

## IV-202 - INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO POR AGROTÓXICOS DE DIFERENTES CLASSES EM MANANCIAS SITUADOS NA BACIA DO BAIXO JAGUARIBE-CE.

**Leila Lima da Silva<sup>(1)</sup>**

Graduando Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE) Campus Limoeiro do Norte.

**Maria Aparecida Liberato Milhome<sup>(2)</sup>**

Doutora em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do Instituto Federal do Ceará (IFCE) Campus Limoeiro do Norte.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Pedro Olimpio de Sousa, 2976 – Bom Nome – Limoeiro do Norte – Ceará – CE – CEP: 62930-000 – Brasil – Tel: (88) 9254-4927 – e-mail: leilalima056@gmail.com

### RESUMO

O risco de contaminação por agrotóxicos tem sido preocupante desde a introdução desses produtos para o controle de pragas na agricultura. No entanto, somente nos últimos anos, os avanços das tecnologias de análises vêm proporcionando o monitoramento desses resíduos em água e alimentos. Os herbicidas representam a classe de agrotóxicos mais comercializados no Brasil. Os índices de câncer elevaram-se na população do Baixo Jaguaribe, e estudos sugerem que esse fato está relacionado à utilização indiscriminada de agrotóxicos. Assim modelos teóricos para avaliação do potencial de contaminação desses resíduos em águas superficiais podem ser aplicados, como o método de GOSS. A presente pesquisa visa avaliar o risco de contaminação por agrotóxicos em águas superficiais situadas na Bacia do Baixo Jaguaribe - CE, região de intenso uso desses produtos. Determinar o nível e o potencial contaminante de agrotóxicos de suas diferentes classes. O Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi corresponde exatamente a uma das principais áreas do agronegócio e de fruticultura irrigada da região situado na Chapada do Apodi, estando também entre Limoeiro do Norte e Quixeré. As informações obtidas dos pesticidas aplicados pelos agricultores foram obtidos através de uma visita aos principais pontos de vendas de agrotóxicos da cidade de Limoeiro do Norte. através dos dados obtidos na pesquisa que dois compostos (Dicloreto de Paraquate, Difenconazol) tem alto potencial de contaminação através do transporte associado ao sedimento, enquanto os compostos com elevado potencial de contaminação pelo transporte dissolvidos em água foram observados para Atrazina e Difenconazol. Com isso pode-se destacar o Difeconazol que teve alto potencial tanto no sedimento como dissolvido em água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agrotóxicos, Bacia do Baixo Jaguaribe, Investigação do Potencial de Contaminação, Herbicidas, Monitoramento químico da água, Método de GOSS.

### INTRODUÇÃO

O risco de contaminação por agrotóxicos tem sido preocupante desde a introdução desses produtos para o controle de pragas na agricultura. No entanto, somente nos últimos anos, os avanços das tecnologias de análises vêm proporcionando o monitoramento desses resíduos em água e alimentos.

O uso de agrotóxicos aumenta a disponibilidade de alimentos e diminuem seus custos, amplia o lucro dos agricultores, funcionam melhor e mais rápido que outras alternativas e produtos mais seguros e efetivos estão sendo desenvolvidos. Porém, apresentam mobilidade no ambiente, desenvolvem resistência genética, destroem inimigos naturais e a conversão de pragas secundárias em pragas primárias, círculo vicioso quanto ao uso, amplificação biológica, ameaças à vida silvestre e à saúde humana de curto a longo prazo (ALVES FILHO, 2002).

Um aspecto importante que tem de ser levado em consideração para o uso com segurança dos agrotóxicos é a ocorrência e persistência dos resíduos destes compostos e de seus metabólitos na cadeia alimentar. Além dos efeitos tóxicos sistêmicos para os quais são estabelecidas doses limites de exposição, há uma enorme

preocupação com os efeitos de longa duração (Sarcinelli, 2003), pois alguns agrotóxicos são considerados importantes agentes carcinogênicos e mutagênicos. (Santos et al., 2002; Sarcinelli et al., 2003).

A contaminação de um corpo d'água por agrotóxicos ocorre principalmente de uma forma difusa, o que evidentemente dificulta a adoção de medidas para impedir sua chegada aos rios e lagos, contaminando ainda os aquíferos subterrâneos (BRASIL, 2006).

Os herbicidas representam a classe de agrotóxicos mais comercializados no Brasil. Devido à dimensão de áreas utilizadas para produção de alimentos, somente no Brasil, são aplicados cerca de 470 mil toneladas de herbicidas anualmente, sendo 214 mil toneladas de ingredientes ativos (SINDAG, 2013). Considerando a área utilizada para agricultura, a aplicação média de herbicidas no Brasil é de  $6,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

Na região do baixo Jaguaribe encontram-se grandes áreas de Agricultura Irrigada, como o Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi e o Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas. Nos últimos anos diversos trabalhos citam que o uso de agrotóxicos tem sido intenso, tornando a população susceptível à contaminação (AMARANTE et al., 2002, DOS SANTOS et al., 2013).

Os índices de câncer elevaram-se na população do Baixo Jaguaribe, e estudos sugerem que esse fato está relacionado à utilização indiscriminada de agrotóxicos (RIGOTTO, 2010; CRESSEY, 2015). Modelos teóricos para avaliação do potencial de contaminação desses resíduos em águas superficiais podem ser aplicados, como o método de GOSS (1992). Essa técnica possibilita avaliar o comportamento dos resíduos de agrotóxicos no meio ambiente, com base em suas propriedades físico-químicas (ANVISA, 2018).

Desta forma se faz necessário o monitoramento químico da água para consumo humano, podendo até se tornar uma ferramenta primordial para a prevenção de possíveis doenças, advindas da contaminação por agrotóxicos, além de ser até um indicativo de poluição ambiental, já que as águas captadas para consumo provem das águas superficiais.

A presente pesquisa visa avaliar o risco de contaminação por agrotóxicos em águas superficiais situadas na Bacia do Baixo Jaguaribe - CE, região de intenso uso desses produtos. Determinar o nível e o potencial contaminante de agrotóxicos de suas diferentes classes. Além disso, o estudo busca investigar a toxicidade dos compostos detectados em amostras de água, para analisar o risco à população.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 - Local de Estudo**

Região Hidrográfica do Baixo Jaguaribe – drena uma área de  $5.452 \text{ Km}^2$ , percorrendo cerca de 137 km, que se estende desde a Ponte de Peixe Gordo na BR-116 até a sua foz, localizada na cidade de Fortim. O rio Jaguaribe, nessa região, tem como principal tributário o rio Palhano, no qual está localizado o açude Santo Antônio de Russas, gerenciado pela COGERH, com uma capacidade de acumular  $24.000.000 \text{ m}^3$ . Nesta região estão inseridos 09 municípios.

O Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi corresponde exatamente a uma das principais áreas do agronegócio e de fruticultura irrigada da região situado na Chapada do Apodi, estando também entre Limoeiro do Norte e Quixeré. A água que supre o perímetro é assegurado pelo rio Jaguaribe, perenizado pelo Açude Castanhão, tendo derivação com a barragem das Pedrinhas, no rio Quixeré. Por meio do canal Jaguaribe-Apodi esta água segue até o perímetro Irrigado.

### **2.2 - Levantamentos dos pesticidas aplicados na agricultura irrigada do Baixo Jaguaribe**

As informações obtidas dos pesticidas aplicados pelos agricultores foram obtidos através de uma visita aos principais pontos de vendas de agrotóxicos da cidade de Limoeiro do Norte, onde os mesmos informaram que atualmente, após a crise hídrica o perímetro irrigado ainda se encontra no setor da fruticultura, produzindo: banana, coco, goiaba, mamão, melão, milho, feijão.

### 2.3 – Avaliações do potencial de contaminação de águas superficiais

O potencial de contaminação das águas superficiais pode ser previsto pelos critérios propostos por GOSS, descritos na Tabela 1. Os pesticidas são classificados em alto e baixo potencial de contaminação em função do transporte associado aos sedimentos ou dissolvidos em água. As substâncias que não se enquadram em nenhum dos critérios citados são consideradas de potencial intermediário de contaminação para águas superficiais (MARQUES, 2005).

## RESULTADOS

Para prever o comportamento de cada agrotóxico no meio ambiente, analisa-se a solubilidade (S), o coeficiente de adsorção a matéria orgânica (Koc) e a meia vida (DT50). Por meio do Método de GOSS para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais, levando em conta o potencial de transporte tanto dissolvido em água quanto ao potencial de transporte associado por sedimento. Na tabela 1 foi analisado os resultados de acordo com o Método de Goss e suas especificações.

**Tabela 1: Método de GOSS para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais transporte associado ao sedimento**

<b>Potencial de transporte associado ao sedimento</b>			
	<b>DT50solo (d)</b>	<b>Koc (mL.g<sup>-1</sup>)</b>	<b>S (mg.L<sup>-1</sup>)</b>
Alto potencial	≥40	≥ 1000	-
	≥ 40	≥ 500	≤ 0,5
Baixo potencial	< 1	-	-
	≤ 2	≤ 500	-
	≤ 4	≤ 900	≥ 0,5
	≤ 40	≤ 40	≥ 0,5
	≤ 40	≤ 900	≥ 2

**Tabela 1.1 : Método de GOSS para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais transporte dissolvido em água**

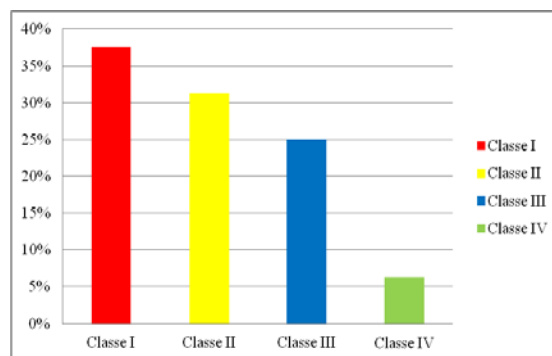
<b>Potencial de transporte dissolvido em água</b>			
	<b>DT50solo (d)</b>	<b>Koc (mL.g<sup>-1</sup>)</b>	<b>S (mg.L<sup>-1</sup>)</b>
Alto potencial	> 35	< 100000	≥ 1
	< 35	≤ 700	≥ 10 e ≤ 100
Baixo potencial	-	≥ 100000	-
	≤ 1	≥ 1000	-
	< 35	-	< 0,5

Por se tratar de um dos maiores centros do agronegócio muitos agrotóxicos são aplicados diariamente na irrigação do Baixo Jaguaribe. Foi feito um levantamento na própria região do princípio ativo dos principais produtos agrícolas utilizados, obtendo informações sobre as propriedades dos compostos apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2: Características e avaliação do potencial de contaminação dos principais pesticidas usados na agricultura irrigada na região Baixo Jaguaribe, CE.**

Nome	Nome comercial	Grupo Químico	Classe	Toxicidade	DT <sub>50</sub> Solo	K <sub>oc</sub> (mg/L)	S (mg/L)
Acefato	Orthene 750 br	Organofosforado	A	III	3	302	790.000
Abamectina	Abamectin Nortox	Avermectinas	A	I	30	5.638	1,21
Atrazina	Aclamado BR	Triazina	H	III	75	100	35
Bispiribaque-sódico	Nominee	Ácido pirimidiniloxibenzóico	H	II	13	-	64.000
Cletodim	Select 240 EC	Oxima ciclohexanodiona	H	II	0,55	-	5.450
Clorantranilprole	Premio, Altacor	Antranilamida	I	III	597	362	0,88
Dicloreto de paraquate	Gramoxone	Bipiridílio	H	I	365	100.000	620.000
Difenoconazol	Score, Difcor 250 EC	Triazol	F	I	E	3.760	15
Fenpiroximato	Ortus 50 SC	Pirazol	A	II	49	-	0,023
Glifosato	Glifosato	Glicina substituída	H	IV	15	1.424	10.500
Hexitiazoxi	Talento	Tiazolidinacarboxamida	A	II	30	-	0,1
Imidacloprido	Cigara	Neonicotinóide	I	I	191	-	610
Metomil	Lannate BR, Bazuka 216 SL	Diversos	I	I	7	72	55.000
Trifloxistrobina	Nativo	Estrobilurina	F	II	0,34	-	0,61
Tiametoxam	Engeo Pleno S	Neonicotinóide	I	III	50	56.2	4.100

A figura 1 mostra os resultados obtidos das classificações toxicológicas dos agrotóxicos mais utilizados no perímetro irrigado. Verifica-se que dentre os 16 pesticidas levantados, 38% são classificados como classe I (extremamente tóxico), 31% de classe II (altamente tóxico), 25% classificados em classe III (mediamente tóxico) e por fim 6% em classe IV (pouco tóxico). Dentre os classificados como extremamente tóxico, temos a Abamectina, Cipermetrina, Imidacloprido que são bastante vendidos na região.



**Figura 1 – Classificação Toxicológica dos agrotóxicos utilizados na região do Perímetro Irrigado Jaguaribe Apodi-CE**

A alta solubilidade em água indica a probabilidade do composto a ser removido do solo. O Acefato, Metomil, Glifosato, Paraquat compostos muito utilizados na região tem mais tendência a serem carregados pela chuva, ou de até mesmo ser carregados pela própria água da irrigação e daí atingir os corpos d'água. Já o coeficiente de adsorção a matéria orgânica (Koc) revela o potencial de mobilidade deste composto, assim como também a meia vida tem como objetivo observar as condições que o composto consegue ficar em mobilidade por um determinado tempo, analisando as variáveis como clima e solo.

Desta forma para analisar o risco de contaminação em águas superficiais se faz necessária uma avaliação das características do princípio ativo daqueles produtos utilizados, todos descritos na Tabela 2.

Os critérios de avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais pode ser determinado pelo método de Goss. Esta classificação se divide entre dois grupos: os dissolvidos em água e aqueles compostos que são associados ao sedimento em suspensão. Com isso através da meia vida do princípio ativo no solo (DT50solo), o coeficiente de adsorção a matéria orgânica do solo (Koc) e a solubilidade em água (S), fez-se uma classificação em alto potencial (AP), médio potencial (MP), baixo potencial (BP) e os que não atendem aos critérios (NA). Os resultados da avaliação do potencial de contaminação encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3 – Resultado da avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais, por pesticidas utilizados em agricultura irrigada na região do Baixo Jaguaribe (Método Goss).**

PRINCÍPIO ATIVO	POTENCIAL DE TRANSPORTE ASSOCIADO AO SEDIMENTO		POTENCIAL DE TRANSPORTE DISSOLVIDO EM ÁGUA	
	CRITÉRIO	RES	CRITÉRIO	RES
ACEFATO	$DT50 \leq 4$ $KOC \leq 900$ $S \geq 0,5$	BP	NA	MP
ABAMECTINA	NA	MP	NA	MP
ATRAZINA	NA	MP	$DT50 > 35$ $KOC < 100000$ $S \geq 1$	AP
BISPIRIBAQUE - SÓDICO	NA	MP	NA	MP
CLETODIM	$DT50 < 1$	BP	NA	MP
CIPERMETRINA	NA	MP	$KOC > 100000$	BP
CLORANTRANILIPROLE	NA	MP	NA	MP
DICLORETO DE PARAQUATE	$DT50 \geq 40$ $KOC \geq 1000$	AP	NA	MP
DIFENOCONAZOL	$DT50 \geq 40$ $KOC \geq 1000$	AP	$DT50 > 35$ $KOC < 100000$ $S \geq 1$	AP
FENPIROXIMATO	NA	MP	NA	MP
GLIFOSATO	NA	MP	NA	MP
HEXITIAZOX	NA	MP	$DT50 < 35$ $KOC - S < 0,5$	BP
IMIDACLOPRIDO	NA	MP	NA	MP
METOMIL	$DT50 \leq 40$ $KOC \leq 500$ $S \geq 0,5$	BP	NA	MP
TRIFLOXISTROBINA	$DT50 < 1$	BP	NA	MP
TIAMETOXAM	NA	MP	$DT50 > 35$ $KOC < 100000$ $S \geq 1$	AP

Através destes resultados, os princípios ativos encontrados mostraram dois compostos em alto potencial, nove com médio potencial e quatro em baixo potencial para a contaminação através do transporte associado ao sedimento. Já os compostos de contaminação através do transporte dissolvidos em água, obteve dois em baixo potencial, onze em médio potencial e apenas dois em alto potencial.

## CONCLUSÕES

Conclui-se através dos dados obtidos na pesquisa que dois compostos (Dicloreto de Paraquate, Difenconazol) tem alto potencial de contaminação através do transporte associado ao sedimento, enquanto os compostos com elevado potencial de contaminação pelo transporte dissolvidos em água foram observados para Atrazina e Difenconazol. Com isso pode-se destacar o Difeconazol que teve alto potencial tanto no sedimento como dissolvido em água.

A identificação destes dados já trás informações para que os órgãos ambientais e de gerenciamento dos recursos hídricos da região do Baixo Jaguaribe. Além disso, os resultados servem de alerta para aos agricultores que manejam os compostos, para que utilizem medidas preventivas de controle e de segurança do trabalho. Nesse contexto, se torna importante fazer um monitoramento destes compostos nos recursos hídricos da região, pois podem vir causar problemas de saúde na população.

A pesquisa ainda se encontra em execução e deve-se continuar para que se obtenha ainda mais informações e dados das amostras coletadas nas águas superficiais da região do perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi para que se faça análises cromatográficas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES FILHO, J. P. Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos. São Paulo: Annablume, 2002. 188 p.
2. ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2018. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>
3. APHA. Standard Methods for the examination of water & wastewater, 21st Edition, Washington, USA. 2005
4. AMARANTE JUNIOR, O. P.; DOS SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L.. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. Quim. Nova, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.
6. CRESSEY, D. Widely used herbicide linked to cancer. Springer Nature. doi:10.1038/nature.2015.17181, 2015
7. DOS SANTOS, E. A.; CORREIA, N. M; BOTELHO, R. G. Resíduos de herbicidas em corpos hídricos - Uma revisão. Revista Brasileira de Herbicidas, v.12, n. 2, p.188-201, 2013
8. GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potencial water quality impacts. Weed Technology. v. 6, n. 3, p-701-708, 1992
9. RIGOTTO, M. R. Estudo epidemiológico da população da região do Baixo Jaguaribe exposta à contaminação ambiental em área de uso de agrotóxicos, Fortaleza. 2010. Retrieved May 21, 2014, from <http://www.memorialapodi.com.br/linhadotempo/docs/2010/08/>
10. SINDAG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola. 2013 Disponível em <http://www.sindag.com.br/>. Acesso em: 20 de Março de 2018
11. SANTOS F.J; Galceran M.T; (2002). The application of gas chromatography to environmental analysis. Trends in analytical chemistry 21, nº 9+10.
12. SARCINELLI, P. N. (2003). Exposição de crianças e adolescentes a agrotóxicos. In: Peres, F. & Moreira, J. C. (org). É veneno ou remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente. Capítulo 2. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 384 p.