



## AVALIAÇÃO DA BAIXA TOXICIDADE DO RETARDANTE DE INCÊNDIO A LONGO PRAZO FIRELIMIT® FL-02 EM CURSOS DE ÁGUA

Relatório N°. 008/2020

Emitido: 21 de abril de 2020

Marco Antonio Falquete, Engenheiro Químico

Este relatório é uma revisão dos resultados de testes e artigos técnicos sobre a toxicidade para a vida aquática do sulfato de amônio na forma e concentração usadas na formulação FIRELIMIT® FL-02 para combater e suprimir incêndios florestais, em comparação com a forma e a concentração do polifosfato de amônio usado na formulação padrão de outro concorrente, amplamente utilizada em incêndios florestais.

O FIRELIMIT® FL-02 é uma mistura que contém fertilizantes amplamente utilizados na agricultura e um pacote de aditivos para estabilização do prazo de validade, fácil dispersão na água, espalhamento em substrato vegetal e estabilização do pH.

Uma característica importante no uso do íon amônio, como o sulfato de amônio, no FIRELIMIT® FL-02, é que sua concentração na forma diluída para espalhar no substrato florestal é muito reduzida quando comparada, por exemplo, ao PHOS-CHECK® LC- 95 padrão, o retardador de incêndio de longo prazo mais utilizado. Nos cálculos a seguir, temos a concentração final no íon amônio para cada produto em gramas de íons  $\text{NH}_4^+$  por metro quadrado de substrato florestal.

### CONCENTRAÇÃO DO ÍON AMÔNIO NO FIRELIMIT® FL-02 E NO PHOS-CHECK® LC-95, NA APLICAÇÃO

- No FIRELIMIT® FL-02, cobertura máxima de íons amônio, em quilogramas por metro quadrado de área florestal:

Íon amônio no sulfato de amônio, % em massa	27,27%
Sulfato de amônio no FL-02, % em massa, base seca	29,85%
Conteúdo de água no produto concentrado, % em massa	40%
Sulfato de amônio no FL-02, % em massa, base úmida	17,91%
% Suspensão concentrada FL-02 na suspensão diluída, em massa	12,50%
% Sulfato de amônio na suspensão diluída, em massa	2,24%
Densidade de aplicação da suspensão diluída sobre a cobertura florestal	2,00 L/m <sup>2</sup> , máx.



Concentração do sulfato de amônio sobre a área florestal	0,044775 kg/m <sup>2</sup>
<b>Concentração do íon amônio sobre a área florestal</b>	<b>0,012 kg/m<sup>2</sup></b>

Fonte: Rio Sagrado S.L.

- No PHOS-CHECK® LC-95, cobertura máxima de íons amônio, em quilogramas por metro quadrado de área florestal:

O PHOS-CHECK® LC-95 é composto principalmente por polifosfato de amônio, os componentes restantes sendo aditivos de desempenho, portanto calculamos o conteúdo de amônio do PHOS-CHECK® LC-95 com base em seus dados disponíveis no site do PHOS-CHECK®:

Conversão de unidade:

Conversão galões/litro	3,785 L/galão
Conversão m <sup>2</sup> /100 pés <sup>2</sup>	9,29 m <sup>2</sup> /100 pés <sup>2</sup>
Conversão galões/100 pés <sup>2</sup> para L/m <sup>2</sup>	0,407414

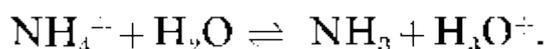
Cálculos:

Íon amônio no polifosfato, % em massa	18,56%
% polifosfato de amônio no PHOS-CHECK® LC-95, % em massa, base seca	70%
Densidade da suspensão concentrada, g/mL	1,48
Diluição do PHOS-CHECK® LC-95 concentrado em água, em massa	21,20%
% polifosfato de amônio no PHOS-CHECK® LC-95 diluído, em massa	14,84%
Densidade de aplicação da suspensão diluída sobre a cobertura florestal, galões/100 pés <sup>2</sup> , máx.	6
Densidade de aplicação da suspensão diluída sobre a cobertura florestal, L/m <sup>2</sup> , máxima	2,44
Concentração do polifosfato de amônio sobre a área florestal, kg/m <sup>2</sup>	0,34
<b>Concentração do íon amônio sobre a área florestal</b>	<b>0,063 kg/m<sup>2</sup></b>

Fontes: [https://385xpfxe1e13almu7u8sj31b-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/PC\\_LC95-Retardants\\_PCC-2019042-2\\_A4.pdf](https://385xpfxe1e13almu7u8sj31b-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/PC_LC95-Retardants_PCC-2019042-2_A4.pdf); [https://385xpfxe1e13almu7u8sj31b-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/PC\\_Ground-Applied-Brochure\\_PCC-2019019-0.pdf](https://385xpfxe1e13almu7u8sj31b-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/PC_Ground-Applied-Brochure_PCC-2019019-0.pdf)

Em resumo, a proporção do teor de amônio no PHOS-CHECK® LC-95 / FIRELIMIT® FL-02 é, para cobertura máxima (como, por exemplo, para a floresta mista da planície costeira da Flórida) = 0,063 / 0,012 = **5,12 vezes superior.**

Portanto, a concentração de íons de amônio é 5 vezes menor no FIRELIMIT® FL-02 do que no retardante de fogo de longo prazo padrão. Sabemos que o íon amônio é totalmente metabolizado por bactérias presentes nas águas ribeirinha e lacustre, porém o gás de amônia livre (NH<sub>3</sub>) pode ser tóxico para a vida aquática, então o FIRELIMIT® possui estabilizadores para minimizar a probabilidade de geração de amônia livre por meio da reação:



Para garantir a estabilidade do íon amônio na água de diluição, testamos nossa formulação concentrada diluída em água muito alcalina, simulando a condição crítica de campo em que o bombeiro não tem uma fonte de água de torneira neutra. Simulamos o caso de uma situação de emergência que exige água de um lago severamente eutrófico, onde a água pode atingir um pH tão alto quanto 11. Mesmo nesta situação crítica (e rara), a solução / suspensão final ficou estável durante o armazenamento por 3 meses, sem liberação de amônia livre.

Confirmando nossas expectativas, temos um resultado de baixa mortalidade de peixes-zebra (*Danio rerio*, anteriormente *Brachidanio rerio*) após um teste de exposição de 96 h de acordo com o OCDE 203. O LD-50 foi estimado em 6930 mg de FL-02/L, após 96 h de exposição <sup>(1)</sup> e uma baixa mortalidade dos crustáceos pulga d'água (*Daphnia magna*) após o teste OCDE 202 de 48 horas. O teste não resultou em mortalidade, mesmo na concentração máxima de 10000 mg de FL-02/L <sup>(2)</sup>.

Outra questão importante sobre a toxicidade ambiental para os cursos de água é a eutrofização dos lagos, um fenômeno em que o excesso de nutrientes pode levar ao crescimento excessivo de microrganismos, principalmente cianobactérias, que no final causam a proliferação de algas e a falta de oxigênio dissolvido fatais para os animais aquáticos. Este fenômeno foi atribuído anteriormente a compostos de fósforo, principalmente fosfatos e polifosfatos de detergentes e fertilizantes, e a nitratos. Pesquisas mais recentes mostraram que o mecanismo de eutrofização é predominantemente causado por compostos de fósforo <sup>(3)</sup>. Por isso mesmo, estratégias de redução e precipitação de fosfatos e polifosfatos estão sendo empregadas com sucesso para reduzir ou eliminar a eutrofização em lagos. Por esse motivo, o FIRELIMIT® FL-02 é uma formulação livre de fósforo.

Bibliografia:



1. Codina Prunés, Jordi. Report nr. 11539/14/6995: Ecotoxicity determination in fishes according to OCDE 203, for FL-02, client: Rio Sagrado S.L. Eurofins Product Testing Spain S.L. 2014.
2. Codina Prunés, Jordi. Report nr. 11539/14/6996: Ecotoxicity determination in Daphnia's according to OCDE 202, for FL-02, client: Rio Sagrado S.L. Eurofins Product Testing Spain S.L. 2014.
3. Schindler, David W.; Carpenter, Stephen R.; Chapra, Steven C.; Hecky, Robert E.; Orihel, Diane M. (2016). Reducing Phosphorus to Curb Lake Eutrophication is a Success. **Environmental Science & Technology**. 50 (17). 8923-8929. Available at: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.6b02204>