to PFOS, its salts and PFOSF for the control of leaf-cutting ants *Atta* and *Acromyrmex*, *International Journal of Research in Environmental Studies*. v.3, p.11-92.

[http://www.bluepenjournals.org/ijres/pdf/2016/May/de\\_Britto\\_et\\_al.pdf](http://www.bluepenjournals.org/ijres/pdf/2016/May/de_Britto_et_al.pdf)

Buck R.C., Murphy P.M., Pabon M. 2011. Chemistry, Properties and Uses of Commercial Fluorinated Surfactants. In *Handbook of Environmental Chemistry, Volume 17. Polyfluorinated Chemicals and Transformation Products*. Knepper, T. P. Lange, F. T. Eds. Springer 2011.

Buck, R. C. et al. 2011. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: Terminology, classification, and origins. *Integrated Environmental Assessment and Management* 7, 513-541.

<http://dx.doi.org/10.1002/ieam.258>

BündnisfürnachhaltigeTextilien:<https://www.textilbuendnis.com/de/>

CA EPA 2016: California Environmental Protection Agency, Air Resources Board, September 21, 2016: List of approved fume suppressants which have undergone testing to meet hexavalent chromium emission standards. <https://www.arb.ca.gov/toxics/chrome/cfs.htm> and

<https://www.arb.ca.gov/toxics/chrome/fumesuppresslistfinal9.21.16.pdf>

Carloni D. 2009. Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) Production and Use: Past and Current Evidence. Prepared for UNIDO. December 2009.

[http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/Environmental\\_Management/Stockholm\\_Convention/POPs/DC\\_Perfluorooctane%20Sulfonate%20Report.PDF](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/POPs/DC_Perfluorooctane%20Sulfonate%20Report.PDF)

Carpet Institute of Australia Limited. 2014. Code of Practice for Environmental Management. Accessed 14 December 2014.

<http://www.carpetinstitute.com.au/downloads/CodeofPracticeforEnvironmentalManagementVersion1.1.pdf>

Chromium Trioxide Authorization Consortium CTAC 2015. CTAC Consortium Press Release, February 4, 2015:

<http://www.jonesdayreach.com/SubstancesDocuments/CTAC%20Press%20Release%20Conclusion%20plus%20Annex%20+%20Cons%20Agt+amendm.PDF>

DEFRA 2004. Risk & Policy Analysts Limited (RPA) in association with BRE Environment.

Perfluorooctane Sulphonate: Risk reduction Strategy and Analysis of Advantages and Drawbacks, Final Report. April 2004., Project Title: J454/PFOS RRS;

<https://www.gov.uk/government/uploads/...data/.../pfos-riskstrategy.pdf>

ESWI (Consortium) 2011. Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs. 13 April

2011. ENV.G.4/FRA/2007/0066. [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP\\_Waste\\_2010.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP_Waste_2010.pdf)

Extension 2015. Fire Ant Control: The Two-Step Method and Other Approaches, July 2015

<http://articles.extension.org/pages/14345/fire-ant-control:-the-two-step-method-and-other-approaches>

Fachverband Galvanisierte Kunststoffe FKG Fachtagung Mai 2014. FGK zeigt den Stand der Chrom-VI Alternativen; <http://www.f-g-k.org/fachtagung-mai-2014.html>

Fire Fighting Foam Coalition (FFFC) 2016. Best Practice Guidance for Use of Class B Firefighting Foams. <http://www.ffc.org/images/bestpracticeguidance2.pdf>

Fowler, H. G., Forti, L. C., Pereira-da-Silva, V., Saes, N. B. 1986. Economics of Grass-Cutting Ants. In Fire Ants and Leaf Cutting Ants: Biology and Management; Lofgren, C., Vander Meer, R., Eds.; Westview Press: Boulder, CO, 1986; p 22

FluoroCouncil. 2014. Guidance for Best Environmental Practices (BEP) for the Global Apparel Industry Including Focus on Fluorinated Repellent Products. May 2014. <http://fluorocouncil.com/PDFs/Guidance-for-Best-Environmental-Practices-BEP-for-the-Global-Apparel-Industry.pdf>

GESTIS Database. The GESTIS Substance Database contains information for the safe handling of hazardous substances and other chemical substances at work, e.g. health effects, necessary protective measures and such in case of danger (incl. First Aid). Furthermore the user is offered information upon important physical and chemical properties as well as special regulations e.g. GHS classification and labelling according to CLP regulation (pictograms, H phrases, P phrases). The available information relates to about 9,400 substances. Data are updated immediately after publication of new official regulations or after the issue of new scientific results.

<http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-Stoffdatenbank/index-2.jsp>

Gilljam, J.L., Leonel, J., Cousins, I.T., Benskin, J.P. 2016. Additions and Correction to Is Ongoing Sulfluramid Use in South America a Significant Source of Perfluorooctanesulfonate (PFOS). Production Inventories, Environmental Fate, and Local Occurrence. Environ. Sci. Technol. 2016, 50 (2), 653–659; <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b04544>

(GTZ) Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit 2008. Chemical Management Guide for Small and Medium Sized Enterprises Improve Chemical Management to Gain Cost Savings, Reduce Hazards and Improve Safety. August 2008. [http://www.mtpinnacle.com/pdfs/Guide\\_E\\_300708.pdf](http://www.mtpinnacle.com/pdfs/Guide_E_300708.pdf)

Hauser H. 2011. Prozessintegriertes Recycling am Praxisbeispiel des dekorativen Verchromens Galvanotechnik Vol.1 Leuze Verlag.

International Finance Corporation (IFC). 2007a. Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines. April 2007. <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/554e8d80488658e4b76af76a6515bb18/Final%2B-%2BGeneral%2BEHS%2BGuidelines.pdf?MOD=AJPERES>

IFC 2007b. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Semiconductors & Other Electronics Manufacturing. April 2007. <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/bc321500488558d4817cd36a6515bb18/Final%2B-%2BSemiconductors%2Band%2BOther%2BElectronic%2BMnfg.pdf?MOD=AJPERES&id=1323152500561>

I&P Europe. Comments submitted by the European Imaging and Printing Association to Annex XV Proposal for a Restriction. <https://echa.europa.eu/previous-consultations-on-restriction-proposals/-/substance-rev/1908/term>

IPPC 2001. Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. European Commission. [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/ppm\\_bref\\_1201.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/ppm_bref_1201.pdf)

IPPC 2003. Reference Document on Best Available Techniques for the Textile Industry. European Commission. [http://eippcb.jrc.es/reference/BREF/txt\\_bref\\_0703.pdf](http://eippcb.jrc.es/reference/BREF/txt_bref_0703.pdf)

IPPC 2006. Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics. European Commission. [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/stm\\_bref\\_0806.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/stm_bref_0806.pdf)

IPPC 2007. Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents. European Commission. [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/sts\\_bref\\_0807.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/sts_bref_0807.pdf)

IPPC 2013. Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins. European Commission. [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/TAN\\_Published\\_def.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/TAN_Published_def.pdf)

IPPC 2015 Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. European Commission. [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/PP\\_revised\\_BREF\\_2015.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/PP_revised_BREF_2015.pdf)

Japan, 2007 Annex F submission: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC2/AnnexInformationYear2007/tabid/466/Default.aspx>

Japan Electronics and Information Technology Industries Association Semiconductor Board <http://www.jeita.or.jp/english/>

W. Jiang et al. 2015. Perfluoroalkyl acids (PFAAs) with isomer analysis in the commercial PFOS and PFOA products in China. Chemosphere 127 (2015) 180-187

Kara H, Chapman A, Sengstschmid H, Posner S. 2010. A Study to Facilitate the Implementation of the Waste Related Provisions of Regulation (EC) No 850/2004 on Persistent Organic Pollutants. Oakdene Hollins Ltd on behalf of the UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)

Kissa E. 1994. Fluorinated Surfactants: Synthesis-Properties-Applications. Surfactant Science Series 50: 469.

METI 2013. Ministry of the Environment of Japan, 2013. Summary of the Guideline on the Treatment of Wastes Containing Perfluorooctane Sulfonic Acid (PFOS), and its Salts in Japan. <http://www.env.go.jp/en/focus/docs/files/201304-89.pdf>

Michiels E. 2010. The use of PFOA in critical photographic applications May 4, 2010 [http://europa.eu/geninfo/query/resultaction.jsp?query\\_source=GROWTH&QueryText=PFOA&op=Search&swlang=en&form\\_build\\_id=form-a6s27Y3J7UDHnoQd4L0L6\\_0958oWP9cl4cPNOrsr8So&form\\_id=nexteuropa\\_europa\\_search\\_search\\_for\\_m](http://europa.eu/geninfo/query/resultaction.jsp?query_source=GROWTH&QueryText=PFOA&op=Search&swlang=en&form_build_id=form-a6s27Y3J7UDHnoQd4L0L6_0958oWP9cl4cPNOrsr8So&form_id=nexteuropa_europa_search_search_for_m)

Ministry of Environment of Brazil. 2015. Data from the Secretary of Climate Changes and Environmental Quality - Response to Request SIC/MMA 1151/2015

Netherlands' submission in follow-up to POPRC-11:

<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC11/POPRC11Followup/CommentsPFOSalternatives/tabid/5139/Default.aspx>

Norway's submission in follow-up to POPRC-11:

<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC11/POPRC11Followup/CommentsPFOSalternatives/tabid/5139/Default.aspx>

OECD 2002. Co-operation on existing chemicals, hazard assessment of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and its salts. Environment Directorate. Joint meeting of the chemicals committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology. ENV/JM/RD(2002)17/FINAL, 21 November 2002; <http://www.oecd.org/env/ehs/risk-assessment/2382880.pdf>

OECD 2006. Results of the 2006 Survey on Production and Use of PFOS, PFAS, PFOA, PFCA and their Related Substances and Products/Mixtures Containing these Substances, Organisation for Economic Co-operation and Development, 6-Dec-2006. ENV/JM/MONO, 2006, 36:

[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2011\)1&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2011)1&doclanguage=en)

OECD 2010. OECD Portal on Perfluorinated Chemicals. 2010:

[http://www.oecd.org/site/0,3407,en\\_21571361\\_44787844\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/site/0,3407,en_21571361_44787844_1_1_1_1_1,00.html).

OECD 2015. Risk Reduction Approaches for PFASs – A Cross-Country Analysis. OECD Environment, Health and Safety Publications, Series on Risk Management, No. 29, Environment Directorate, OECD, Paris 2015; [https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/Risk\\_Reduction\\_Approaches%20for%20PFASS.pdf](https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/Risk_Reduction_Approaches%20for%20PFASS.pdf)

Schönberger H, Schäfer T. 2005. Best Available Techniques in Textile Industry, Research Report 200 94 329 UBA-FB 000325/e, German Federal Environmental Agency.

SDS Hyjet®. Outlined in Section 15 of U.S. safety data sheet for HyJet® IV-A PLUS and HyJet® V available at [http://pds.exxonmobil.com/USA-English/Aviation/PDS/GLXXENAVIEMExxon\\_HyJet\\_IV-A\\_plus.aspx](http://pds.exxonmobil.com/USA-English/Aviation/PDS/GLXXENAVIEMExxon_HyJet_IV-A_plus.aspx) and <http://pds.exxonmobil.com/USA->

[English/Aviation/PDS/GLXXENAVIEMExxon\\_HyJet\\_V.aspx](#). In the U.S. use of these substances in hydraulic fluids is regulated under a TSCA Significant New Use Rule:

<https://www.federalregister.gov/articles/2002/12/09/02-31011/perfluoroalkyl-sulfonates-significant-new-use-rule>.

Y. Shi et al. 2016. Human Exposure and Elimination Kinetics of Chlorinated Polyfluoroalkyl Ether Sulfonic Acids (Cl-PFESAs). *Env. Sci. Technol.*, 50, 2016, 2396-2404.

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b05849>

Sustainable Apparel Coalition. Higg Index. <http://apparelcoalition.org/the-higg-index/>

Taylor CK. 1999. Fluorinated surfactants in practice. *Annual Surfactants Review 19992 (Design and Selection of Performance Surfactants)*, 271-316.

Texas A&M Agrilife Extension Texas Imported Fire Ant Research and Management Project

<http://agriflife.org/fireant/files/2014/02/2013-Fire-Ant-Bait-Misc-Control-Products-1-27-14.pdf>,

<http://fireant.tamu.edu/controlmethods/contactinsecticides/>

UNEP 2000. Finding Alternatives to Persistent Organic Pollutants (POPs) for Termite Management

<http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Pesticides/Alternatives-termite-fulldocument.pdf>

UNEP 2015c. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with the pesticides aldrin, alpha hexachlorocyclohexane, beta hexachlorocyclohexane, chlordane, chlordecone, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene (HCB), lindane, mirex, pentachlorobenzene, perfluorooctane sulfonic acid, technical endosulfan and its related isomers, toxaphene or with HCB as an industrial chemical. UNEP/CHW.12/5/Add.9.

<http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/TechnicalGuidelines/tabid/2381/Default.aspx>

“UNEP/POPS/...”: Documents starting with this sequence can be accessed from the Convention’s Website [www.pops.int](http://www.pops.int) and relevant meeting webpage

UNEP/POPS/POPRC.8/INF/12 Report on the assessment of chemical alternatives to endosulfan and DDT

United States Department of Agriculture USDA 2012. Pesticide Use in the Imported Fire Ant Program Environmental Assessment March

2012: [https://www.aphis.usda.gov/plant\\_health/plant\\_pest\\_info/fireants/downloads/imported\\_fireant\\_ea\\_march2012.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/fireants/downloads/imported_fireant_ea_march2012.pdf)

USEPA 2002. Significant New Use Rule as published in 40 CFR 721 Federal Register Vol. 67, No. 47 (March 11, 2002)

USEPA 2012. Long-Chain Perfluorinated Chemicals (LCPFCs) Used in Carpets Contract EP-W-08-010; Prepared for: Economic and Policy Analysis Branch; Economics, Exposure and Technology Division; Office of Pollution, Prevention and Toxics; U.S. Environmental Protection Agency; July 2012;

[http://www.fluoridealert.org/wp-content/uploads/pfcs.carpet.report.epa\\_2012.pdf](http://www.fluoridealert.org/wp-content/uploads/pfcs.carpet.report.epa_2012.pdf)

U.S. Federal Register / Vol. 81, No. 1, January 4, 2016 p. 5-8

U.S. FDA (Food and Drug Administration). U.S. Inventory of Effective Food Contact Substance (FCS); <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/?set=fcn>

Wang S, Huang J, Yang Y, Hui Y, Ge Y, Larssen T, Yu G, Deng S, Wang B, and Harman C (2013): First Report of a Chinese PFOS Alternative Overlooked for 30 Years: Its Toxicity, Persistence, and Presence in the Environment. *Environ. Sci. Technol.* 47, 10163-10170

Wienand N. et al. 2013. *Chem. Eng. Technol.* 36 (2013) 390

Wienand N. et al. 2014/15WWT Modernisierungsreport 2014/2015, p. 43-47

Wiethölter D. 2014. Oberflächen 10/2014 1 – 5

World Health Organization (2016): World malaria report 2016. ISBN 978-92-4-151171-

World Semiconductor Council (WSC) 2011. Joint statement of the 15th meeting of the WSC. May 2011. Annex 2, p 16-23; [http://www.semiconductorcouncil.org/wsc/uploads/WSC\\_2011\\_Joint\\_Statement.pdf](http://www.semiconductorcouncil.org/wsc/uploads/WSC_2011_Joint_Statement.pdf)

Yamada, T. and Taylor, P.H., 2003. Laboratory-Scale Thermal Degradation of Perfluoro-Octanyl Sulfonate and Related Substances.

<http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/prepdocs/annexFsubmissions/PFOS%20Additional%20Information%20Semiconductor%20Industry.pdf>

R. Zanetti et al. 2014. An Overview of Integrated Management of Leaf-Cutting Ants in Brazilian Forest Plantations; Forests 5, 439-454; <http://www.mdpi.com/1999-4907/5/3/439>

Zangl, S, Blepp, M, Marquardt, M, Moch, K. (2012) Nationale Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens zu persistenten organischen Schadstoffen (POPs) –PBDE und PFOS in Erzeugnissen und im Recyclingkreislauf Öko-Institute. V. in Kooperation mit Institut für Ökologie und Politik (Ökopol) im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA), Dessau; 2012

Zero Discharge of Hazardous Chemicals Programme (ZDHC) 2015. Chemical Management System Guidance Manual.

[http://www.roadmaptozero.com/fileadmin/layout/media/downloads/en/CMS\\_EN.pdf](http://www.roadmaptozero.com/fileadmin/layout/media/downloads/en/CMS_EN.pdf)