



INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
COORDENAÇÃO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE SUBSTÂNCIAS E PRODUTOS PERIGOSOS
SCEN Trecho 2 - Ed. Sede do IBAMA - Bloco C, 1º andar, - Brasília - CEP 70818-900

Parecer Técnico nº 514/2018-COASP/CGASQ/DIQUA

Número do Processo: 02001.007287/2009-61

Interessado: CENTRO NACIONAL DE PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Brasília, 20 de junho de 2018

1. Em atendimento à solicitação efetuada pela Diretoria de Proteção Ambiental (DIPRO) para que a Diretoria de Qualidade Ambiental (DIQUA) se manifeste tecnicamente sobre o uso de retardantes de chamas aplicáveis no combate a incêndios florestais, apresentamos as seguintes considerações:

INTRODUÇÃO AOS RETARDANTES DE CHAMA

2. Os retardantes de chama atuam retardando a propagação das chamas por meio de ações físicas ou químicas. No caso das físicas, agem por meio de resfriamento quando os produtos liberam partículas de água ao serem expostos ao calor, ou pela formação de uma camada protetora que envolve os materiais. Já nas ações químicas, na presença de calor os retardantes reagem com o ar, produzindo gases não combustíveis que reduzem o suprimento de oxigênio utilizado pela combustão ou inibem a combustão ao reagir com polímeros na fase sólida, formando uma camada protetora (Troitzsch, J. H., 1998 apud Pieroni et al, 2017).

3. Os produtos químicos classificados como retardantes de chama são divididos em quatro grandes grupos: 1) **inorgânicos** (hidróxidos de alumínio, antimônio e estanho); 2) **orgânicos halogenados** (clorados e bromados); 3) **organofosforados** e 4) **à base de nitrogênio**. Cerca de 40% da produção mundial de retardantes de chama correspondem a hidróxido de alumínio, 20% a retardantes bromados, 15% de fosforados, 11% de clorados, 8 % de óxido de antimônio, enquanto outros tipos de retardantes representam cerca de 6% da produção mundial (¹*Environmental Health Criteria 192* apud Pieroni et al, 2017).

4. Existem mais de 75 diferentes substâncias utilizadas como retardantes de chama bromados (BFRs). Essas substâncias estão entre as mais usadas devido ao seu baixo custo, alta eficiência contra a propagação de chamas e fórmulas adaptáveis a quase todos os polímeros. Por isso têm se tornado uma classe de retardantes importante quanto a riscos ambientais, tendo sido detectados em todos os compartimentos ambientais e em diferentes regiões do globo e seus níveis têm aumentado ao longo dos anos. No entanto, são retardantes de chamas utilizados como aditivos em produtos industrializados, como forma de prevenção à combustão em polímeros, não sendo utilizado como agente extintor no combate direto a incêndios.

5. Devido às suas propriedades físico-químicas, alguns retardantes bromados são resistentes à degradação físico-química e biológica e, por isso, apresentam alta persistência no ambiente. São lipofílicos e hidrofóbicos, podendo então bioacumular e biomagnificar ao longo da cadeia trófica, podendo apresentar toxicidade aos organismos. Algumas dessas substâncias (PBBs, Penta-BDE, Octa-BDE e Deca-BDE) já tiveram a sua produção e comercialização restringida ou proibida na União Europeia e no Japão. Em 2009, os tetrabromodifenis éter (tetra-BDE), os pentabromodifenis éter (penta-BDE), os hexabromodifenis éter (hexa-BDE), os heptabromodifenis éter (hepta-BDE) e o hexabromobifenil (HxBB) foram incluídos no Anexo A da Convenção de Estocolmo por serem considerados Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), e tiveram a sua produção, uso e comercialização proibidos, visando a sua total eliminação. Já o hexabromociclododecano (HBCD), foi incluído no Anexo A em 2013 (Pieroni et al, 2017).

6. Como alternativa para substituição dos BRFs têm surgido os Retardantes de Chamas Não Halogenados (HFFRs), dos quais pode-se destacar os retardantes de chama inorgânicos, substâncias organofosforadas e seus sais e os retardantes de chama orgânicos à base de nitrogênio. Esses retardantes já são encontrados no mercado, porém pouco se sabe sobre seu comportamento ambiental e seus riscos à saúde humana (Waaijers, S. L. et al, 2013 apud Pieroni et al, 2017).

7. Um estudo recente demonstrou que retardantes de chama fosforados estão amplamente distribuídos pela atmosfera da América Latina, incluindo amostras do sul e nordeste do Brasil. Portanto, o uso de novos compostos não halogenados deve ser feito com cautela, já que as poucas informações sobre a sua persistência, bioacumulação e toxicidade deixam dúvida se realmente seriam menos problemáticos ao ambiente e seres humanos do que os retardantes de chama bromados (Rauert, C.. et al, 2016 apud Pieroni et al, 2017).

8. Quando se iniciou a utilização de agentes químicos para combate a incêndios, fazia-se distinção entre produtos retardantes e supressores de fogo, considerando-se que os primeiros seriam produtos utilizados para aplicação sobre os combustíveis à frente do fogo, que ainda não entraram em combustão, enquanto que os produtos supressores seriam aqueles aplicados sobre as chamas, nas operações de combate direto aos incêndios. Atualmente não se faz mais essa distinção, visto que a maioria dos produtos químicos é utilizada para os dois propósitos e, portanto o termo retardante de chama é empregado para todos os produtos químicos utilizados no combate aos incêndios florestais para a extinção do fogo (Chandler et al.,1983 apud Batista, A.C. et al., 2008).

9. Retardante de chama é um composto químico que, utilizado puro ou misturado com água, proporciona redução ou eliminação da queima de determinado material combustível (Ribeiro et al., 2006). Uma das vantagens do uso dessas substâncias é a capacidade de aumentar a eficiência do uso da água ou substituí-la à medida que se torna mais difícil se obter água ou aumenta a intensidade de um incêndio. A classificação mais utilizada para retardantes químicos para uso e aplicação na redução e inibição da combustão em materiais combustíveis florestais é aquela que considera o tempo de duração da ação do produto retardante (Pastor Ferrer, 2004; Ribeiro *et al*, 2006), a saber: Retardantes de curta duração – que atuam conforme a capacidade de manutenção da água, através da maior retenção da água pelo combustível ou pelo retardamento da evaporação. Nesse grupo estão incluídos os produtos “espumógenos” e os “viscosantes”; Retardantes de longa duração – que deixam resíduos de agentes inibidores da combustão sobre o material combustível depois de toda água ter sido evaporada. Nesse grupo estão incluídos todos os produtos retardantes à base de sais de amoníaco, tais como: sulfatos, fosfatos e polifosfatos, como também os nitrogenados.

10. De acordo com Pardo (2007), os retardantes de longa duração são sais compostos basicamente por polifosfato de amônia, que são diluídos em água para aplicação. São aplicados sobre o material combustível para retardar a combustão e esta ação permanece ativa mesmo após a evaporação da água. A ação do produto é impedir que ocorra a pirólise, transformando o material combustível em uma substância não inflamável (Filho, C.M. et al., 2012). Na presença do retardante, não ocorre a liberação de gases inflamáveis, combustão em chamas e a propagação do fogo, pois após a aplicação do retardante o material em combustão é transformado diretamente em carvão com liberação de água. Esta, por sua vez, absorve calor, evapora e diminui a temperatura do material combustível, impedindo a continuação da reação de combustão (Ribeiro et al., 2006 apud Maraboti, V.M., 2015).

11. A introdução de retardantes de chama no meio ambiente pode ter efeitos tóxicos em organismos. Inicialmente, pensava-se que os retardantes de chama utilizados em combate a incêndios não teriam nenhum efeito adverso sobre o meio ambiente, já que seus principais ingredientes ativos são fertilizantes agrícolas, no entanto, mesmo substâncias com baixa toxicidade inerente podem provocar efeitos ambientais adversos quando sua intensidade de uso é alta (Giménez et al, 2004).

12. Vários inibidores de corrosão e amônia, presentes na composição de retardantes de chama, são componentes tóxicos. A amônia vem da dissociação de sais de amônio, que estão presentes na maioria dos produtos retardantes de longa duração (Giménez et al, 2004).

13. Segundo Giménez et al, (2004), os estudos de toxicidade realizados com retardantes de chama aplicados no combate a incêndios podem ser classificados por: a) efeito na qualidade da água e, conseqüentemente, nos organismos aquáticos; b) efeitos de toxicidade na vegetação; e c) efeitos de toxicidade em humanos.

14. Como mencionado acima, os sais de amônio são um dos principais componentes tóxicos para organismos aquáticos presentes em alguns retardantes de chama de longa duração, visto que ocorre dissociação destes na água à amônia. Por outro lado, a oxidação de amônia para nitrato ou nitrito, consideradas substâncias de baixa toxicidade, é muito reduzida em condições de teste (Buhl e Hamilton, 2000 apud Giménez et

al, 2004). Entretanto, a quantidade de amônia na água não depende apenas da concentração sulfato de amônio ou fosfato fornecidos pelo retardante, mas também depende do pH, da temperatura da água, uma vez que são fatores que influenciam na reação de equilíbrio químico amônio/ amônia (Giménez et al, 2004).

15. Os resultados dos testes de toxicidade mostraram que os retardantes aplicados diretamente em córregos exigem grande diluição para não provocarem letalidade em organismos aquáticos; por exemplo, uma diluição no intervalo de 100 a 1.750 vezes foi necessária para se aproximar de uma concentração segura para peixes truta arco-íris (Gaikowski et al. 1996 apud Giménez et al, 2004). É essencial, portanto, evitar, sempre que possível, a aplicação de retardantes sobre corpos hídricos, no caso de aplicações aéreas, e nas suas proximidades, principalmente onde não há grande fluxo de água.

16. Estudos mostraram que a toxicidade de retardantes de chama de longa duração pode ser aumentada na presença de radiação UV-B e água (Little & Calfee, 2000 apud Giménez et al, 2004). Esses autores estudaram o impacto da radiação UV-B sobre o produto retardante de fogo e seu efeito sobre peixes truta-arco-íris *Oncorhynchus mykiss* e sobre rãs-leopardo *Rana sphenoccephala*. A toxicidade dos retardantes provocada pela radiação UV-B é devida ao ferrocianeto de sódio (YPS), utilizado na formulação como um inibidor de corrosão. Esta substância, na presença de energia solar natural ou sintética de laboratório UV-B e água, pode se decompor em cianeto de hidrogênio (HCN), por fotoativação. O HCN é tóxico para os organismos aquáticos quando libera cianeto livre. Portanto, a toxicidade dos retardantes contendo ferrocianeto de sódio aumentou significativamente quando foram expostos à radiação UV-B. Esses estudos realizados por Little & Calfee demonstraram a periculosidade do uso de retardantes que contenham ferrocianeto de sódio e apontou que o cianeto fotoativado apresenta uma concentração letal muito baixa (CL₅₀: 50 µg L⁻¹).

17. De acordo com os diversos autores citados no artigo de revisão de Giménez et al, 2004, o impacto ambiental dos retardantes de chama depende diretamente da persistência ambiental do produto, da quantidade aplicada e do local de aplicação. Como forma de mitigação para esses impactos negativos, o Serviço Florestal dos Estados Unidos recomenda evitar aplicação de retardantes de chama próximo a córregos (Giménez et al, 2004). Quando os retardantes de chama são aplicados em excesso, esses produtos químicos podem penetrar no solo e nas plantas provocando efeitos tóxicos na vegetação. Segundo Bradstock et al. (1987), o sulfato de amônio, um componente comum em retardantes de longa duração, danifica e mata folhas conforme testes realizados em florestas de eucalipto. Essa substância pode afetar também o nível de cobertura da vegetação e o número de espécies vegetais, no entanto, é solúvel em água e pode ser eliminado pela chuva (Bradstock et al.,1987 apud Giménez et al, 2004).

18. A maior parte do trabalho realizado para determinar o impacto do uso de retardantes em pessoas é relatado pela Labat Anderson Inc. (1994), onde a análise de risco foi empregada para determinar um nível de dose aceitável para os vários retardantes de chama comerciais. Esse nível de dose foi comparado com as doses estimadas às quais os bombeiros são expostos. Os resultados da comparação classificaram o risco como insignificante para os retardantes de fogo aprovados pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos, geralmente sais de amoníaco. O risco foi considerado significativo apenas quando o retardante de chama entra em contato direto com as pessoas. Alguns casos de irritação da pele e dos olhos foram relatados (Giménez et al, 2004).

19. Com relação aos retardantes de chama de longa duração à base de nitrogênio, não foram encontrados dados na literatura científica sobre esse tipo de retardante para uso como supressor de fogo. Os dados disponíveis dizem respeito apenas aos retardantes nitrogenados usados como aditivos, principalmente em polímeros contendo nitrogênio, tais como poliuretanos e poliamidas (¹*Environmental Health Criteria 192*).

A AVALIAÇÃO

20. Em função da inexistência de legislação específica que estabeleça requisitos, critérios e procedimentos para a realização da avaliação de riscos ambientais associados ao uso de retardantes de chamas no controle de incêndios florestais, trazemos neste documento uma avaliação ambiental preliminar dos produtos apresentados por empresas que atenderam ao convite feito pela DIQUA, no site do Ibama, aos fabricantes de retardantes de chamas destinados ao combate desse tipo de incêndio a apresentarem seus produtos voluntariamente, de modo a subsidiar este Instituto na obtenção de conhecimento a respeito das características técnicas dessa classe de produtos químicos ainda não regulamentada, em relação a aspectos ecotoxicológicos e ambientais. As empresas, os produtos e o número dos processos contendo as informações detalhadas encaminhadas pelas respectivas empresas estão relacionadas no quadro abaixo:

	Empresa	Produto Comercial	Princípio Ativo	Nº Processo SEI
1	Rio Sagrado S.L. (Espanha)	FIRE LIMIT FL-02	Nitrogenado	02001.002474/2018-49

2	Ecoplus Company Comercial Ltda.	FERTIL FIRE	Nitrogenado	02017.001455/2018-26
3	FÁVARO & PERIN Indústria e Comércio Ltda.	HOLD FIRE	Não Classificado	02001.011790/2018-10
4	MEFA Consultoria, Comércio, Importação e Exportação Produtos Químicos Ltda.	MEFA (L, S, BIO-LGE e K)	Organofosforado	02001.011368/2018-56
5	Ecosafety Engenharia de Incêndio Ltda.	F-500	Organofosforado	02015.002225/2018-02

21. O produto F-500 foi desconsiderado uma vez que é indicado para combate a incêndios Classe A (materiais sólidos), Classe B (líquidos inflamáveis) e Classe D (metais pirofóricos), ou seja, é mais apropriado para o combate de incêndios industriais e urbanos do que para incêndios florestais, apesar de poder ser eficiente também no campo. Ademais, os resultados de estudos ecotoxicológicos apresentados na Ficha de Segurança do produto demonstram que ele é muito tóxico ($1 \text{ mg/L} \leq \text{CL}_{50} < 10 \text{ mg/L}$) para algas, microcrustáceos e peixes.

22. Visto que a maior parte dos estudos apresentados pelas empresas está relacionada à saúde humana, é desejável que seja realizada uma avaliação dos mesmos pelo Ministério da Saúde, considerando que as empresas consultadas se manifestaram favoráveis ao compartilhamento dos dados com aquela instituição, em resposta a consulta específica realizada pelo Ibama.

23. Vale ressaltar que esta avaliação preliminar dos documentos apresentados não levou em conta os ensaios de verificação de eficiência do produto no combate a incêndios florestais, cuja avaliação cabe exclusivamente ao Prevfogo e não a esta Coordenação. Atentamos apenas para os dados sobre a segurança da formulação em relação a aspectos ecotoxicológicos e ambientais.

24. Quando informações essenciais para o conhecimento do produto não foram apresentadas inicialmente, foram enviados ofícios solicitando complementação de dados, nem sempre atendidos integralmente.

25. Uma vez que a ausência de normas brasileiras regulamentando a avaliação e utilização de retardantes de chamas não impõe a obrigatoriedade de complementação de dados importantes por parte das empresas consultadas, foi decidido que a avaliação preliminar seria concluída com os dados disponibilizados voluntariamente, mesmo havendo lacunas de conhecimento a respeito dos produtos.

26. De modo geral, considerando todos os produtos apresentados, dentre as lacunas mais importantes podemos citar: 1) declaração de composição qualitativa-quantitativa incompleta, faltando n° CAS, função de cada componente na formulação, ausência de limites mínimos ou máximos; 2) ausência de certificado de análise química comprovando a ausência de substâncias de importância ambiental e toxicológica, tais como metais pesados e substâncias orgânicas halogenadas; 3) ausência de relatórios de ensaios ecotoxicológicos importantes para a caracterização do perigo do produto, como por exemplo, ensaios de toxicidade aguda com organismos de diversos níveis tróficos (algas, microcrustáceos peixes, minhocas, aves, abelhas), influência do produto nos ciclos biogeoquímicos do Carbono e Nitrogênio, 4) relatório das propriedades físico-químicas do produto, tais como, solubilidade em água, pH, densidade, coeficiente de partição octanol/água (log Kow), fator de bioconcentração (FBC), fotólise, hidrólise, pressão de vapor, constante de Henry, que podem prever o comportamento da substância nos compartimentos ambientais bem como na exposição dos organismos, e 5) quantidade máxima de produto a ser aplicada por unidade de área (L/ha).

27. Para ter conhecimento se os produtos apresentados já foram avaliados ambientalmente ou se passaram por algum processo de registro e estão em uso em outros países, foi solicitado às empresas que enviassem ao Ibama documentos que comprovem a autorização para utilização do produto já obtida em outros países.

28. As empresas que forneceram as informações mais completas, até o fechamento deste parecer, a respeito de seus produtos foram a Rio Sagrado e a Ecoplus Company, proprietárias das marcas comerciais Fire Limit FL-02 e Fertil Fire, respectivamente, as quais são apresentadas a seguir.

O PRODUTO FIRE LIMIT FL-02

29. É fabricado pela empresa Rio Sagrado S.L., exclusivamente na Espanha, no endereço: Polígono as Gandaras, parcela 204. C.P. 36400 – Porriño/ Pontevedra/ Espanha, de acordo com os documentos apresentados.

30. O produto é classificado como um retardante de longo prazo, nitrogenado, com efeito extintor, para aplicação em incêndios florestais por meios aéreos e terrestres. A sua forma de apresentação é um líquido concentrado que é diluído em água antes do seu carregamento nos meios de aplicação. Algumas de suas características básicas estão apresentadas no quadro abaixo:

Forma:	Líquida	Viscosidade:	Aprox. 200 cP
Cor:	Vermelho esbranquiçado	Dosagem de mistura:	10% (1 parte FL-02 + 9 partes de água)
Odor:	Suave ou inodoro	Validade:	24 meses
pH (a 20 C°):	6 - 7	Densidade (a 20 C°):	Aprox. 1,4 g/cm ³

31. Segundo a Declaração de composição quali-quantitativa apresentada pela Rio Sagrado, os componentes presentes em maior quantidade na formulação do Fire Limit FL-02 são a argila modificada e a água ionizada, ambos não identificados por n° CAS. Também não foi apresentado o n° CAS do componente identificado como “organonitrogenados”, que pode compor até 20% da formulação. Da mesma forma, não foi possível identificar qual componente é utilizado como corante nessa formulação. Por outro lado, vale ressaltar que, de acordo com o Informe 17-0444 (26/09/2017) produzido pelo Centro de Apoio Científico e Tecnológico à Investigação (CACTI) – Universidade de Vigo (Espanha), o FL-02 é um produto à base de compostos nitrogenados, que **não** contém na sua formulação polifosfatos amônicos, compostos orgânicos halogenados e metais pesados, com os seguintes resultados analíticos:

Cinzas:	18-20 %
Nitrogênio:	15-17 %
Halógenos:	Cloro < 0,1%. Bromo < 0,01 %
Polifosfatos (P₂O₅):	< 0,2 %
Metais pesados:	Cd, Cr, Pb e Hg – não detectados

32. Quanto aos aspectos de toxicidade, os estudos apresentados indicam que o produto é biodegradável e apresenta baixa toxicidade para seres humanos e para algumas espécies representativas do ecossistema aquático (microcrustáceos e peixes). Ao se confrontar os resultados desses estudos com os valores de referência adotados pelo Ibama no sistema de avaliação e classificação de agrotóxicos quanto ao potencial de periculosidade ambiental, para classificação comparativa do produto retardante de chama, quanto ao perigo, uma vez que não há regulamentação e sistema de avaliação definido para esse tipo de produto químico, o retardante de chama FL-02 foi classificado como pouco tóxico e pouco persistente, conforme os parâmetros indicados abaixo:

Resultados Estudos FL-02	Classificação Agrotóxicos
Biodegradabilidade 28 dias (CO₂): > 25% – Concentração 50 mg COT/L > 25% – Concentração 150 mg COT/L	Classe IV – Pouco Persistente
Toxicidade Dérmica para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 2.000 mg/Kg	Classe III – Medianamente Tóxico
Irritação Ocular em Coelhos: Pontuação Irritação: zero	Classe IV – Pouco Tóxico
Teste de Opacidade e Permeabilidade em Córnea Bovina (BCOP) – in vitro Pontuação Irritação: 8,74.	–
Toxicidade Oral para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Oral (14 dias) > 2.000 mg/Kg	Classe IV – Pouco Tóxico
Toxicidade para peixes (Brachydarío rerio): CL ₅₀ (96 h) > 100 mg/L	Classe IV – Pouco Tóxico
Toxicidade para microcrustáceos (Daphnia magna): CL ₅₀ (48 h) >100 mg/L	Classe IV – Pouco Tóxico

33. Foram também apresentados pela Rio Sagrado S.L. estudos realizados com a formulação denominada LICET, versão mais antiga do Fire Limit FL-02. No que se refere à forma de apresentação do produto, ao se comparar os resultados dos estudos da formulação antiga Licet com os da nova formulação FL-02, é possível concluir que não houve incremento na toxicidade ou redução na biodegradabilidade do produto decorrente da mudança na formulação.

Comparação de Resultados			
FIRE LIMIT FL-02 (formulação atual)	Classificação Agrotóxicos	LICET F (formulação antiga)	Classificação Agrotóxicos
Corrosividade: Cobre = 0,004 mm/ano, Latão = 0,090 mm/ano, Aço Inoxidável = 0,002, Ferro = 0,090 mm/ano e Alumínio = 0,009 mm/ano.	–	Corrosividade: Cobre = 0,0699 mm/ano, Latão = 0,0763 mm/ano, Aço Inoxidável não mostrou corrosão. Ferro = 0,0415 mm/ano e Alumínio = 0,1350 mm/ano.	–
Biodegradabilidade 28 dias: > 25% – Concentração 50 mg COT/L > 25% – Concentração 150 mg COT/L	Classe IV – Pouco Persistente	Biodegradabilidade 28 dias: > 25% – Em pó > 25% – Em solução 175 g/L	Classe IV – Pouco Persistente
Toxicidade Dérmica para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 2.000 mg/Kg	Classe III – Medianamente Tóxico	Toxicidade Dérmica para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 1.000 mg/Kg – Em pó DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 4.000 mg/Kg – Em solução 175 g/L	Classe IV – Pouco Tóxico
Irritação Ocular em Coelhos: Pontuação Irritação: zero. Não foram observados sinais clínicos significativos de toxicidade e nem mortalidade.	Classe IV – Pouco Tóxico	Irritação Ocular em Coelhos: Produziu irrite, hiperemia, edema e secreção conjuntivais em 3/3 dos olhos testados. Todos os sinais retornaram ao normal após 72 h.	Classe III – Medianamente Tóxico
Toxicidade Oral para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Oral (14 dias) > 2.000 mg/Kg	Classe IV – Pouco Tóxico	Toxicidade Oral para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Oral (14 dias) > 500 mg/Kg – Em pó DL ₅₀ Oral (14 dias) > 2.000 mg/Kg – Em solução 175 g/L	Classe IV – Pouco Tóxico
Toxicidade para peixes (Brachydariorerio): CL ₅₀ (96 h) > 100 mg/L	Classe IV – Pouco Tóxico	Toxicidade para peixes (Danio rerio): CL ₅₀ (96 h) > 100 mg/L – produto em pó	Classe IV – Pouco Tóxico
Toxicidade para microcrustáceos (Daphnia magna): CL ₅₀ (48 h) > 100 mg/L	Classe IV – Pouco Tóxico	Toxicidade para microcrustáceos: Não realizado.	–
Toxicidade para minhocas: Não realizado.	–	Toxicidade para minhocas (Eisenia foetida): CL ₅₀ (14 dias) > 1.000 mg/Kg solo.	Classe IV – Pouco Tóxico

34. Quanto à apresentação ao Ibama de autorização para utilização do produto FL-02 já obtida em outros países, a empresa alegou que o produto já foi usado em Portugal e na Espanha e que a permissão de uso foi concedida com base no resultado das análises laboratoriais supracitadas. Por outro lado, a empresa apresentou informes sobre testes de eficiência, realizados em campo nas cidades de Lourizán/ Pontevedra/ Espanha e em Vila Nova de Gaia/ Portugal, com conclusões favoráveis quanto à eficiência do produto por parte de autoridades locais. Todavia, não foi apresentado documento governamental emitido por algum dos dois países concedendo autorização para uso ou licença emitida por algum órgão ambiental.

35. Após solicitação feita pelo Ibama para que a Rio Sagrado apresentasse documento do governo chileno que autorizou a utilização do Fire Limit naquele país, foram encaminhados como resposta o documento Doc SEI n° 2532142, referente às exigências documentais do governo chileno para compra do produto, e o documento Doc SEI n° 2532229, onde constam as respostas para as exigências, cujos dados estão baseados em todos os documentos já apresentados ao Ibama. O Doc SEI n° 2532760, trata do processo de licitação para compra do produto pela Corporação Florestal Nacional do Chile - CONAF. Dessa forma, o produto foi avaliado apenas para um processo de compra pública de um produto retardante de chamas, tendo de comprovar sua baixa

toxicidade e periculosidade ambiental como requisitos de um edital de licitação e não para obtenção de uma licença ambiental ou autorização para uso.

O PRODUTO FERTIL FIRE

36. O produto químico Fertil Fire pertence à empresa Ecoplus Company Comercial Ltda. (CNPJ: 10.829.871/0001-76), localizada em Curitiba/PR, e é fabricado na planta da empresa Calplan Indústria e Comércio de Calcário Ltda. (CNPJ: 77.690.493/0001-63), situada à Rodovia dos Minérios, Km 16, s/nº, Almirante Tamandaré/PR, CEP: 83.507-000, de acordo com os documentos apresentados.

37. O produto é classificado como um retardante de longo prazo, nitrogenado, com efeito bloqueador e extintor, para aplicação em incêndios florestais por meios aéreos e terrestres. A sua forma de apresentação é sólida, em forma de pó ou granulada, que é diluído em água antes do seu carregamento nos meios de aplicação. Algumas de suas características básicas estão apresentadas no quadro abaixo:

Forma:	Pó e/ou Granulado	Viscosidade:	Aprox. 200 cP
Cor:	Branco, bege ou avermelhado	Dosagem de mistura:	10% a 20% (13 Kg produto + 87 L de água, equivalente a 100 L de solução)
Odor:	Inodoro	Confiabilidade e Segurança:	15 dias sem chuvas
pH (a 20 C°):	5,5 – 7,5	Quantidade/ m²:	1,5 – 2,5 L/ m ²
Densidade (a 20 C°):	0,85 a 1,00 g/cm ³	Faixa de aplicação (barreira):	4 a 8 m

38. Segundo a Declaração de composição quali-quantitativa apresentada pela Ecoplus, os componentes presentes em maior quantidade na formulação do Fertil Fire são a uréia e sulfato de amônio. Existem duas formulações do produto, uma destinada à aplicação terrestre (tipo F) e outra destinada à aplicação aérea (tipo A). As duas formulações apresentam os mesmos componentes, no entanto, o teor de “Goma Guar”, uma fibra solúvel utilizada como espessante, varia entre as duas formulações de acordo com a finalidade de dar maior ou menor viscosidade, garantindo o agrupamento das partículas, evitando perda por arrasto e assegurando a fixação do produto ao substrato. Também não foi possível identificar o corante utilizado na formulação. Questionada quanto a apresentação de ensaios analíticos que comprovem a inexistência de polifosfatos amônicos, metais pesados e compostos orgânicos halogenados na composição do produto Fertil Fire, a empresa alegou que não possui estudos analíticos realizados, mas que os dados de toxicidade apresentados por si só confirmam a ausência dessas substâncias. A empresa afirma também que os produtos LICET F e FERTIL FIRE apresentam a mesma formulação.

39. Quanto aos aspectos de toxicidade, os estudos apresentados indicam que o produto é biodegradável e apresenta baixa toxicidade para seres humanos, peixes e minhocas. Ao se confrontar os resultados desses estudos com os valores de referência adotados pelo Ibama no sistema de avaliação e classificação de agrotóxicos quanto ao potencial de periculosidade ambiental, para classificação comparativa do produto retardante de chama, quanto ao perigo, uma vez que não há regulamentação e sistema de avaliação definido para esse tipo de produto químico, o retardante de chama Fertil Fire seria classificado como pouco tóxico e pouco persistente, conforme os parâmetros indicados abaixo:

Resultados Estudos Licet F = Fertil Fire	Classificação Agrotóxicos
Biodegradabilidade 28 dias (CO₂): > 25% – Em pó > 25% – Em solução 175 g/L	Classe IV – Pouco Persistente
Toxicidade Dérmica para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 1.000 mg/Kg – Em pó DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 4.000 mg/Kg – Em solução 175 g/L	Classe IV – Pouco Tóxico
Irritação Ocular em Coelhos: Produziu iriite, hiperemia, edema e secreção conjuntivais em 3/3 dos olhos testados. Todos os sinais retornaram ao normal após 72 h.	Classe III – Medianamente Tóxico

Resultados Estudos Licet F = Fertil Fire	Classificação Agrotóxicos
Toxicidade Oral para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Oral (14 dias) > 500 mg/Kg – Em pó DL ₅₀ Oral (14 dias) > 2.000 mg/Kg – Em solução 175 g/L	Classe IV – Pouco Tóxico
Toxicidade para peixes (Danio rerio): CL ₅₀ (96 h) > 100 mg/L – produto em pó	Classe IV – Pouco Tóxico
Toxicidade para minhocas (Eisenia foetida): CL ₅₀ (14 dias) > 1.000 mg/Kg solo.	Classe IV – Pouco Tóxico

40. Quanto à apresentação ao Ibama de autorização para utilização do produto Fertil Fire já obtida em outros países, foi respondido que o produto até o momento não foi comercializado para outros países pela Ecoplus Company, e foi mencionada a realização de demonstrações da eficiência do produto em Vila Nova de Gaia/ Portugal, ainda com o nome de Licet F (Doc SEI nº 2503970).

41. A Ecoplus alega ainda que o produto já foi utilizado pelo Prevfogo no combate a incêndios ocorridos na Chapada Diamantina/BA e em Imperatriz/MA, onde foi possível ser verificada na prática a efetividade do produto na extinção de incêndios. Após esta única comercialização, o produto não foi mais comercializado (Doc SEI nº 2503970).

CONCLUSÕES

42. Face à inexistência no Brasil de regulamentação para uso de retardantes em incêndios florestais, todos os dados enviados para avaliação preliminar do Ibama foram concedidos voluntariamente pelas empresas, não sendo possível se fazer exigências de complementação, mediante a realização de novos estudos físico-químicos e ecotoxicológicos para complementação da avaliação ambiental dos produtos.

43. No entanto, considerando-se que o FL-02 e Fertil Fire não fazem parte dos grupos de retardantes de maior preocupação ambiental e toxicológica, como os orgânicos halogenados (bromados e clorados) e não contém em sua composição Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs, tais como Hexabromociclododecano (HBCD), ou metais pesados e polifosfatos amônicos, de acordo com as declarações das composições apresentadas, considerando-se ainda que ambos os produtos têm reconhecida solubilidade em água, infere-se que esses produtos não sejam altamente tóxicos, bioacumulativos e muito persistentes no meio ambiente.

44. No mesmo sentido, os estudos de ecotoxicidade apresentados, revelam toxicidade baixa e reduzido potencial de periculosidade dos produtos em relação à exposição aguda para microcrustáceos e peixes (Fire Limit FL-02) e para minhocas (Licet / Fertil Fire).

45. Aplicando-se os resultados dos estudos obtidos até o momento nas tabelas de classificação de agrotóxicos utilizadas pelo Ibama e Anvisa (Anexos 1 e 2 deste parecer) e na classificação da União Europeia do REACH – *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*, para Persistência, Bioacumulação e Toxicidade (Anexo 3 deste parecer), pode-se concluir que os produtos avaliados podem ser classificados como tendo baixa persistência e baixa toxicidade.

Comparação de Resultados			
FIRE LIMIT FL-02	LICET F /FERTIL FIRE	Classificação Agrotóxicos: Ibama /Anvisa (Anexos 1 e 2)	Classificação União Européia – REACH (Anexo 3)
Biodegradabilidade 28 dias: > 25% – Concentração 50 mg COT/L > 25% – Concentração 150 mg COT/L	Biodegradabilidade 28 dias: > 25% – Em pó > 25% – Em solução 175 g/L	Classe IV – Pouco Persistente	Baixa Persistência
Toxicidade Dérmica para ratos (Wistar	Toxicidade Dérmica para ratos (Wistar Hannover):	<u>Fire Limit FL-02:</u>	Baixa Toxicidade

<i>Hannover</i>): DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 2.000 mg/Kg	DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 1.000 mg/Kg – Em pó DL ₅₀ Dérmica (14 dias) > 4.000 mg/Kg – Em solução 175 g/L	Classe III – Medianamente Tóxico <u>Licet F / Fertil Fire</u> : Classe IV – Pouco Tóxico	
Irritação Ocular em Coelhos: Pontuação Irritação: zero. Não foram observados sinais clínicos significativos de toxicidade e nem mortalidade.	Irritação Ocular em Coelhos: Produziu irrite, hiperemia, edema e secreção conjuntivais em 3/3 dos olhos testados. Todos os sinais retornaram ao normal após 72 h.	<u>Fire Limit FL-02</u> : Classe IV – Pouco Tóxico <u>Licet F / Fertil Fire</u> : Classe III – Medianamente Tóxico	–
Toxicidade Oral para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Oral (14 dias) > 2.000 mg/Kg	Toxicidade Oral para ratos (Wistar Hannover): DL ₅₀ Oral (14 dias) > 500 mg/Kg – Em pó DL ₅₀ Oral (14 dias) > 2.000 mg/Kg – Em solução 175 g/L	Classe IV – Pouco Tóxico	Baixa Toxicidade
Toxicidade para peixes (Brachydariorerio): CL ₅₀ (96 h) > 100 mg/L	Toxicidade para peixes (Danio rerio): CL ₅₀ (96 h) > 100 mg/L – produto em pó	Classe IV – Pouco Tóxico	Baixa Toxicidade
Toxicidade para microcrustáceos (Daphnia magna): CL ₅₀ (48 h) > 100 mg/L	Toxicidade para microcrustáceos: Não realizado.	Classe IV – Pouco Tóxico	Baixa Toxicidade
Toxicidade para minhocas: Não realizado.	Toxicidade para minhocas (Eisenia foetida): CL ₅₀ (14 dias) > 1.000 mg/Kg solo.	Classe IV – Pouco Tóxico	Baixa Toxicidade

46. Com os dados disponíveis, não é possível inferir o resultado da utilização repetida deste produto no meio ambiente e quais danos isso pode acarretar aos ecossistemas terrestre e aquático. Porém, levando-se em conta que os produtos se degradam em mais de 80% em 28 dias, com base nessa baixa persistência no ambiente é possível afirmar que a exposição crônica não seja muito relevante na avaliação ambiental do produto.

47. De acordo com os dados enviados pela Rio Sagrado, não foi obtido nenhum documento oficial tal como licença ambiental ou autorização de uso emitida pelos governos português, espanhol e chileno permitindo oficialmente a utilização de retardantes de chama, visto que parece não existir uma sistemática de avaliação toxicológica e ambiental estabelecida para esses produtos em outros países.

48. Faz-se necessário esclarecer a relação entre as empresas Rio Sagrado S.L. (Espanha) proprietária do produto Fire Limit FL-02 e a Rio Sagrado Industrial Química Ltda. (Brasil), patrocinadora dos estudos realizados com o produto Licet F, cujo sócio se declara também proprietário da Ecoplus Company Comercial Ltda, proprietária do produto Fertil Fire.

RECOMENDAÇÕES

49. Sabendo-se da intenção de uso pelo Prevfogo de retardantes de chama no combate a incêndios florestais no período de seca severa e considerando-se a utilização do produto potencialmente poluente cujos dados sobre comportamento nos compartimentos ambientais (ar, água, solo, sedimentos) não são conhecidos e cujos dados sobre a ecotoxicidade ainda são incipientes, recomenda-se as seguintes precauções na utilização desses produtos:

50. Optar por retardantes orgânicos à base de nitrogênio em detrimento dos organofosforados, visto que estes últimos parecem ter toxicidade mais elevada já relatada em diversos estudos.

Todavia, o fato de não terem sido encontrados estudos com retardantes de chama nitrogenados não implica que não apresentem riscos ecotoxicológicos. Por serem formulações mais novas talvez ainda não tenha havido tempo suficiente para avaliação dos impactos ambientais dessas substâncias;

51. Exigir a apresentação da composição qualitativa quantitativa completa do produto retardante que participar de processo de compra pública promovida pelo Prevfogo ou exigir declaração da empresa que seu produto não contém ferrocianeto de sódio (YPS) e polifosfatos de amônio, bem como exigir que os corantes presentes sejam aprovados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) sendo que a relação dos corantes permitidos pela referida Agência para alimentos, medicamentos e cosméticos está disponível no anexo deste parecer (Doc SEI nº 2676813);

52. Mesmo optando pelos produtos nitrogenados, utilizar o retardante apenas em último caso, quando outros meios de combate a incêndios forem ineficientes, seja por escassez de recursos hídricos ou quando o local não permitir fácil acesso para o combate direto das chamas;

53. Nunca reduzir a diluição especificada para o produto, seguindo sempre as recomendações do fabricante para aplicação do retardante de chamas, uma vez que o aumento da concentração desses produtos parece diminuir a biodegradação do mesmo e aumentar a toxicidade para organismos aquáticos, principalmente em corpos hídricos sem correnteza;

54. Evitar aplicação do produto em Áreas de Preservação Permanente (Lei 12.651/2012), reduzindo assim o risco de contaminação de ecossistemas aquáticos e de possíveis locais para captação de água ou pesca para consumo humano. Dessa forma, evitar aplicação de retardantes de chama nas faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima conforme quadro abaixo:

Porte do corpo hídrico	Distância mínima para aplicação de produtos retardantes de chama
Cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura	30 (trinta) metros
Cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura	50 (cinquenta) metros
Cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura	100 (cem) metros
Cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura	200 (duzentos) metros
Cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros	500 (quinhentos) metros
Áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais	100 (cem) metros, em zonas rurais
	50 (cinquenta) metros, corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície (zonas rurais)
	30 (trinta) metros, em zonas urbanas

55. Evitar a geração de deriva para áreas não-alvo da aplicação aérea e, no momento da aplicação, considerar sempre fatores críticos como velocidade do vento, proximidade de corpos hídricos, quantidade de produto necessário;

56. Na aplicação aérea, atentar para a viscosidade do produto utilizado e a altura mínima requerida para aplicação por aeronave, priorizando aeronaves que voem mais baixo. Fluidos de baixa viscosidade quando derramados de altitude elevada, tendem a atomizar e assim não atingem o alvo em concentração suficiente para debelar o fogo. Líquidos supressores de fogo com alta viscosidade, 1500 centipoises (cP), por exemplo, quando derramados de alturas substanciais, tendem a se manterem juntos, podendo atingir uma área específica com uma concentração suficiente para ser efetiva (Brooks et al., 1978). Vale ressaltar que os dois produtos aqui relatados (Fire Limit FL-02 e Fertil Fire) apresentam viscosidade por volta de 200 cP;

57. Documentar a ocorrência de reações adversas sobre a fauna sempre que for identificada a morte de animais em áreas próximas ao local de aplicação do retardante de chama, não atingidas pelo incêndio;

58. Realizar o georreferenciamento de todos os locais onde o retardante de chama for aplicado, registrando a respectiva data da aplicação, quantidade de produto utilizada, tamanho da área aplicada (em hectares), e instituir a suspensão do consumo de água, pesca, caça e consumo de frutas e vegetais na região exposta ao produto pelo prazo de 40 dias, considerando que os produtos se degradam em cerca de 80-90% em 28 dias.

59. Promover o monitoramento dos locais georreferenciados por 6 meses, pelo menos, de forma a identificar algum dano ambiental decorrente da aplicação do retardante de chama;

60. Promover a realização de análise química para investigar os teores do retardante em matrizes ambientais, tais como água superficial, solo, sedimento, peixes e frutas, com coletas realizadas após 30 dias da aplicação do produto;

61. Em caso de aplicação do produto em terras indígenas ou próximo a locais populosos, informar à população da área sobre os possíveis riscos do consumo de água e alimentos provenientes do local nos 40 dias seguintes à aplicação do retardante de chama;

62. Interromper imediatamente a aplicação e o uso do retardante em caso de aparecimento de sinais de intoxicação nos combatentes aplicadores do produto, na população residente próxima ao local de aplicação, ou na fauna da região;

64. Buscar pareceria de especialistas da área química com experiência na área de toxicologia ambiental, em universidades e centros de pesquisa do país, para realizar pesquisa científica e revisão bibliográfica sobre retardantes de chama de forma a se obter dados para subsidiar a regulamentação dessa classe de produtos químicos no Brasil e apontar quais estudos e documentos seriam mais relevantes para a avaliação ambiental dos mesmos;

65. Quanto a questões de segurança ocupacional, solicitar ao fabricante do retardante de chama a ser utilizado pelo Prevfogo a Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ, onde constará os Equipamentos de Proteção Individual - EPIs recomendados e as medidas a serem adotadas em caso de acidente com o produto.

66. Em incêndios florestais em área de difícil acesso, utilizar retardantes de chama preferencialmente em aceiros preventivos, de forma a evitar o uso excessivo de produtos químicos principalmente em áreas de proteção ambiental. Parizzotto et al., (2008), propõem larguras mínimas definidas para aceiros em função da declividade do terreno, conforme tabela abaixo:

Declividade (%)	Largura Mínima (m)
00 a 15	05
16 a 25	10
26 a 35	15
36 a 45	25
≥ 46	35

67. Finalizando, com base na análise descrita e considerando a inexistência de objeção legal que impeça a utilização do produto, recomendamos o uso restrito do retardante de chama à base de nitrogênio, de acordo com as recomendações descritas acima, até que seja regulamentado o registro e uso dessa classe de substâncias no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pieroni, M.C., Leonel, J., Fillmann, G. **Retardantes de chama bromados: uma revisão**. Quim. Nova, Vol. 40, No. 3, 317-326, 2017.
- 1. *Environmental Health Criteria* 192. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc192.htm>, acessada em Junho 2018.
- Waijers, S. L.; Kong, D.; Hendriks, H. S.; de Wit, C. A.; Cousins, I. T.; Westerink, R. H. S.; Leonards, P. E. G.; Kraak, M. H. S.; Admiraal, W.; de Voogt, P.; Parsons, J. R. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**. Whitacre, D. M. ed.; Springer: New York, 2013, Cap. 1.
- Rauert, C.; Harner, T.; Schuster, J. K.; Quinto, K.; Fillmann, G.; Castillo, L. E.; Fentanes, O.; Ibarra, M. V.; Miglioranza, K. S.; Rivadeneira, I. M.; Pozo, K.; Puerta, A. P.; Zuluaga, B. H. A.; *Sci. Total Environ.* 2016, *Article in press*. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.06.229.
- Batista, A.C.; Martini, A., Pereira, J.F. e Ferreira, J. **Avaliação da eficiência de um retardante de longa duração, à base de polifosfato amônico, em queimas controladas em condições de laboratório**. *Sci. For.*, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 223-229, set. 2008.

- Chandler, C.; Cheney, P.; Thomas, P.; Trabaud, L.; Williams, D. **Fire in forestry**. New York: John Wiley, 1983. v.2, 298 p. (Forest Fire Management and Organization);
- PASTOR FERRER, E. **Contribució a l'estudi dels efectes dels retardants en l'extinció d'incendis forestals**. 2004. 304 p. Tese (Doutorado) - Centre de Estudis del Risc tecnològic, Departament d'Enginyeria Química, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, Barcelona, 2004.
- Filho, C.M., Martins, M.C., Ribeiro, G.A., Lima, G.S., Cardoso, M.T. Torres, C.M.M.E., Pinto, F.B. **Eficiência de um retardante de fogo de longa duração utilizado em incêndios florestais**. Ciência florestal, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 365-371, abr.-jun., 2012.
- Pardo, J.M. **Retardantes terrestres, uma novidade em La lucha de incêndios forestales**. IV Simpósio Sul Americano sobre prevenção e combate a incêndios florestais e 8ª Reunião técnica conjunta SIF/FUPEF/IPEF sobre controle de incêndios florestais. Belo Horizonte, 2007.
- Maraboti, V.M. **Eficiência de diferentes retardantes de fogo em plantio de eucalipto**. Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/ UFES, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Florestal. Jerônimo Monteiro-ES, 2015.
- Ribeiro, G.A. et. al. **Eficiência de um retardante de longa duração na redução da propagação do fogo**. Revista Árvore, v. 30, p. 1025-1031, 2006.
- Giménez, A., Pastor, E., Zárata, L., Planas, E., Arnaldos, J. **Long-term forest fire retardants: a review of quality, effectiveness, application and environmental considerations**. International Journal of Wildland Fire, 2004, 13, 1–15.
- Parizotto, W. et al. **Controle dos incêndios florestais pelo corpo de bombeiros de Santa Catarina: diagnóstico e sugestões para seu aprimoramento**. Floresta, Curitiba, pr, v. 38, n. 4, p. 651-662, out./dez. 2008.
- Brooks et al., 1978. **Durable Fire Retardant for Forest and Rangelands**. United States Patent. 4,101,485. Jul.18, 1978.
- Ministério da Saúde – MS. **Portaria Nº 03/MS/SNVS, de 16 de janeiro de 1992**. ANEXO III – Critérios para a classificação toxicológica. http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/svs1/1992/prt0003_16_01_1992.html. Acessado em 25/06/2018.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Relação de corantes permitidos**. <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2954708/Cap%C3%Adulos+do+Volume+1+-+13+Subst%C3%A2ncias+corantes.pdf/30224e2c-f071-46c0-b415-7e3b0db90823>. Acessado em 25/06/2018.
- BRASIL. **Lei Nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. Estabelece normas gerais sobre proteção vegetal, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; e dá outras providências.

ANEXOS

1. Tabelas utilizadas pelo Ibama na avaliação de agrotóxicos para classificação da Persistência, Toxicidade para organismos aquáticos e Toxicidade para organismos do solo:

Biodegradabilidade (quanto ao % CO ₂ em 28 dias)		
%	Classe	Classificação
$X \geq 25$	IV	Pouco Persistente
$10 \leq X < 25$	III	Medianamente Persistente
$1 \leq X < 10$	II	Muito Persistente
$0 \leq X < 1$	I	Altamente Persistente

Organismos Aquáticos		
CL ₅₀ , CE ₅₀ (mg/L)	Classe	Classificação

ou ppm)		
$X \geq 100$	IV	Pouco Tóxico
$10 \leq X < 100$	III	Medianamente Tóxico
$1 \leq X < 10$	II	Muito Tóxico
$0 \leq X < 1$	I	Altamente Tóxico

Organismos do Solo		
CL ₅₀ , CE ₅₀ (mg/Kg ou ppm)	Classe	Classificação
$X \geq 1000$	IV	Pouco Tóxico
$100 \leq X < 1000$	III	Medianamente Tóxico
$10 \leq X < 100$	II	Muito Tóxico
$0 \leq X < 10$	I	Altamente Tóxico

2. Classificação toxicológica utilizada pela Anvisa em função da toxicidade aguda oral, ocular e dérmica – **Portaria N° 03/MS/SNVS, de 16/01/1992:**

Oral Ratos			
DL ₅₀ (mg/Kg)		Classes	Classificação
Líquido	Sólido		
$X > 2000$	$X > 500$	IV	Pouco Tóxico
$200 < X \leq 2000$	$50 < X \leq 500$	III	Medianamente Tóxico
$20 < X \leq 200$	$5 < X \leq 50$	II	Altamente Tóxico
$X \leq 20$	$X \leq 5$	I	Extremamente tóxico

Dérmica Ratos			
DL ₅₀ (mg/Kg)		Classes	Classificação
Líquido	Sólido		
$X > 4000$	$X > 1000$	IV	Pouco Tóxico
$400 < X \leq 4000$	$100 < X \leq 1000$	III	Medianamente Tóxico
$40 < X \leq 400$	$10 < X \leq 100$	II	Altamente Tóxico
$X \leq 40$	$X \leq 10$	I	Extremamente Tóxico

Dérmica (Formulações líquidas e sólidas)		
Efeitos / Sintomas	Classes	Classificação
As formulações que provocam irritação leve ou um escore inferior a 3 (três), segundo o método de Draize e Cols, na pele dos animais testados.	IV	Pouco Tóxico
As formulações que provocam irritação moderada ou um escore igual ou superior a 3 (três) e até 5 (cinco),	III	Medianamente Tóxico

segundo o método de Draize e Cols, na pele dos animais testados.		
As formulações que provocam irritação severa, ou seja, obtenham em escore igual ou superior a 5 (cinco) segundos o método de Draize e Cols na pele de animais testados.	II	Altamente Tóxico
As formulações que provocam ulceração ou corrosão na pele dos animais testados.	I	Extremamente Tóxico

Ocular (Formulações líquidas e sólidas)		
Efeitos / Sintomas	Classes	Classificação
As formulações que não apresentam, de modo algum, opacidade na córnea e aquelas que apresentam irritação leve, reversível dentro de 24 (vinte e quatro) horas, nas mucosas oculares dos animais testados.	IV	Pouco Tóxico
As formulações que não apresentam, de modo algum, opacidade na córnea e aquelas que apresentam irritação reversível dentro de 72 (setenta e duas) horas nas mucosas oculares dos animais testados.	III	Medianamente Tóxico
As formulações que não apresentam, de modo algum, opacidade na córnea, bem como aquelas que apresentam irritação reversível dentro de 7 (sete) dias nas mucosas oculares de animais testados.	II	Altamente Tóxico
As formulações que provocam opacidade na córnea reversível ou não dentro de sete dias ou irritação persistente nas mucosas oculares dos animais testados.	I	Extremamente Tóxico

3. Classificação da União Europeia do REACH – *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals* para Persistência, Bioacumulação e Toxicidade (BPT) – **European Commission EC No 1907/2006 & 1272/2008:**

Classificação	Persistência	Bioacumulação	Toxicidade
Alta	Não biodegradável prontamente	BCF > 500	DL ₅₀ ≤ 1 mg L ⁻¹
	Ou Solo/Sedimento, Lodo DT ₆₀₊ >28 dias	Log K _{OW} ≥ 4	CE ₅₀ ≤ 1 mg L ⁻¹
	Ou Água (pH 7,0) DT ₇₀₊ >28 dias		CL ₅₀ ≤ 1 mg L ⁻¹

Moderada			$1 \text{ mg L}^{-1} < DL_{50} \leq 10 \text{ mg L}^{-1}$
			$1 \text{ mg L}^{-1} < CE_{50} \leq 10 \text{ mg L}^{-1}$
			$1 \text{ mg L}^{-1} < CL_{50} \leq 10 \text{ mg L}^{-1}$
Baixa	Biodegradável prontamente	$BCF < 500$	$DL_{50} > 10 \text{ mg L}^{-1}$
	Ou Solo/Sedimento, Lodo $DT_{60+} \leq 28$ dias	$\text{Log } K_{OW} < 4$	$CE_{50} > 10 \text{ mg L}^{-1}$
	Ou Água (pH7) $DT_{70} \leq 28$ dias		$CL_{50} > 10 \text{ mg L}^{-1}$
Muito Persistente, Muito Bioacumulativo	$DT_{70} \geq 28$ dias		
	$DT_{50} > 60$ dias (água marinha, fresca ou estuarina)		
	$DT_{50} > 180$ dias (solo, sedimento água marinha, fresca ou estuarina)		
	E um $FBC > 5.000$		
FBC: Fator de bioconcentração. DT: Tempo de dissipação de x% da substância. CE₅₀: concentração que provoca 50% do efeito para a espécie da população teste.		Log K_{OW} – Coeficiente de partição octanol/água. DL₅₀: concentração que provoca 50% de mortalidade para a espécie da população teste.	

À consideração superior.
Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por **JETER ISAAC ARAUJO PINTO, Analista Ambiental**, em 05/07/2018, às 11:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS AUGUSTO MARUCH TONELLI, Coordenador**, em 05/07/2018, às 14:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ibama.gov.br/autenticidade>, informando o código verificador **2642975** e o código CRC **FAF68F8B**.