

# **Análise da contaminação por agrotóxicos em fontes de água de comunidades agrícolas no Extremo Sul da Bahia.**

***Érica de Jesus Portugal***

***Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB).***

***Patrícia Burth***

***Professora Associada IV da área de Bioquímica da Universidade Federal Fluminense.***

***Jorge Luiz Fortuna***

***Professor adjunto da área de microbiologia do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia (UNEB).***

***Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol10ed2.282>***

## **Resumo**

A implementação excessiva dos recursos tecnológicos nas atividades agrícolas, tais como aplicação de agrotóxicos, fertilizantes, máquinas e implementos agrícolas, agravam o desequilíbrio do ecossistema. A região do Extremo Sul da Bahia possui afluentes e inúmeros minadouros e nascentes, onde a água é visivelmente limpa e agradável. Sendo assim é preocupante o uso contínuo e indiscriminado de agrotóxicos em monoculturas vizinhas aos mananciais, contaminando-os e, por conseguinte, trazendo danos à saúde de quem os utiliza. O presente trabalho teve como objetivo analisar as águas de recursos hídricos utilizados pela comunidade rural localizada próxima a esses plantios, na intenção de pesquisar a presença de agrotóxicos organofosforados e carbamatos. As amostras de água foram coletadas de 36 poços; 11 cisternas; cinco rios; três nascentes e uma represa, totalizando 56 pontos. Todos estes pontos de coletas localizavam-se em comunidades que não eram atendidas por rede de abastecimento de água e esgoto, o que torna esses sistemas hídricos potenciais fontes de água para consumo humano direto. Para as análises foi utilizado um kit fornecido pelo Laboratório de Enzimologia e Sinalização Celular, Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense (UFF). O kit é composto de enzima

acetilcolinesterase; ditionitrobenzoato (DTNB) e reativo de cor. Das 56 (100%) amostras de água analisadas de diferentes fontes (poços; cisternas; rios; nascentes; represa), 39 (69,64%) encontravam-se acima do limite permitido por lei e apenas 17 (30,36%) apresentavam-se abaixo do estabelecido pela legislação. Comprovou-se, pelos resultados apresentados, da existência de contaminação por organofosforados e carbamatos nos sistemas hídricos superficiais e subterrâneos utilizados para consumo humano direto, nas regiões agrícolas dos municípios de Teixeira de Freitas e Medeiros Neto.

**Palavras-chave:** Acetilcolinesterase. Organofosforado. Carbamato. Agrotóxico.

## **Analysis of contamination of water with agrochemicals in agricultural communities in southernmost Bahia state, Brazil.**

### ***Abstract***

The excessive technification of agricultural activities, as observed in the use of agrochemicals, fertilizers, and machinery affect negatively the ecosystem balance. The southernmost region of the state of Bahia, Brazil, is home to several rivers and riverheads whose water is clear and suitable for human use. In this sense, the continuous, indiscriminate use of agrochemicals in monoculture plantations adjacent to wellheads causes concerns due to the associated pollution hazards, with damage to the health of those who use these water resources. The present study analyzed the waters of hydrological resources used by rural communities near these plantations to assess the presence of organophosphorus and carbamate agrochemicals. Water samples were collected in 36 wells, 11 cisterns, five rivers, three riverheads, and one dam, totaling 56 sites. All collection sites were located in communities that are not served by public water utilities companies or municipal sewage systems, which means that the water sources are potentially used as direct water supply by these population. The analyses were carried out using kits provided by the Laboratory of Enzymology and Cell Signaling, Universidade Federal Fluminense (UFF), Brazil. The kit includes the enzyme acetylcholinesterase, dithionitrobenzoate, and a color indicator. Of the 56 samples analyzed, 39 (69.64%) presented contamination levels above the legal threshold and only 17 (30.36%) were below that established by legislation. The results

revealed both surface water and groundwater used for direct human consumption in agricultural districts of the municipalities of Teixeira de Freitas e Medeiros Neto are contaminated with organophosphorus and carbamate compounds..

**Keywords:** Acetylcholinesterase. Organophosphorus. Carbamate. Agrochemicals.

Recebido em 01/12/2016 Aceito em 06/03/2017

## **Introdução**

A prática da agricultura pela humanidade se dá há mais de dez mil anos e o uso intenso de agrotóxicos das lavouras existe há mais ou menos meio século. Há muito tempo já se usavam compostos químicos no combate a pragas da agricultura, na intenção de ampliar a produção agrícola (CARNEIRO et al., 2012).

O que é visto atualmente é o uso intensificado dos recursos naturais para atividades agropecuárias. A utilização das tecnologias na exploração dos recursos naturais nem sempre é benéfica para o meio ambiente tampouco promove o desenvolvimento (LOPES, 2013). A implementação excessiva dos recursos tecnológicos nas atividades agrícolas, tais como aplicação de agrotóxicos, fertilizantes, máquinas e implementos agrícolas, agravam o desequilíbrio do ecossistema.

Com o grande crescimento demográfico, torna-se necessário o aumento da produção alimentar, empregando-se, desse modo, o uso de insumos/defensivos para que não haja perda da produção, e para que também haja aceleração no processo de desenvolvimento da agricultura (LEAL; FARIAS, 2008).

O Extremo Sul da Bahia está se desenvolvendo gradativamente tanto na área comercial, industrial, quanto na infraestrutura dos municípios. Esse crescimento obriga a um maior dinamismo na agropecuária que necessita lançar mão de recursos tecnológicos no intuito de atender essa demanda. A produção agrícola cresce consideravelmente devido ao aumento efetivo e substancial da população e o desenvolvimento dos municípios.

Na região são cultivadas monoculturas de café, eucalipto, cana-de-açúcar, abóbora, melancia, mamão e outras. Essas monoculturas estão localizadas próximo às comunidades rurais que sofrem ações involuntárias do meio externo. Ações essas

decorrentes de intempéries da natureza, tais como, chuvas abundantes, ventos, excessivo calor, que expõem o pequeno agricultor dessas comunidades causando-lhes malefícios à saúde por meio de contaminação de agrotóxicos classificados como herbicidas, fungicidas, inseticidas e outros.

O empobrecimento, ou seja, a falta de nutrientes, microrganismos, vitaminas, sais minerais e outros no solo, diminuiu o desenvolvimento e proteção de uma planta. A redução de nutrientes diminuiu substancialmente a resistência da planta deixando assim o plantio vulnerável a pragas, fungos e insetos, isso preocupa o agricultor, pois as ocorrências de infestações podem ocasionar perdas eminentes da planta e do fruto (EMBRAPA, 2007). Diante disso cresce cada vez mais o uso indiscriminado de agrotóxicos para combater tais pragas.

Em relação aos agrotóxicos, o modelo de agricultura convencional que se pratica visa o uso intensivo das matérias-primas. Com isso se exige do meio ambiente grande resiliência do ecossistema, pois o que se motiva é o aumento da produtividade baseado em plantações de uma única espécie (monocultura), eliminando a biodiversidade local (SOARES, 2010).

Esse tipo de problema abrange vários segmentos econômicos e ecológicos. Muito embora haja quem defenda a resiliência do ecossistema, há, no entanto, estudiosos que refutam essa tese. Afirmam estes pesquisadores, que existe um limite de resiliência para cada ecossistema, como é o caso da desertificação em decorrência das ações humanas na agricultura em ambientes extremamente frágeis (MUELLER, 2007). Portanto o uso de agrotóxicos é prejudicial ao ambiente e todos os seres vivos envolvidos.

O uso corriqueiro, e muitas vezes incorreto, de agrotóxicos pode apresentar riscos como, contaminação dos solos agrícolas, das águas superficiais e subterrâneas, dos alimentos, apresentando assim, riscos e efeitos negativos em muitos organismos terrestres e aquáticos e de intoxicação humana pelo consumo de água e alimentos contaminados, além do risco de intoxicação de moradores, trabalhadores e produtores rurais (SPADOTTO, 2009).

Condições meteorológicas, microrganismos do solo, propriedades físicas e composição química do solo, presença ou ausência de plantas, localização da área

na topografia e práticas de manejo do solo podem também afetar o destino de agrotóxicos no ambiente. Além disso, a taxa e a quantidade de água que se move na superfície e no perfil do solo têm um grande impacto no movimento dos agrotóxicos (SPADOTTO; GOMES, 2015).

Os efeitos ambientais ocasionados pela dispersão e/ou distribuição dos agrotóxicos é a contaminação das águas, prejudicando a vida marinha; dos lençóis freáticos, leitos de rios, córregos e lagos. Também a poluição atmosférica, que é o resultado da dispersão de partículas que ocorre no ato de pulverizar ou de manipular os produtos e a dissipação de produtos mal estocados. A pulverização é a forma mais perigosa e difícil de controlar, uma vez que o vento propaga as partículas para lugares mais longínquos, contaminando um número maior de pessoas. Acredita-se que mais pessoas estejam expostas através desta via, se comparada à via ocupacional, esta última apresenta um impacto mais severo (MOREIRA et al., 2012).

Estudos comprovam que a presença de agrotóxicos nos sistemas hídricos é mais comum do que se esperava, principalmente nos sistemas hídricos próximos de regiões agrícolas que usam com intensidade esses agentes (SCHUBART, 1997).

A região possui afluentes e inúmeros minadouros e nascentes, onde a água é visivelmente limpa e agradável. Sendo assim é preocupante o uso contínuo e indiscriminado de agrotóxicos em monoculturas vizinhas aos mananciais, contaminando-os e, por conseguinte, trazendo danos à saúde de quem os utiliza.

Diante disso o presente trabalho tem a intenção de colaborar para o conhecimento mais concreto desse problema de saúde ambiental. O trabalho teve como objetivo analisar as águas de recursos hídricos utilizados pela comunidade rural localizada próxima a esses plantios, na intenção de pesquisar a presença de agrotóxicos organofosforados e carbamatos.

## **Metodologia**

### **Área de Estudo e Coleta de Amostras**

Na seleção dos pontos de coleta de água procurou-se abranger os municípios de Teixeira de Freitas e Medeiros Neto, ambos localizados na região do Extremo Sul da Bahia.

Os pontos escolhidos para a realização das coletas das amostras de água estavam localizados próximos às culturas agrícolas ativas que, de alguma forma, se utilizavam de insumos agrícolas. As propriedades escolhidas localizavam-se às margens da rodovia estadual BA-290 e contavam com residências próximas às plantações. Os pontos das coletas foram mapeados com o auxílio de um GPS da marca Garmin®, modelo Etrex 10.

As amostras de água foram coletadas de 36 poços, 11 cisternas, cinco rios, três nascentes e uma represa, totalizando 56 pontos. Todos estes pontos de coletas localizavam-se em comunidades que não eram atendidas por rede de abastecimento de água e esgoto, o que torna esses sistemas hídricos potenciais fontes de água para consumo humano direto.

As amostras foram coletadas mensalmente durante seis meses, entre setembro de 2015 e fevereiro de 2016. As águas dos poços e cisternas foram coletadas diretamente na saída da bomba, sendo que o primeiro jato foi descartado. Somente após um minuto de água escoando que a amostra era coletada. O volume coletado foi colocado em recipientes de plástico de 50 mL, devidamente esterilizados.

Para coleta das amostras de água nas nascentes; rios e represa também foram utilizados recipientes de plástico esterilizados. Os mesmos eram imersos em uma profundidade de aproximadamente 30 cm. Após as coletas, as amostras eram armazenadas em recipiente isotérmico contendo gelo e transportadas para o Laboratório de Microbiologia do *Campus X* da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). As amostras eram imediatamente processadas ou armazenadas em freezer.

## **Método Analítico**

Para as análises foi utilizado um kit fornecido pelo Laboratório de Bioquímica, Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói-RJ. O kit era

composto de enzima acetilcolinesterase (que foi diluída em 10,0 mL de água destilada); ditionitrobenzoato (DTNB) e reativo de cor.

### **Extração da Alíquota**

Para a extração da alíquota de água a ser analisada foram utilizados os seguintes materiais: uma seringa descartável de 3,0 mL; 100 mg de carvão ativado; lã de vidro; uma seringa descartável de 50,0mL; 25,0mL da amostra da água; 10,0 mL de cloreto de diclorometano ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) e 10,0 ml de acetonitrila ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ).

Na seringa de 3,0 mL foram acondicionados, na parte anterior da seringa, primeiro a lã de vidro e depois 100 mg de carvão ativado (lavado e seco), de forma que fique bem compactado no interior da seringa. Depois se acoplou uma seringa maior (50,0mL) na parte posterior da seringa menor. Com o sistema montado, adicionou-se 25,0mL da amostra de água coletada na seringa maior para que a água fosse filtrada através do carvão ativado e lã de vidro da seringa menor.

O fluxo deve ser mantido em torno de 2,0 mL/min, sob pressão atmosférica. Após o processo de filtração a água filtrada foi descartada, pois todo o resíduo que tivesse contido na água ficou depositado no carvão ativado.

Repetiu-se o mesmo procedimento de filtração, descrito anteriormente, utilizando-se 10,0 mL de acetonitrila ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ) para a extração de compostos polares. Desta vez, o líquido extraído não foi descartado, sendo reservado em um tubo de ensaio de vidro. Em seguida fez-se mais uma filtração utilizando-se 10,0 mL de cloreto de diclorometano ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ), o líquido extraído foi adicionado ao tubo de ensaio que estava reservado com a acetonitrila, misturando-se os dois eluentes.

Para a retirada da amostra utilizou-se 2,6 mL da mistura dos eluentes. Esse volume foi completamente evaporado por passagem de ar, utilizando-se uma mangueira de látex acoplada a uma bomba de aquário, em banho-maria a 45°C até a total evaporação do líquido. O tubo permaneceu sem vedação para que a evaporação fosse total. Essa etapa é crítica, pois não pode restar nenhum traço do eluente no tubo de ensaio, que, caso presente, inibiria a atividade da enzima acetilcolinesterase.

## Dosagem da Colinesterase

A dosagem enzimática foi realizada de acordo com o método modificado descrito por Ellman et al. (1961).

A alíquota gerada da filtragem e evaporação utilizando acetonitrila e cloreto de diclorometano foi depositada no fundo do tubo de ensaio na forma de pequenas partículas.

Adicionou-se, então, 120 µL de solução tampão de fosfato (0,2 M pH 7,4), não fornecido no kit. Agitou-se o tubo de ensaio e depois foram adicionados 20 µL de preparação da enzima acetilcolinesterase. O tubo de ensaio foi vedado e incubado a 37°C por 120 min, para a ativação dos fosfatos ou (fosforados) se assim for.

Após a incubação adicionou-se 250 µL do reagente de cor ditionitrobenzoato (DTNB) e 250 µL do substrato em pó, que já foram diluídos em água destilada conforme informação dos rótulos. Agitou-se e em seguida transferiu-se o conteúdo do tubo de ensaio para a cubeta do espectrofotômetro.

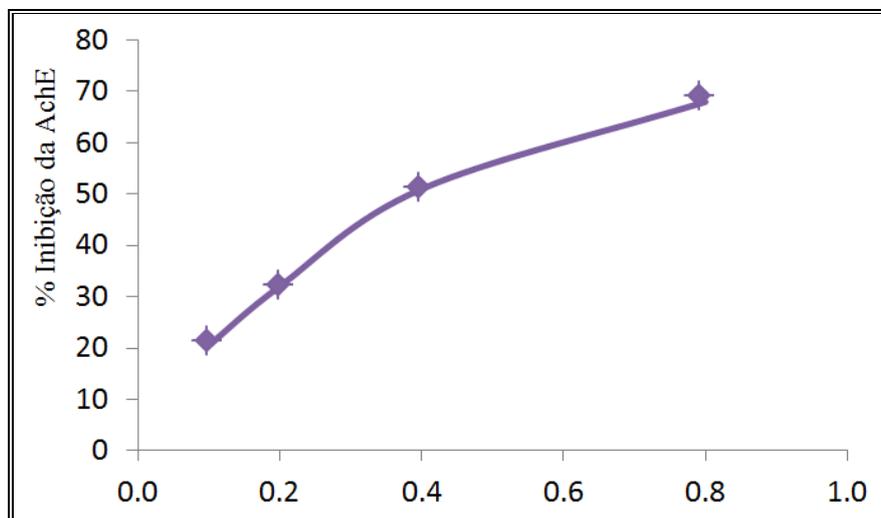
As leituras de absorbância foram realizadas com intervalos de um minuto; dois minutos e três minutos, respectivamente, utilizando-se espectrofotômetro da marca Biospectro®, modelo SP-22. O nível de crescimento da absorbância foi realizado utilizando a faixa de 412 nm. Calculou-se a porcentagem de inibição da acetilcolinesterase considerando o tubo controle (água destilada) como 100% de atividade. Para o cálculo da absorbância utilizou-se os valores dos três intervalos. Primeiro foi subtraído o valor maior de absorbância ( $Abs_{Maior}$ ) com o médio ( $Abs_{Médio}$ ), depois subtraiu-se o valor médio ( $Abs_{Médio}$ ) com o menor ( $Abs_{Menor}$ ). Os dois resultados obtidos foram somados e depois divididos por dois, o valor alcançado é uma média da leitura dos intervalos da absorbância da amostra.

$$\% \text{ Inibição} = \frac{(Abs_{Maior} - Abs_{Médio}) + (Abs_{Médio} - Abs_{Menor})}{2}$$

## Curva Padrão

Foi construído um gráfico de curva padrão (**Figura 1**) utilizando soluções aquosas, sem extração prévia, de metil paration (organofosforado) com as seguintes

concentrações: 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,4 ppm e 0,8 ppm. Para fazer a curva de inibição, as soluções aquosas de metil paration foram incubadas por 120 minutos, pois os fosforados necessitam ser ativados previamente. É importante enfatizar que, nesta técnica, seja qual for o agrotóxico inibidor presente, o resultado deve ser expresso em equivalentes de metil paration (fosforado escolhido como referência), o que atende à legislação brasileira, que define a qualidade da água conforme seus diversos usos (BRASIL, 2005). Assim, apenas foi necessário construir uma curva padrão de inibição por metil paration, sendo os resultados de inibição de amostras desconhecidas interpolados nesta curva e expressos em ppm ou ppb de equivalentes de metil paration.



**Figura 1.** Curva padrão de metil paration (organofosforado).

## Resultados e Discussões

A análise das amostras de água apresentaram níveis significativos de agrotóxicos apontados pelo método enzimático acetilcolinesterase. Das 56 (100%) amostras de água analisadas de diferentes fontes (poços; cisternas; rios; nascentes; represa), 39 (69,64%) encontravam-se acima do limite permitido por lei e apenas 17 (30,36%) apresentavam-se abaixo do estabelecido pela legislação (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Contaminação por agrotóxico em diferentes fontes de água.

| <b>Fontes de Água</b> | <b>Contaminada</b> | <b>Não Contaminada</b> | <b>TOTAL</b>     |
|-----------------------|--------------------|------------------------|------------------|
| Poço                  | 28                 | 8                      | 36               |
| Cisterna              | 6                  | 5                      | 11               |
| Rio                   | 2                  | 3                      | 5                |
| Nascente              | 3                  | ---                    | 3                |
| Represa               | ---                | 1                      | 1                |
| <b>TOTAL</b>          | <b>39 (69,64%)</b> | <b>17 (30,36%)</b>     | <b>56 (100%)</b> |

Dos 36 (100%) poços analisados, 28 (77,8%) apresentaram contaminação por agrotóxico em suas águas e apenas oito (22,2%) não apresentaram contaminação. Das 11 (100%) cisternas, seis (54,5%) estavam contaminadas e cinco (45,5%) sem contaminação. Dos cinco (100%) rios analisados, dois (40%) estavam contaminados e três (60%) sem contaminação. Em todas as três (100%) nascentes analisadas apresentaram contaminação por agrotóxico, enquanto que na única represa analisada não houve contaminação.

Todos os 56 pontos de coletas localizavam-se em comunidades agrícolas que não eram atendidas por rede de abastecimento de água e esgoto, tornando esses sistemas hídricos como potenciais fontes de água para consumo humano direto (**Tabela 2**).

A Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde estabelece limites de substâncias químicas que representam risco para a saúde humana (BRASIL, 2011). Para efeito deste estudo, adotaram-se os parâmetros da legislação brasileira, onde o valor máximo permitido de contaminação é de 20% de inibição da enzima colinesterase de mamíferos, que corresponde a 10 µg/L equivalentes em Metil Paration.

A água consumida pelos moradores destas comunidades agrícolas tem origem das minas que nascem nas proximidades, de poços escavados, de represas, de cisternas, de nascentes ou diretamente dos rios próximos à comunidade. Embora a metodologia utilizada não tenha evidenciado uma contaminação contínua por agentes

anticolinesterásicos, fica evidente que, em algumas oportunidades, os níveis de contaminação são elevados e podem ter impacto significativo sobre a biota.

Estes valores suplantam àqueles recomendados pela legislação brasileira para águas de abastecimento doméstico e utilizadas para irrigação de hortaliças e de plantas frutíferas (BRASIL, 2005).

Todos os valores elevados foram observados em períodos de prolongada estiagem o que pode ter contribuído para os níveis de concentração encontrados. Os resultados indicaram que em 69,64% dos pontos onde as coletas foram feitas, foram reveladas contaminação em meses de estiagem.

Segundo estudos realizados por Veiga et al. (2006), nos períodos chuvosos há uma maior incidência de contaminação em virtude do surgimento e aumento de pragas isso tem como consequência um aumento significativo do uso desses agrotóxicos. Após o termino das chuvas torrenciais os agricultores fazem uma nova aplicação do produto, tornando assim efetiva a contaminação nas águas das proximidades.

**Tabela 2.** Resultados dos valores de absorvância e da atividade enzimática de todas as amostras de água analisadas e seus respectivos tipos de fontes e localização.

| Amostras | Local | Tipo de Fonte da Água | Valores da Absorbância |        |        | Atividade de Inibição Enzimática | Localização (GPS) |             |
|----------|-------|-----------------------|------------------------|--------|--------|----------------------------------|-------------------|-------------|
|          |       |                       | 1º min                 | 2º min | 3º min |                                  | Latitude          | Longitude   |
| 1        | A     | Nascente              | 82                     | 145    | 210    | 64,0%                            | S17°30.243'       | O39°49.165' |
| 2        | B     | Poço                  | 72                     | 137    | 204    | 66,5%                            | S17°32.975'       | O39°23.418' |
| 3        |       | Poço                  | 53                     | 100    | 146    | 46,5%                            | S17°28.608'       | O39°58.971' |
| 4        | C     | Poço                  | 67                     | 123    | 177    | 55,0%                            | S17°30.217'       | O39°49.222' |
| 5        |       | Cisterna              | 229                    | 294    | 345    | 58,0%                            | S17°33.045'       | O39°23.554' |
| 6        | D     | Poço                  | 64                     | 127    | 185    | 60,5%                            | S17°27.077'       | O39°51.176' |
| 7        |       | Poço                  | 107                    | 135    | 206    | 49,5%                            | S17°29.941'       | O39°50.349' |
| 8        | E     | Nascente              | 11                     | 42     | 67     | 28,0%                            | S17°29.775'       | O39°49.379' |
| 9        |       | Nascente              | 48                     | 95     | 142    | 47,0%                            | S17°29.940'       | O39°50.444' |
| 10       | F     | Poço                  | 77                     | 135    | 308    | 65,5%                            | S17°29.790'       | O39°49.410' |
| 11       |       | Poço                  | 34                     | 70     | 106    | 36,0%                            | S17°29.875'       | O39°49.937' |
| 12       | G     | Rio                   | 76                     | 132    | 192    | 58,0%                            | S17°30.217'       | O39°49.222' |
| 13       | H     | Rio                   | 82                     | 128    | 198    | 58,0%                            | S17°28.554'       | O40°01.644' |
| 14       |       | Poço                  | 129                    | 153    | 201    | 36,0%                            | S17°27.747'       | O39°58.635' |
| 15       | I     | Poço                  | 64                     | 111    | 153    | 44,5%                            | S17°27.262'       | O39°51.439' |

|    |   |          |    |     |     |       |              |             |
|----|---|----------|----|-----|-----|-------|--------------|-------------|
| 16 | J | Poço     | 83 | 133 | 183 | 50,0% | S17°27.866'  | O39°58.027' |
| 17 |   | Cisterna | 70 | 106 | 150 | 40,0% | S17°27.839'  | O39°58.021' |
| 18 | K | Poço     | 23 | 49  | 77  | 27,0% | S17°27.617'' | O39°58.097' |
| 19 |   | Poço     | 28 | 58  | 95  | 33,5% | S17°27.353'  | O39°58.169' |
| 20 |   | Poço     | 72 | 91  | 136 | 32,0% | S17°28.212'  | O40°00.330' |
| 21 | L | Cisterna | 26 | 52  | 73  | 23,5% | S17°27.697'  | O39°58.595' |
| 22 |   | Poço     | 43 | 87  | 126 | 41,5% | S17°27.747'  | O39°58.635' |
| 23 | M | Cisterna | 43 | 85  | 134 | 40,5% | S17°28.608'  | O39°58.971' |
| 24 |   | Poço     | 30 | 63  | 99  | 34,5% | S17°28.610'  | O39°59.002' |
| 25 |   | Cisterna | 22 | 34  | 38  | 8,0%  | S17°27.062'  | O40°05.940' |
| 26 | N | Poço     | 52 | 92  | 134 | 41,0% | S17°28.212'  | O40°00.330' |
| 27 | O | Poço     | 22 | 48  | 74  | 21,0% | S17°30.119'  | O39°50.705' |
| 28 |   | Poço     | 53 | 103 | 150 | 48,5% | S17°30.166'  | O39°50.712' |

**Tabela 2.** Resultados dos valores de absorvância e da atividade enzimática de todas as amostras de água analisadas e seus respectivos tipos de fontes e localização.

| Amostras | Local | Tipo de Fonte da Água | Valores da Absorbância |        |        | Atividade de Inibição Enzimática | Localização (GPS) |           |
|----------|-------|-----------------------|------------------------|--------|--------|----------------------------------|-------------------|-----------|
|          |       |                       | 1º min                 | 2º min | 3º min |                                  | Latitude          | Longitude |

|    |    |          |    |    |     |       |             |             |
|----|----|----------|----|----|-----|-------|-------------|-------------|
| 29 | P  | Poço     | 44 | 86 | 126 | 41,0% | S17°26.991' | O40°05.998' |
| 30 | Q  | Poço     | 32 | 61 | 91  | 29,5% | S17°26.877' | O40°06.872' |
| 31 |    | Poço     | 44 | 76 | 115 | 35,5% | S17°26.812' | O40°06.893' |
| 32 | R  | Poço     | 51 | 80 | 119 | 34,0% | S17°27.135' | O40°06.414' |
| 33 | S  | Poço     | 65 | 68 | 71  | 3,0%  | S17°27.187' | O40°06.381' |
| 34 | T  | Poço     | 37 | 63 | 90  | 26,5% | S17°25.730' | O39°59.003' |
| 35 | U  | Poço     | 23 | 39 | 51  | 14,0% | S17°29.721' | O39°93.440' |
| 36 | V  | Poço     | 17 | 30 | 42  | 12,5% | S17°33.892' | O39°35.130' |
| 37 |    | Poço     | 13 | 28 | 44  | 15,5% | S17°33.766' | O39°23.561' |
| 38 | W  | Cisterna | 63 | 67 | 79  | 15,5% | S17°33.765' | O39°23.562' |
| 39 |    | Cisterna | 49 | 54 | 59  | 5,0%  | S17°32.974' | O39°23.418' |
| 40 | X  | Poço     | 16 | 26 | 30  | 7,0%  | S17°33.027' | O39°23.306' |
| 41 |    | Represa  | 34 | 49 | 65  | 15,5% | S17°33.059' | O39°23.453' |
| 42 | Y  | Cisterna | 34 | 49 | 68  | 17,0% | S17°33.425' | O39°21.802' |
| 43 | Z  | Cisterna | 22 | 41 | 55  | 16,0% | S17°32.949' | O39°21.563' |
| 44 | AA | Cisterna | 46 | 86 | 132 | 43,0% | S17°32.848' | O39°21.267' |
| 45 |    | Cisterna | 27 | 70 | 85  | 50,5% | S17°32.841' | O39°21.132' |
| 46 | BB | Poço     | 24 | 50 | 78  | 27,0% | S17°32.404' | O39°21.913' |
| 47 | CC | Poço     | 23 | 51 | 59  | 18,0% | S17°31.371' | O39°24.091' |
| 48 | DD | Poço     | 76 | 50 | 72  | 24,0% | S17°32.218' | O39°24.771' |

|           |    |      |    |    |    |              |             |             |
|-----------|----|------|----|----|----|--------------|-------------|-------------|
| <b>49</b> | EE | Poço | 34 | 61 | 89 | <b>27,5%</b> | S17°31.959' | O39°25.957' |
| <b>50</b> | FF | Poço | 27 | 51 | 73 | <b>23,0%</b> | S17°32.194' | O39°26.143' |
| <b>51</b> | GG | Poço | 23 | 44 | 55 | <b>16,0%</b> | S17°32.836' | O39°21.120' |
| <b>52</b> | HH | Poço | 20 | 22 | 28 | <b>4,0%</b>  | S17°32.984' | O39°23.199  |
| <b>53</b> | II | Rio  | 39 | 41 | 42 | <b>1,5%</b>  | S17°28.610' | O39°59.002' |
| <b>54</b> | JJ | Rio  | 44 | 46 | 51 | <b>3,5%</b>  | S17°32.268' | O39°21.968' |
| <b>55</b> | KK | Rio  | 28 | 21 | 13 | <b>7,5%</b>  | S17°27.866' | O39°51.931' |
| <b>56</b> | LL | Poço | 28 | 53 | 72 | <b>22,0%</b> | S17°28.510' | O39°58.102' |

Neste caso uma forma de detectar maior propagação desses agentes nos sistemas hídricos e das amostras coletadas, seria após o período chuvoso. Veiga et al. (2006) sugerem que futuros estudos analisem a contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxico durante o período chuvoso.

Porém, segundo Moreira et al. (2012), sabe-se que os organofosforados e carbamatos em sistemas hídricos se degradam rapidamente, tornando bastante difícil a sua detecção depois de decorrido um determinado espaço de tempo.

## **Conclusão**

A contribuição deste estudo, portanto, foi a comprovação, pelos resultados apresentados, da existência de contaminação por organofosforados e carbamatos nos sistemas hídricos superficiais e subterrâneos utilizados para consumo humano direto, nas regiões agrícolas dos municípios de Teixeira de Freitas e Medeiros Neto.

A partir dos resultados encontrados propõe-se uma maior fiscalização dos órgãos públicos, bem como aconselhamentos técnicos adequados aos agricultores em relação ao uso destes agrotóxicos. Pois a falta de conhecimento e técnicas alternativas e eficientes de cultivo, além da falta de informação e pouca atenção dada ao descarte de rejeitos e de embalagens e a utilização dos agrotóxicos e exposição continuada a esses produtos aumenta o risco de contaminação ao homem e outros animais e também ao meio ambiente.

Deve-se também se atentar a necessidade de novos estudos, especialmente aqueles de monitoramento de longa duração, para que possam ser solidamente avaliados os riscos bem como realizado o acompanhamento de eventuais efeitos agudos e crônicos desta exposição de agrotóxicos sobre as populações residentes e sobre a biota, estratégias de vigilância em saúde ambiental naquele e em outros lugares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução nº 357*, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). *Portaria nº 2.914*, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os Procedimentos e Responsabilidades Relativos ao Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade.

CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. *Dossiê ABRASCO – Um Alerta Sobre os Impactos dos Agrotóxicos na Saúde*. Rio de Janeiro: ABRASCO. 2012.

ELLMAN, G. L.; COURTNEY, K. D.; ANDRES JR., V.; FEATHERSTONE, R. M. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*. v. 7, n. 2, p. 88-95, 1961.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Hortaliças. *Pimenta (Capsicum spp.)*. 2007. [online]. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/doencas.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/doencas.html)> Capturado em 14 de novembro de 2015.

LEAL, C.; FARIAS, M. S. S. Uso de agrotóxicos na agricultura e os efeitos sócio-ambiental. *Qualitas Revista Eletrônica*. v. 7, n. 2, p. 1-15, 2008.

LOPES, R. T. R. *Mineração e desenvolvimento: uma análise da maldição dos recursos naturais para os estados brasileiros*. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia da Faculdade de Ciências e Letras, Campus Araraquara – FCLAR. Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Araraquara-SP. 2013.

MOREIRA, J. C.; PERES, F.; SIMÕES, A. C.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. C.; VIEIRA, S. N.; STRUSSMANN, C.; MOTT, T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. *Ciência e Saúde Coletiva*. v. 17, n. 6, p. 1557-1568, 2012.

MUELLER, C. *Economistas e as Relações entre o Sistema Econômico e o Meio Ambiente*. Brasília: Ed.UNB. 2007, 562 p.

SCHUBART, H. O. R. *Gestão de Recursos Hídricos e Gestão do Uso do Solo. Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos. Desafios da Lei de Águas*. Cap. 3, p. 155-218. São Paulo, 1997.

SOARES, W. L. *Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura*. Tese apresentada com vistas à obtenção do título de Doutor em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente. Fundação Osvaldo Cruz-FIOCRUZ, Rio de Janeiro. 2010.

SPADOTTO, C. A. Avaliação de riscos ambientais do uso de defensivos agrícolas para qualidade da água. *Horticultura Brasileira*. v. 27, n.2, p. S4.060-S4.070, 2009.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). *Agência Embrapa de Informação Tecnológica*. [online]. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura\\_e\\_meio\\_ambiente/arvore/CONTAG01\\_39\\_210200792814.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_39_210200792814.html)>Capturado em 15 de dezembro de 2015.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M. VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. *Caderno de Saúde Pública*. v.22, n.11, p. 2.391-2.399, 2006.