

## **APLICAÇÃO DE ÍNDICE PARA A AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS NO MUNICÍPIO DE IGUATU-CE**

**Pinheiro, A. I. <sup>(1)</sup>; Ferreira, L. K. R. <sup>(2)</sup>; Coelho, T. L. S. <sup>(3)</sup>; Ferreira, A. L. R. <sup>(4)</sup>; Ferreira Junior, L. D. <sup>(5)</sup>; Ferreira, F. E. F. R. <sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup>Graduada em licenciatura em Química, Instituto Federal do Ceará, Rodovia Iguatu, Várzea Alegre, km 05, Iguatu/CE, isabelmoreira1@hotmail.com; <sup>(2)</sup>Mestranda em Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, s/n, Pici, Fortaleza/CE, kamila\_livio@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Doutorando em Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, s/n, Pici, Fortaleza/CE, thomasportal@gmail.com; <sup>(4)</sup> Doutoranda em Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310, São Carlos/SP, lucy.ferreira.fisio@gmail.com; <sup>(5)</sup> Doutorando em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Avenida Trabalhador são-carlense, 400, Pq. Arnold Schmidt, São Carlos/SP, lucelindo.ferreira@gmail.com. <sup>(6)</sup> Doutor em Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, s/n, Pici, Fortaleza/CE, fabioedu1@hotmail.com.

**Eixo temático:** Conservação Ambiental e Produção Agrícola Sustentável

**RESUMO** – A elevada quantidade de agrotóxicos utilizados nos setores agrícolas tem sido um fator preocupante no que se refere à saúde humana e ao meio ambiente. Nesse sentido, a compreensão da dinâmica desses compostos e dos riscos associados à saúde humana e ao meio ambiente tem sido assunto de crescente interesse entre pesquisadores, produtores agrícolas, consumidores e gestores. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar os riscos ambientais causados pelo uso de agrotóxicos aplicados nas culturas do município de Iguatu- CE. A partir do levantamento de dados sobre as características físico-químicas e toxicológicas de cada agrotóxico, aplicou-se o índice do Quociente de Impacto Ambiental, que fornece uma avaliação baseada nas três componentes principais dos sistemas de produção agrícola: trabalhador agrícola, consumidor e componente ecológica. Os resultados permitiram observar que os ingredientes ativos Paraquat, Cletodim e Pirimetanil detêm o maior risco de contaminação ao ambiente.

**Palavras-chave:** Princípios Ativos. Produção Agrícola. Quociente de Impacto Ambiental. Risco ecotoxicológico.

**ABSTRACT** – The large amount of pesticides used in agricultural sectors have been a concern in relation to human health and the environment. In this sense, understanding the dynamics of these compounds and of associated risks human health and the environment has been subject of interest between researchers, farmers, consumers and managers. Thus, the objective of this study is to evaluate the environmental risks caused by the use of pesticides applied to crops in the municipality of Iguatu- CE. From the data survey on the physico-chemical characteristics and toxicological of each pesticide, was applied the Quotient index Environmental Impact, which provides an assessment based on the three main components of agricultural production systems: farm worker, consumer, component ecological. Results showed that the active ingredients Paraquat, clethodim and Pyrimethanil holds the greatest risk of contamination to the environment.

**Key words:** Active Principles. Agricultural production. Environmental Impact Quotient. Ecotoxicological risk.

### **Introdução**

A crescente demanda pela produção alimentícia é responsável pelos elevados índices de produção agrícola associados a países como o Brasil, que é considerado um dos maiores produtores e exportadores de alimentos agrícolas, conforme o relatório da OECD/FAO (2015). Em particular, o município de Iguatu-CE também apresenta uma alta taxa de produtividade agrícola, pois possui um perímetro irrigado extenso, com o cultivo de uma variedade de culturas tais como algodão herbáceo e arbóreo, banana, feijão, milho e arroz.

Uma implicação direta dessa elevada produtividade são as elevadas taxas de emprego de agrotóxicos, visando preservar a flora da ação danosa de organismos potencialmente nocivos. De fato, desde 2008, o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking associado à utilização de agrotóxicos na agricultura (LONDRES, 2011). A despeito da elevada quantidade utilizada no país, deve-se levar em consideração, também, a variedade de formulações utilizadas. Conforme dados da ANVISA (2015), existem cerca de 15000 formulações para 400 agrotóxicos distintos e cerca de 8000 encontram-se licenciadas no Brasil.

Apesar das vantagens relacionadas ao uso de agrotóxicos, tais como o aumento do rendimento na produção, existem uma série de consequências negativas associadas à utilização desses compostos. Essas consequências incluem problemas de saúde agudos e crônicos em humanos, oriundos do consumo de água e alimentos contaminados com agrotóxicos. Além disso, a utilização de agrotóxicos também produz impactos significativos nos organismos pertencentes ao ecossistema agrícola. Esses impactos têm provocado uma redução no potencial produtivo das culturas, devido a alterações nas populações pertencentes ao ecossistema (MELO et al., 2010).

Como consequência, existe um crescente interesse entre produtores agrícolas, consumidores e gestores em avaliar os riscos desses produtos químicos para a saúde humana e para o meio ambiente (ESTEVÉZ et al., 2012). Considerando os custos e restrições de tempo associados ao monitoramento ambiental, é necessária a utilização de instrumentos mais eficientes de avaliação dos impactos ambientais dos agrotóxicos. Opções promissoras empregam índices ou critérios para avaliação do impacto de agrotóxicos em componentes bióticos e abióticos (BARAN et al., 2008). Esses métodos podem esclarecer os riscos envolvidos nas práticas agrícolas, permitindo a adoção de políticas públicas que assegurem a sustentabilidade.

Dentre os métodos mais utilizados, destaca-se o Quociente de Impacto Ambiental (QIA), desenvolvido por Kovack et al. (1992). Esse índice fornece uma avaliação baseada nas três componentes principais do sistema de produção agrícola: trabalhador agrícola, consumidor e componente ecológica. Faz uso das propriedades físico-químicas e ecotoxicológicas dos agrotóxicos e apresenta como vantagens a consideração das interações entre toxicidade e taxa de exposição e sua facilidade de implementação (NILLESEN et al. 2006).

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A aplicação desse método é de grande interesse para o município de Iguatu-CE, pois a região detém um perímetro irrigado extenso, sendo responsável pelo fornecimento de produtos agrícolas em diversos municípios.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo a avaliação dos riscos ambientais resultantes da utilização de agrotóxicos no município de Iguatu – CE, através da aplicação do Quociente de Impacto Ambiental (QIA).

## Material e Métodos

### Levantamento de dados

Foi realizada uma coleta dos principais agrotóxicos utilizados nas áreas de cultivos do município de Iguatu-CE, e foram obtidos cerca de 19 princípios ativos. As informações sobre os principais agrotóxicos aplicados pelos agricultores foram obtidas através do contato direto com produtores agrícolas e de dados obtidos por meio da EMATER-CE. Os ingredientes ativos utilizados no cálculo do quociente de impacto ambiental foram: Alfa-cipermetrina, Atrazina, Beta-ciflutrina, Cletodim, Clopirifós, Deltametrina, 2,4-D, Etoxisulfurum, Fenoxaprop-p-etil, Imidacloprido, Lambda-cialotrina, Mancozeb, Metomil, Monocrotofós, Paraquat, Picloram, Pirimetanil, Tribucunazol, Trifloxistrobina. Em seguida, foram coletadas informações sobre as propriedades físico-químicas e ecotoxicológicas desses compostos. Esses dados foram obtidos a partir do banco dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e do Pesticide Properties Database (PPDB).

### Quociente de Impacto Ambiental (QIA)

A avaliação do risco de impacto ambiental em organismos vivos foi realizada através do método proposto por Kovach et al. (1992), que consiste em um índice para mensuração do impacto ambiental. O índice, denominado Quociente de Impacto Ambiental (QIA), foi desenvolvido com base nas três componentes principais dos sistemas de produção agrícola: uma componente do trabalhador (RT), uma componente do consumidor (RC) e uma componente ecológica (REc).

As variáveis empregadas no índice são: (DT) toxicidade dermal para mamíferos, dada na unidade LD50, (C) toxicidade crônica para mamíferos, unidade valor de NOEC, (SY) sistemicidade – sistêmica ou não, (F) toxicidade oral aguda para peixes LC50, (L) potencial de lixiviação (GUS), (R) risco de deslocamento horizontal, Koc, (D) toxicidade oral aguda para pássaros, LD50, (S) meia-vida no solo, DT50, (Z) toxicidade oral aguda para abelhas, LD50, (B) toxicidade para outros artrópodes benéficos, LC50, e (P) meia-vida na planta, DT50.

O método baseia-se em uma escala de um a cinco, que é empregada tanto para as variáveis empregadas no índice (Tabela 1) quanto para a atribuição de peso para os diversos fatores dos componentes. Na atribuição de peso para os fatores, aqueles com maior peso são multiplicados por cinco, fatores de médio impacto são multiplicados por três e fatores de impacto reduzido são multiplicados por um.

Tabela1. Parametrização das informações coletadas para uso no cálculo do quociente de impacto ambiental.

| MODO DE AÇÃO     | T 1/2 SOLO*         | TOXICIDADE PARA ABELHAS* |
|------------------|---------------------|--------------------------|
| Não sistêmica- 1 | T 1/2 <30 (1)       | baixo impacto (1)        |
| Sistêmica – 3    | T 1/2= 30 a 100 (3) | médio impacto (3)        |
|                  | T 1/2> 100 (5)      |                          |



---

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | alto impacto (5)   |
| <b>LD50 DERMAL MAMÍFEROS (mg.Kg-1)</b><br>>2000 (1)<br>200 a 2000 (3)<br>0 a 200 (5)<br>NOEC<br>0 a 20 (1)<br>20 a 100 (3)<br>>100 (5) | <b>DESLOCAMENTO</b><br>Koc <300 KgL-1, T1/2 >21 (5)<br>Koc >500 KgL-1, T1/2 <14 (1)<br>fora de enquadramento (3)<br><br><b>LC50 AGUDA 96 h PEIXES(mg/L-1)</b><br>>10 ppm (1)<br>1 a 10 ppm (3)<br><10 ppm (5) | <b>TOXICIDADE PARA ORGANISMOS BENÉFICOS*</b><br>baixo impacto (1)<br>médio impacto (3)<br>impacto severo (5)<br><b>POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO (GUS)*</b><br>< 1,8 (1)<br>1,8 a 2,8 (3)<br>> 2,8 (5) |

---

\* Fonte: Kovach et al., (1992).

A expressão para a determinação do índice QIA de um determinado agrotóxico é dada como a média aritmética do risco ao trabalhador, risco ao consumidor e risco ecológico.

$$QIA = \frac{(RT + RC + REc)}{3} \quad (1)$$

Para a formulação dos fatores associados aos componentes ambientais, Kovach et al. (1992) utiliza como regra para avaliar o impacto potencial de um determinado agrotóxico, em um fator ambiental individual, a multiplicação da toxicidade do composto pelo potencial de exposição. Assim, com base nessa regra, o impacto ambiental é dado pelo produto da toxicidade pela exposição.

Com base na regra mencionada, o risco à saúde do trabalhador (aplicador/coletor) agrícola é definido como a soma dos riscos de exposição do aplicador (DT \* 5) e coletor (DT \* P) vezes possíveis efeitos crônicos (C). O risco de exposição do aplicador é representado pela toxicidade cutânea vezes cinco, que simboliza riscos associados à manipulação de agrotóxicos concentrados (elevado impacto), enquanto o risco ao coletor (DT \* P) é representado pela toxicidade cutânea vezes a meia vida do ativo na superfície da planta, pois o coletor tem contato restrito às plantas. Estes valores são multiplicados pelos efeitos crônicos potenciais (C), pois os trabalhadores estão sujeitos a efeitos agudos e crônicos. A equação que descreve os efeitos na categoria descrita acima é dada por:

$$RT = C[(DT*5)+(DT*P)] \quad (2)$$

O componente do consumidor é dado como a soma do potencial de exposição do consumidor (C \*((S + P) / 2) \*SY) mais potencial de contaminação de águas subterrâneas (L). Os efeitos dos agrotóxicos em águas subterrâneas representam um fator de risco ao consumidor, pois as águas subterrâneas são consumidas, em geral, pelo homem e não pelos outros organismos vivos. A exposição do consumidor é determinada como a toxicidade crônica (C) vezes a média entre a meia-vida do agrotóxico no solo e na superfície das plantas, vezes o potencial de sistemicidade do agrotóxico. A toxicidade crônica considera o fato de não haver uma exposição do consumidor a quantidades concentradas do composto, e dessa forma, os efeitos serem consolidados a longo prazo. A sistemicidade está relacionada à capacidade do agrotóxico ser absorvido por toda a planta, atingindo



XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

partes que são ingeridas pelos consumidores e pode ser potencializada se os valores de meia-vida no solo e meia-vida na superfície da folha foram elevados. Em termos matemáticos o risco ao consumidor é expresso por:

$$RC = C*((S+P)/2)*SY)+(L) \quad (3)$$

A componente ecológica do modelo é composta por efeitos aquáticos e terrestres.

Os efeitos químicos nos sistemas aquáticos são determinados pela multiplicação da toxicidade química associada aos peixes pelo potencial de escoamento superficial do agrotóxico  $F*R$ ). Já o impacto dos agrotóxicos nos sistemas terrestres é dado como o somatório das toxicidades dos compostos em abelhas ( $Z*P*3$ ), pássaros ( $D*((S+P)/2)*3$ ) e artrópodes benéficos ( $B*P*5$ ). Os efeitos nos pássaros são expressos pelo valor da toxicidade nos pássaros pela média entre a meia-vida na planta e no solo vezes três (impacto médio). O efeito nas abelhas é dado como o produto entre a toxicidade nas abelhas vezes a meia-vida na superfície das plantas, vezes três (médio impacto). Enquanto que os efeitos nos artrópodes são expressos pelo produto entre a toxicidade nos artrópodes benéficos vezes a meia-vida na planta vezes cinco (alto impacto). Esse peso elevado para os artrópodes benéficos deve-se ao fato desses organismos permanecerem nos ecossistemas agrícolas, durante, praticamente, todo o seu ciclo de vida ao contrário dos pássaros e abelhas que são, muitas vezes, transitórios no ambiente. A semi-equação representante dos riscos ecológicos é dada por:

$$REc = (F*R)+(D*((S+P)/2)*3)+(Z*P*3)+(B*P*5) \quad (4)$$

A partir das equações (1), (2), (3) e (4), pode-se obter a expressão geral para o cálculo do quociente de impacto ambiental:

$$QIA = \frac{C[(DT*5)+(DT*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY)+(L)] + [(F*R)+(D*((S+P)/2)*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]}{3} \quad (5)$$

### Resultados e Discussões

De acordo com a tabela 2, os princípios ativos que apresentaram o maior potencial de impacto ambiental foram o Paraquat (79,49), Cletodim (58,38) e Pirimetanil (57,71). Os agrotóxicos Paraquat e Cletodim pertencem à classe dos herbicidas. Esses agrotóxicos foram desenvolvidos para controlar as plantas daninhas e são aplicados em pré-plantio, pré-emergência ou pós-emergência, dependendo das condições da área (EMBRAPA, 2016).

Considerando os componentes do QIA para o princípio ativo Paraquat, pode-se verificar, na Tabela 2, que o componente ecológico destaca-se como o mais elevado (133). Além disso, observa-se que o componente do trabalhador agrícola (62.8), no Paraquat, é superior ao componente associado ao consumidor final (42.68). Isso se deve ao fato de o composto possuir uma elevada toxicidade aguda dermal (LD50) (impacto 5), que está associada ao manuseio e contato dos agrotóxicos pelos trabalhadores agrícolas.

Analisando cada componente separadamente, pode-se constatar, pela Tabela 2, para o componente trabalhador, que os efeitos no aplicador (39.25) são mais

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

elevados que os efeitos no coletor (23.55). A justificativa para isso é que o agrotóxico é pouco persistente no ambiente, especificamente na superfície das plantas, reduzindo os efeitos associados ao coletor agrícola. Com relação à componente do consumidor, verifica-se que o princípio ativo Paraquat, possui o segundo maior valor para os efeitos no consumidor (37.68), dentre os agrotóxicos analisados nessa pesquisa. Esse valor elevado está relacionado ao fato do composto possuir um alto potencial de contaminação de águas utilizadas no consumo humano (GUS = 5) e um elevado valor para meia vida no solo (5). Esses elevados valores de potencial de lixiviação e meia vida no solo aliados à baixa persistência do Paraquat na superfície das plantas, justificam o fato do efeito no consumidor ser maior do que o efeito no coletor.

Com relação à componente ecológica, verifica-se que o princípio ativo Paraquat apresenta um elevado teor de toxicidade em relação aos pássaros (60), isso ocorre pelo fato desse composto apresentar um alto valor de DT50 no solo, permanecendo mais tempo no solo, facilitando a contaminação para os pássaros. O mesmo princípio ativo, apresentou efeitos reduzidos na fauna de águas superficiais (1). Este composto também apresentou o valor mais elevado, dentre os agrotóxicos avaliados, em relação aos efeitos em outros artrópodes benéficos (45).

Levando-se em consideração os componentes do QIA para o princípio ativo Cletodim, pode-se observar, na tabela 2, que em relação ao componente ecológico, o composto apresentou o maior valor (80). Além disso, apresentou o maior risco para o trabalhador agrícola (72), que também foi superior aos efeitos no consumidor (23). Isso se deve ao fato do composto apresentar uma alta toxicidade dermal, atingindo mais efetivamente o trabalhador agrícola.

Em relação à análise de cada componente do Cletodim, presente na tabela 2, pode-se verificar, para o componente trabalhador, que os efeitos no aplicador (45) e no coletor (27) foram elevados, em comparação com os outros agrotóxicos analisados. Com relação à componente do consumidor, constata-se que o efeito do princípio ativo Cletodim é reduzido (18), em comparação com os demais agrotóxicos analisados. Isso se deve ao fato do princípio possuir baixa persistência no solo e nas plantas. Além disso, possui um reduzido potencial de lixiviação (GUS < 1.8) e, portanto, não apresenta risco em relação as águas subterrâneas, utilizadas para o consumo humano. Em relação à componente ecológica, pode-se constatar que o princípio ativo Cletodim apresenta um elevado teor de toxicidade nos artrópodes (45) e nas abelhas (27).

Para o princípio ativo pirimetanil, verificou-se que este possui maior toxicidade associada ao consumidor (65), em comparação com os princípios ativos analisados. Isso se deve ao fato de possuir uma meia vida relativamente longa no ambiente. Ou seja, sua degradação ocorrerá de forma lenta, produzindo efeitos que se estendem até o consumidor. No que concerne ao risco do componente ecológico (68), o pirimetanil possui maior valor associado a esse componente, em comparação com os outros componentes ambientais.

Analisando detalhadamente cada componente do princípio ativo pirimetanil, constatou-se que o elevado valor correspondente ao componente consumidor (65) está ligado ao valor de DT50, que possui um impacto 5. De fato, elevados valores de DT50 indicam uma maior persistência do agrotóxico no solo. Além disso, o



XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

agrotóxico é considerado sistêmico, podendo ser incorporado pela raiz e outras partes das plantas. Com relação ao componente ecológico, os artrópodes foram os que apresentaram valor mais elevado (45).

Tabela 2. Valores do Impacto Quociente Ambiental.

| Agrotóxicos       | Efeito no Aplicador | Efeito no Coletor | Efeito no consumidor | GUS  | Efeitos Aquáticos | Efeito nos Pássaros | Efeitos Nas Abelhas | Efeitos Artrópodes | Componente do Trabalhador | Componente do Consumidor | Componente Ecológico | QIA   |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|-------|
| Alfa              |                     |                   |                      |      |                   |                     |                     |                    |                           |                          |                      |       |
| cipermetrina      | 5,00                | 1,88              | 2,09                 | 2,76 | 1,00              | 6,26                | 28,20               | 28,2               | 6,88                      | 4,85                     | 63,66                | 25,13 |
| Atrazina          | 7,85                | 1,57              | 9,42                 | 5,00 | 3,00              | 6,00                | 9,00                | 5,0                | 9,42                      | 14,42                    | 23,00                | 15,61 |
| Beta-Ciflutrina   | 5,00                | 3,00              | 2,00                 | 1,00 | 5,00              | 6,00                | 45,00               | 45,0               | 8,00                      | 3,00                     | 101,00               | 37,33 |
| Clopirifós        | 25,00               | 5,00              | 2,00                 | 1,00 | 5,00              | 30,00               | 15,00               | 15,0               | 30,00                     | 3,00                     | 65,00                | 32,67 |
| Cletodim          | 45,00               | 27,00             | 18,00                | 5,00 | 2,14              | 6,00                | 27,00               | 45,0               | 72,00                     | 23,00                    | 80,14                | 58,38 |
| 2,4-D             | 15,00               | 3,00              | 9,00                 | 1,00 | 1,00              | 9,00                | 9,00                | 15,0               | 18,00                     | 10,00                    | 34,00                | 20,67 |
| Deltametrina      | 25,00               | 5,00              | 1,00                 | 1,00 | 5,00              | 3,00                | 15,00               | 15,0               | 30,00                     | 2,00                     | 38,00                | 23,33 |
| Etoxisulfurum     | 5,00                | 3,00              | 6,00                 | 3,00 | 5,00              | 6,00                | 9,00                | 45,0               | 8,00                      | 9,00                     | 65,00                | 27,33 |
| Fenoxaprop-p-etil | 5,00                | 3,00              | 6,00                 | 1,00 | 5,00              | 6,00                | 27,00               | 45,0               | 8,00                      | 7,00                     | 83,00                | 32,67 |
| Imidacloprido     | 25,00               | 5,00              | 9,00                 | 5,00 | 2,14              | 45,00               | 15,00               | 15,0               | 30,00                     | 14,00                    | 77,14                | 40,38 |
| Lambdacialotrina  | 25,00               | 5,00              | 3,00                 | 1,00 | 5,00              | 9,00                | 15,00               | 15,0               | 30,00                     | 4,00                     | 44,00                | 26,00 |
| Mancozebe         | 7,85                | 1,57              | 1,57                 | 1,00 | 5,00              | 3,00                | 3,00                | 15,0               | 9,42                      | 2,57                     | 26,00                | 12,66 |
| Metomil           | 25,00               | 5,00              | 3,00                 | 5,00 | 25,00             | 15,00               | 15,00               | 15,0               | 30,00                     | 8,00                     | 70,00                | 36,00 |
| Monocrotofós      | 39,25               | 7,85              | 4,71                 | 1,00 | 25,00             | 15,00               | 15,00               | 15,0               | 47,10                     | 5,71                     | 70,00                | 40,94 |
| Paraquat          | 39,25               | 23,55             | 37,68                | 5,00 | 1,00              | 60,00               | 27,00               | 45,0               | 62,80                     | 42,68                    | 133,00               | 79,49 |
| Picloram          | 21,74               | 4,35              | 7,75                 | 2,76 | 16,10             | 10,96               | 10,32               | 15,0               | 26,09                     | 10,51                    | 52,38                | 29,66 |
| Pirimetanil       | 25,00               | 15,00             | 60,00                | 5,00 | 2,14              | 12,00               | 9,00                | 45,0               | 40,00                     | 65,00                    | 68,14                | 57,71 |
| Tebuconazole      | 15,00               | 9,00              | 9,00                 | 5,00 | 6,42              | 9,00                | 27,00               | 45,0               | 24,00                     | 14,00                    | 87,42                | 41,81 |
| Trisfloxistrobina | 5,00                | 3,00              | 12,00                | 1,00 | 10,70             | 6,00                | 9,00                | 45,0               | 8,00                      | 13,00                    | 70,70                | 30,57 |
| Média             | 19,26               | 6,94              | 10,70                | 2,76 | 6,88              | 13,85               | 17,34               | 27,8               | 26,20                     | 13,46                    | 65,87                | 35,18 |

Fonte: Autor (2016).

### Conclusões

A análise dos dados apresentados mostra que, dentre os agrotóxicos utilizados em áreas agrícolas da região de Iguatu-CE, os ingredientes Paraquate, Cletodim e Pirimetanil apresentaram o maior potencial de impacto ao ambiente, de acordo com o Quociente de Impacto Ambiental. Analisando cada componente separadamente, constatou-se que o agrotóxico Paraquat apresentou o maior impacto em relação ao componente ecológico. O princípio ativo Cletodim apresentou maior valor de impacto ambiental para o componente trabalhador e o ingrediente Pirimetanil apresentou o valor mais elevado para impacto ambiental associado ao componente consumidor.

A partir das análises realizadas, concluiu-se que a utilização de índices para caracterização dos riscos associados a agrotóxicos é de grande relevância, pois representam uma aproximação razoável do comportamento dos agrotóxicos no meio ambiente. Assim, podem esclarecer os riscos envolvidos nas práticas agrícolas e fornecer suporte teórico para auxiliar na tomada de decisão associada à escolha dos produtos químicos e na adoção de políticas públicas que assegurem a interação sustentável entre a agricultura e o ambiente.

### Referências

- AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA- Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma\\_caatinga/arvore/CONT000gdhgdwhv02wx5ok0rofsmqv90tsmc.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000gdhgdwhv02wx5ok0rofsmqv90tsmc.html)>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Monografia de produtos agrotóxicos. [On-line]. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/monografias/index.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- BARAN, N.; LEPILLER, M.; MOUVET, C. Agricultural diffuse pollution in a chalk aquifer (Trois Fontaines, France): influence of pesticide properties and hydrodynamic constraints. *J. Hydrol.* 358, p. 56-69, 2008.
- ESTEVEZ, E.; CABRERA, M.; MOLINA-DÍAZ, A.; ROBLES-MOLINA, J.; PALACIOS-DÍAZ, M. Screening of emerging contaminants and priority substances (2008/105/EC) in reclaimed water for irrigation and groundwater in a volcanic aquifer (Gran Canaria, Canary Islands, Spain). *Sci. Total Environ.* 433, p. 538- 546. 2012.
- KOVACH, J.; PETZOIDT, C.; TETTE, J. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*, New York, v. 139, p. 1-8. 1992.
- LONDRES, Flavia. Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida. – Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.
- MELO, R. F; CPATSA; BRITO, L. T. L. ; GIONGO, V.; ANGELOTTI, F.; MIGUEL, A. A.. Pesticidas e seus impactos no ambiente. cap. 4, p. 101-136. 2010.
- NILLESEN E, SCATASTA S., WESSELER, J. Do environmental impacts differ for Bt, Ht and conventional corn with respect to pesticide use in Europe? An empirical assessment using the Environmental Impact Quotient. *IOBC/wprs Bull*, v. 29, n. 5; p. 109-118. 2006.
- OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015), *OECD-FAO Agricultural Outlook*, OECD Publishing, Paris. 2015.
- PPDB, Pesticide Properties DataBase, Retrieved April 23, from <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>. 2016.