

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE AGROTÓXICO EM PEIXES NO RIO POTI, CRATEÚS, CEARÁ, BRASIL

Ana Clara Rosendo de Sousa¹

Janaina Lopes Leitinho²

Rivelino Martins Cavalcante³

RESUMO

O uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura tem gerado impactos ambientais significativos, especialmente em ecossistemas aquáticos. Esta pesquisa tem como objetivo identificar contaminantes orgânicos em peixes dentro e fora da Área de Proteção Ambiental (APA) do Boqueirão do Poti, além de investigar os riscos à saúde dos ribeirinhos. O estudo iniciou com coleta de tecido muscular dos peixes, preparação das amostras através do método QuEChERS, seguidos por identificação dos contaminantes por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. A avaliação de risco alimentar foi realizada por meio dos cálculos QR (quociente de risco) e risco de carcinogênico através do cálculo do índice RC (risco de câncer). Os resultados indicaram que os PPs foram a classe de contaminantes predominante nos músculos dos peixes, seguidos pelos OCPs, PBDEs e PCBs. No distrito de Ibiapaba, localizado fora da APA, foram registradas as maiores concentrações de contaminantes, sugerindo maior exposição a fontes agrícolas. As espécies mais contaminadas foram a curimatã e o bodó, ambas associadas a hábitos alimentares próximos à várzea do rio. Em Oiticica, dentro da APA, a contaminação por agrotóxicos apresentou valores aproximados entre diferentes espécies, indicando possível contaminação agrícola e de resíduos sólidos descartados de forma inadequada. Algumas amostras apresentaram valores de risco carcinogênico acima dos limites aceitáveis, indicando risco à saúde devido ao consumo de peixes. As espécies com maior RC foram piau, bodó e cangati. Diante dos resultados é iminente a necessidade implementar políticas rigorosas de controle e monitoramento da qualidade ambiental, visando mitigar os impactos da poluição crônica na segurança alimentar e reduzir o risco de doenças como o câncer em populações expostas.

Palavras-chave: Risco à saúde; Poluentes orgânicos; Rio Poti.

1 Discente do Curso Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Ceará - Campus Crateús -E-mail: anaclararosendo@alu.ufc.br.

2 Orientadora Prof^ª. Dr^ª da Universidade Federal do Ceará - Campus Crateús -E-mail: janaina@crateus.ufc.br.

3. Coorientador Prof^º Dr^º da Universidade Federal do Ceará - LABOMAR- E-mail: rivelino@ufc.br

ABSTRACT

The indiscriminate use of pesticides in agriculture has generated significant environmental impacts, especially in aquatic ecosystems. This research aims to identify organic contaminants in fish inside and outside the Boqueirão do Poti Environmental Protection Area (APA), in addition to investigating the health risks to riverside dwellers. The study began with the collection of muscle tissue from fish, sample preparation using the QuEChERS method, followed by identification of contaminants using gas chromatography coupled with mass spectrometry. The food risk assessment was performed using QR (risk quotient) calculations and carcinogenic risk through the calculation of the RC (cancer risk) index. The results indicated that PPs were the predominant class of contaminants in fish muscles, followed by OCPs, PBDEs and PCBs. In the district of Ibiapaba, located outside the APA, the highest concentrations of contaminants were recorded, suggesting greater exposure to agricultural sources. The most contaminated species were curimatã and bodó, both associated with feeding habits close to the river bottom. In Oiticica, within the APA, contamination rates were similar among different species, indicating possible contamination from agricultural and improperly disposed solid waste. Some samples showed carcinogenic risk values above acceptable limits, indicating a health risk due to fish consumption. The species with the highest CR were piau, bodó and cangati. Given these results, it is urgent to implement strict environmental quality control and monitoring policies to mitigate the impacts of chronic pollution on food safety and reduce the risk of diseases such as cancer in exposed populations.

Keywords: Health risk; Organic pollutants; Poti River.

1. INTRODUÇÃO

O Rio Poti tem sua nascente no Estado do Ceará, formada pela confluência dos riachos Santa Maria e Algodões, sobre rochas cristalinas pré-cambrianas, na localidade de Algodões, próxima à cidade de Quiterianópolis. Segue em direção ao norte por aproximadamente 105 km, a montante de Crateús-CE (DAMASCENO et al., 2008). Ao chegar em Crateús, o rio se bifurca, formando uma ilha, e posteriormente se reúne novamente na saída da cidade, continuando seu percurso pelo distrito de Ibiapaba, margeando a serra, até alcançar o povoado de Oiticica. Nesse ponto, atravessa uma fenda conhecida popularmente como Boqueirão ou Cânions, ingressando no território piauiense. No Piauí, o Rio Poti integra a bacia do Longá, passando por Teresina e, a jusante, unindo-se ao Delta do Parnaíba.

O Cânion do Rio Poti é uma formação geográfica natural e é visto como uma das preciosidades geográficas do Nordeste brasileiro. Suas características são peculiares, apresentando um rico potencial, especialmente nos aspectos ambiental e geográfico. Do ponto de vista ambiental, destaca-se pela diversidade faunística e florística típica do Bioma Caatinga. No contexto geográfico, sua relevância está na localização particular, situando-se entre um Glint (escarpa abrupta que marca a transição entre diferentes formações geológicas) e uma área fluvial de um rio federal, que serve de limite natural entre os estados do Ceará e do Piauí (Soares, et al, 2022).

Parte da extensão do rio Poti no Ceará sofre com a seca. A escassez acentuada no segundo semestre do ano e elevadas médias de temperatura, o rio, tem seu nível de água cada vez mais baixo, tornando-se um conjunto de lagoas. Estas lagoas tornam-se verdadeiros oásis o que atraem diversas transformações antropogênicas incluindo a supressão da mata ciliar para construção de residências e atividades agrícolas, descartes de efluentes domésticos e queimadas.

As modificações antropogênicas ao longo do rio Poti fazem dele um receptor de contaminantes emergentes (CE) e poluentes orgânicos persistentes (POPs). Os POPs são compostos sintéticos e tóxicos, como hidrocarbonetos aromáticos (HPAs), pesticidas organoclorados (POCs) e bifenilas policloradas (PCBs), que se acumulam nos tecidos adiposos dos organismos (Kumar, et al, 2022).

A proximidade das áreas de cultivo com as margens do rio, favorecida pela disponibilidade de solo fértil e facilidade de irrigação, tem levado à intensificação de práticas prejudiciais, como as queimadas, que comprometem a vegetação nativa e destroem a mata ciliar. Além disso, o desmatamento no entorno da Unidade de Conservação do Boqueirão

assume diferentes formas, impulsionado tanto por pequenas atividades agrícolas familiares quanto por empreendimentos comerciais de maior escala, que frequentemente não respeitam a faixa de proteção do rio. A remoção da vegetação ribeirinha agrava processos erosivos, reduz a biodiversidade aquática e aumenta a vulnerabilidade do ecossistema a contaminações e eventos climáticos extremos, colocando em risco a sustentabilidade ambiental da região.

Com a ausência da mata original e a inserção de espécies não nativas é comum infestações de pragas no lavradio. Pragas como lagartas, percevejos, ácaros, brocas, entre outras que podem causar danos significativos às plantações, comprometendo a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas. Como resposta a esses ataques, os agricultores recorrem ao uso de agrotóxicos para proteger suas culturas.

Os agrotóxicos podem alcançar os ambientes aquáticos por meio da aplicação intencional e escoamento superficial, a partir de áreas onde ocorreram aplicações. A percolação dos agrotóxicos podem ocasionar a contaminação dos lençóis freáticos (Edwards 1973). Portanto, além de afetar os próprios cursos de água superficiais, os agrotóxicos podem alcançar os sistemas hídricos subterrâneos cuja descontaminação apresenta grande dificuldade.

Os agrotóxicos presentes em corpos d'água podem penetrar nos organismos aquáticos por de diversas vias de acesso e seu grau de acumulação depende do tipo de cadeia alimentar, da disponibilidade e persistência do contaminante na água e, especialmente, de suas características físicas e químicas (Spacie & Hamelink 1985). Os peixes e invertebrados podem acumular os agrotóxicos em concentrações muito acima daquelas encontradas nas águas nas quais eles vivem, pois estes compostos podem se ligar ao material particulado em suspensão e ser ingeridos pelos organismos aquáticos (Nimmo 1985).

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo comparar os níveis de contaminação por agrotóxicos em peixes coletados em pontos localizados dentro e fora da Área de Proteção Ambiental (APA) do Boqueirão do Poti. Além disso, busca calcular o risco alimentar e cancerígeno associado ao consumo dessas espécies, fornecendo subsídios para futuras estratégias de monitoramento e conservação da qualidade da água na região. A pesquisa também visa compreender como a exposição a esses contaminantes varia entre diferentes trechos do rio, considerando as influências de diversas fontes de poluição e seus impactos na saúde humana.

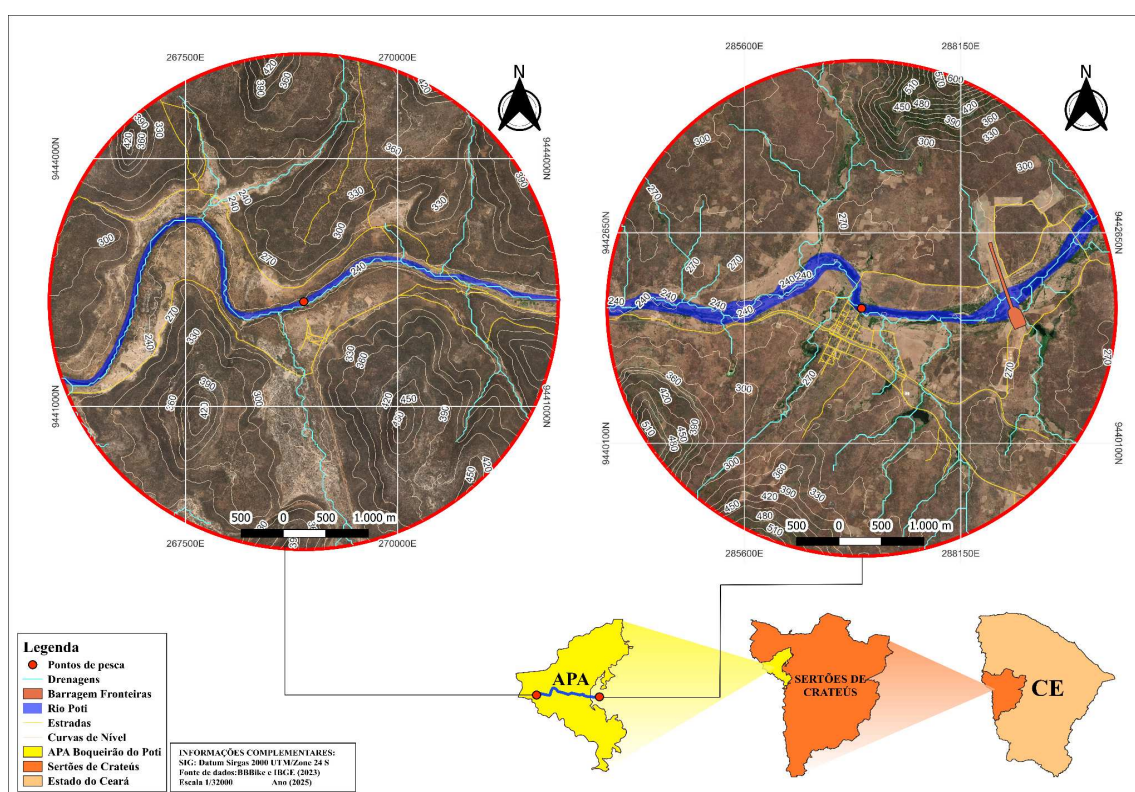
2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A escolha das áreas para a coleta de amostras foi realizada com base em critérios técnicos e estratégicos que consideraram aspectos geográficos, ambientais e humanos. O primeiro critério utilizado foi a localização em relação a APA, com a definição de áreas tanto dentro quanto fora de seus limites. Esse critério busca avaliar possíveis diferenças nos níveis de contaminação por agrotóxicos entre regiões protegidas e áreas sujeitas a maior interferência humana. O segundo critério considerou a proximidade com atividades humanas, principalmente agrícolas. Por fim, a localização estratégica em diferentes trechos do Rio Poti foi definida como um terceiro critério, visando uma abrangência representativa da área de estudo e contemplando locais com diferentes usos do solo e condições ecológicas.

Com base nesses critérios, foram definidos dois pontos de coleta: o primeiro no Distrito de Ibiapaba com as coordenadas 5°02'52"S 40°55'17"W, localizado na região de entorno da APA e caracterizado por atividades agrícolas significativas; e o segundo no Distrito de Oiticica com as coordenadas 5°02'33"S 41°05'04"W, localizado dentro da APA.

Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta (● - Pontos de coleta; / - Drenagens; ■ - Barragem de Fronteiras; ■ - Rio Poti; / - Estradas. / - Curvas de nível; ■ - APA Boqueirão do Poti; ■ - Sertões de Crateús; ■ - Estado do Ceará).



Fonte: Autora, 2025.

2.2 Coleta das amostras

Foram coletados 47 (quarenta e sete) exemplares de peixes no Rio Poti, abrangendo diferentes espécies representativas da fauna local. As espécies coletadas foram: *Oreochromis niloticus* (tilápia), *Hypostomus plecostomus* (bodó), *Leporinus friderici* (piauí), *Cichla monoculus* (tucunarê), *Prochilodus lacustris* (curimatã), *Psectrogaster rhombioides* (branquinha), *Serrasalmus rhombeus* (piranha), *Hoplias malabaricus* (traíra), *Trachelyopterus striatulus* (cangati), *Hemiodus langeani* (voador) e *Geophagus brasiliensis* (cará-preto). Essa ampla coleta permite abranger diferentes hábitos alimentares e preferências ecológicas, permitindo uma análise mais robusta da presença de contaminantes.

Os peixes apresentaram peso mínimo e máximo de 29 e 368 gramas, respectivamente, com peso médio de $141,52 \pm 77,7$ gramas. O comprimento padrão (mm) apresentou um mínimo e máximo de 115 e 290 milímetros, respectivamente, com um comprimento médio de $173,43 \pm 4,1$ milímetros.

De cada peixe, foi retirado o tecido muscular, escolhido por ser a parte mais consumida pelos seres humanos e, conseqüentemente, a principal via de exposição a possíveis contaminantes. Além disso, o músculo é uma matriz biológica amplamente usada em estudos de biomonitoramento ambiental, pois reflete de maneira consistente a bioacumulação de compostos tóxicos sem ser diretamente influenciado por alterações metabólicas transitórias, como ocorre em outros órgãos (Repula, 2012).

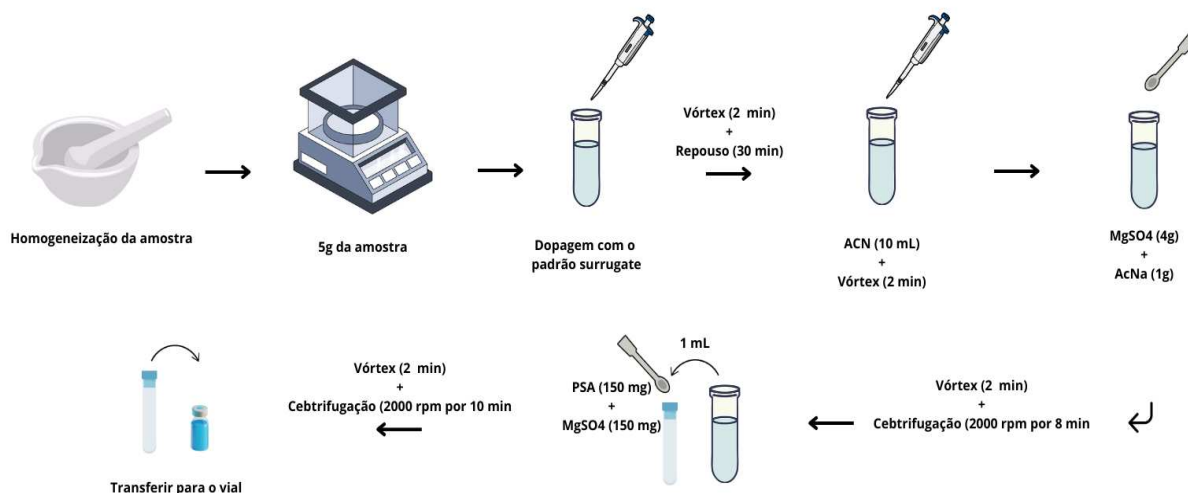
As amostras de tecido foram cuidadosamente armazenadas em recipientes estéreis e mantidas sob refrigeração, garantindo a integridade do material até seu envio ao LACOR (Laboratório de Contaminantes Orgânicos) da Universidade Federal do Ceará campus LABOMAR em Fortaleza, onde foram realizadas as análises cromatográficas para identificação e quantificação dos agrotóxicos presentes.

2.3 Preparação das amostras

As amostras de tecido muscular dos peixes foram preparadas seguindo o método QuEChERS (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe*) desenvolvido em 2003 por Anastassiades e colaboradores, adaptado pelo LACOR, com base em protocolos avaliados pelo programa europeu QUASIMEME (*Quality Assurance of Information in Marine Environmental Monitoring*). Essa metodologia foi escolhida por sua eficácia na extração de resíduos químicos, especialmente compostos orgânicos como pesticidas, e por fornecer resultados consistentes em análises ambientais e biológicas. A Figura 2 apresenta de forma resumida as etapas do preparo das amostras de músculo pelo método QuEChERS e os

detalhamentos das mesmas estão descritas nas seções subsequentes.

Figura 2. Preparo das amostras de músculo pelo método QuEChERS.



Fonte: Autora, 2025.

2.3.1 Pesagem da amostra e fortificação

Cada amostra foi pesada utilizando uma balança analítica de alta precisão, com aproximadamente 5 gramas de tecido muscular transferidos para tubos de vidro de 50 mL. Um controle em branco foi incluído para cada dia de análise, assegurando a qualidade dos resultados. As amostras foram fortificadas com 50 µL de padrão surrogate a uma concentração de 10 ppm, sendo este responsável por indicar a eficiência do método de extração através do estudo de recuperação dele. As amostras e o padrão foram misturados em vórtex por 2 minutos e deixados em repouso por 30 minutos para otimizar a interação entre o solvente e a matriz biológica.

2.3.2 Extração

Posteriormente ao período de repouso, foi adicionado 10 mL de acetonitrila às amostras, e o conteúdo foi novamente agitado no vórtex por 2 minutos. A acetonitrila foi escolhida por sua capacidade de extrair compostos de baixa polaridade, minimizando a extração de lipídios e pigmentos que poderiam interferir nos resultados (Lehotay et al., 2001).

2.3.3 Partição e centrifugação

Após a extração inicial, foram adicionados às amostras 4 gramas de sulfato de magnésio (MgSO_4), que atua na remoção de água residual, e 1 grama de acetato de sódio (CH_3COONa), que possui o papel de regular o pH da matriz, promovendo a estabilidade e a recuperação de compostos específicos. Esses sais promovem o efeito *salting out*, reduzindo a solubilidade de compostos na fase aquosa e aumentando a eficiência da extração dos analitos (Schenck et al., 2008).

A mistura foi novamente agitada em vórtex por 2 minutos e, em seguida, centrifugada a 2000 rpm por 8 minutos. Após a centrifugação, uma alíquota de 1 mL da fase orgânica (sobrenadante) foi coletada e transferida para tubos de 10 mL para a próxima etapa.

2.3.4 Limpeza (Clean Up)

A etapa de limpeza foi realizada utilizando 150 mg de sulfato de magnésio (MgSO_4) e 150 mg de PSA (Primary Secondary Amine) em cada tubo de amostra contendo o sobrenadante resultante da etapa anterior. O MgSO_4 foi empregado novamente para remover resíduos de água residual, enquanto o PSA, composto por aminas primária e secundária, atua como um agente quelante, retendo interferências da matriz biológica (Prestes et al., 2009).

Após a adição dos agentes de limpeza, as amostras foram agitadas por 2 minutos no vórtex e centrifugadas a 2000 rpm por 10 minutos. O extrato limpo resultante foi cuidadosamente transferido para *vials* de 2 mL, que foram lacrados com parafilm e armazenados sob refrigeração até a análise cromatográfica.

2.3 Análise cromatográfica

A detecção e quantificação dos analitos de interesse foram realizadas por meio de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas, utilizando um detector de captura de elétrons e detectores de nitrogênio e fósforo (GC-MS/ECD/NPD) da Perkin Elmer. Para a separação, foi empregada uma coluna cromatográfica capilar Agilent J&W DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm). As curvas analíticas abrangeram um intervalo de concentração de 0,1 a 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$, utilizando padrões internos, como PCB-103 e nitrobenzeno- d_5 . Informações detalhadas sobre as condições cromatográficas, parâmetros analíticos e curvas analíticas podem ser consultadas nos Apêndices A e B.

Os poluentes identificados são distribuídos nas seguintes classes: Bifenilos Policlorados (PCBs), Éteres Difenílicos Polibromados (PBDEs), Pesticidas Organoclorados (OCPs) e Piretróides (PPs). Os PCBs e OCPs apresentam potencial cancerígeno, enquanto os

PBDEs e os PPs, são associados a riscos neurológicos e endócrinos.

2.4 Avaliação de Risco a Saúde

2.4.1 Taxa de Ingestão de Peixe

A avaliação de risco à saúde, se dá pela determinação da taxa de ingestão de peixes pela população local. Tal análise estabelece a base para a estimativa da exposição da população a contaminantes bioacumulados em peixes.

O levantamento de dados foi conduzido por meio da aplicação de um questionário aos moradores das duas localidades onde foram feitas as amostragens (distritos de Ibiapaba e de Oiticica). O questionário abordou aspectos como: a regularidade com que os entrevistados consomem peixes provenientes do Rio Poti, a quantidade média ingerida por refeição e a diversidade de espécies consumidas. A partir das respostas obtidas, foi possível estimar a taxa de ingestão média em gramas de peixe por dia por pessoa e a frequência semanal de consumo.

2.4.2 Risco não-cancerígeno

Para avaliar o risco potencial à saúde humana devido à ingestão de poluentes orgânicos em amostras coletadas, foi utilizado o Quociente de Risco (QR) representado na Equação 2 para efeitos não-cancerígenos. O cálculo foi realizado com base na dose estimada de exposição (I), conforme a equação apresentada a seguir na Equação 1 (Universidade de Wisconsin - USEPA, 1989).

$$I = C * \frac{IR * EF * ED}{BW * AT} \quad (\text{Equação 1})$$

Nesta equação, C (mg/kg) representa a concentração do contaminante no alimento, IR (kg/dia) representa a taxa de ingestão de peixe definido através do questionário, EF (dias/ano) corresponde à frequência de consumo em um ano, ED (anos) indica a duração da exposição (70 anos), BW (kg) representa o peso corporal de um ser humano adulto (70 kg) e AT (dias) é o tempo médio (ED x EF).

$$QR = \frac{I}{RfDo} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde RfDo é a dose oral de referência (mg/kg/dia) do poluente analisado (Universidade de Wisconsin-Usepa, 1989).

Para a interpretação dos dados, um valor de QR inferior a 1 indica que não há efeitos nocivos esperados, enquanto um QR superior a 1 sugere a possibilidade de impactos prejudiciais à saúde humana devido ao consumo desses peixes (Universidade de

Wisconsin-Usepa, 1989). Por fim, para avaliar os efeitos cumulativos da exposição aos POPs, o Quociente de Risco Total (TQR) também foi calculado somando-se os QRs obtidos (Universidade de Wisconsin-Usepa, 1989).

$$TQR = \sum_{i=1}^n QR_i \quad (\text{Equação 3})$$

2.4.3 Risco de câncer

A avaliação do risco de câncer (CR), calculada pela Equação 5, foi realizada considerando a probabilidade de desenvolvimento da doença em indivíduos expostos a esses compostos por meio da alimentação. Para estimar os impactos crônicos desses contaminantes, calcula-se inicialmente a dose média diária ao longo da vida (LADD) (Equação 4).

$$LADD = C * \frac{IR * EF * ED}{BW * L_t} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde, C é a concentração do contaminante (mg/kg); IR é a taxa de ingestão (kg/dia) usando as mesmas estimativas de ingestão anteriores; EF é a frequência (dias/ano); BW (kg) é o peso de um adulto (70 kg); ED (anos) é a exposição crônica (70 anos); L_t a medida da expectativa de vida de um indivíduo (76 anos).

$$CR = LADD \times CSFo \quad (\text{Equação 5})$$

Em que, LADD é a dose média diária ao longo da vida (mg/kg/dia) e o CSFo é uma medida da potência de carcinogenicidade, também chamada de fator de inclinação do câncer oral (mg/kg/dia)⁻¹ (Universidade de Wisconsin-Usepa, 1989).

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (United States Environmental Protection Agency - USEPA) disponibiliza uma ampla coleção de doses orais para esses compostos-alvo, incluindo a dose de referência oral (RfDo) e o fator de inclinação do câncer oral (CSFo), presentes no Sistema Integrado de Informações de Risco (IRIS) da EPA (USEPA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2 Comparativo das classes de contaminantes entre os pontos de coleta

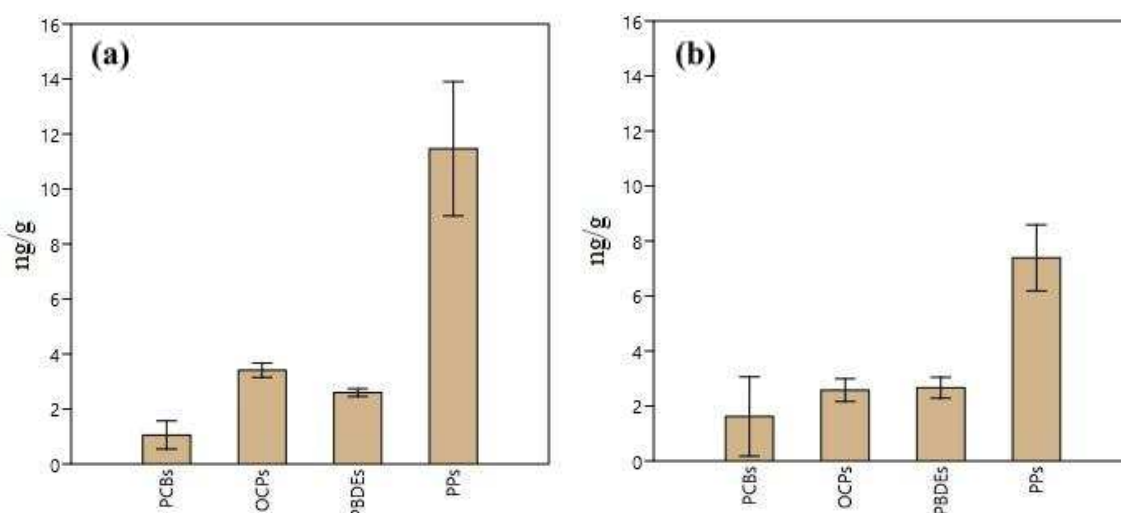
A Figura 3 (a-b) apresenta a concentração em ng/g de contaminantes presentes nos peixes coletados. Os valores são grafados com uma barra de erro que apresenta valores elevados para os contaminantes da classe PPs, pois dentro das mesmas espécies observa-se uma variação da concentração, o que pode ser justificado pela idade, habitat, preferências alimentares e disponibilidade do contaminante no meio aquático.

A análise dos níveis de contaminação nos peixes coletados nos pontos Ibiapaba e

Oiticica revelou diferenças na concentração das classes de contaminantes analisadas (PCBs, OCPs, PBDEs e PPs). Observa-se que os contaminantes da classe PPs apresentaram as maiores concentrações em ambos os pontos, sendo significativamente mais elevados em Ibiapaba, onde os valores atingiram em média aproximadamente 12 ng/g, enquanto em Oiticica foram em torno de 7 ng/g. Essa diferença sugere uma maior influência de fontes de contaminação por PPs na região de Ibiapaba. Deve-se ressaltar que a região do distrito de Ibiapaba possui uma maior urbanização quando comparado ao distrito de Oiticica, possuindo uma vasta área dedicada à agricultura, além de passar por transformações intensas devido a construção da barragem sem fronteira. Deve-se ressaltar, ainda, que as classes OCPs e PBDEs também encontram-se presentes em quantidades significativas, em ambos distritos, apresentando uma redução de 1 ng/g para Oiticica.

Os PCBs apresentaram as menores concentrações em Ibiapaba, enquanto em Oiticica, os valores foram relativamente mais elevados. Tendo em vista que os contaminantes da classe PCBs são oriundos de plastificantes e tintas esta contaminação pode advir dos resíduos sólidos descartados de forma irregular na calha do rio. Este panorama é agravado em Oiticica que não possui coleta seletiva, sendo os resíduos sólidos queimados. Uma vez queimados, as cinzas podem ser levadas pela chuva através das calhas até o rio. Este panorama justifica os valores elevados para a região de oiticica

Figura 3. Concentração de PCBs, OCPs, PBDEs e PPs. a) Distrito de Ibiapaba- Crateús-Ce; b) Distrito de Oiticica- Crateús-Ce.



Fonte: Autora, 2025.

3.2 Comparativo das classes de contaminantes entre as espécies de peixes

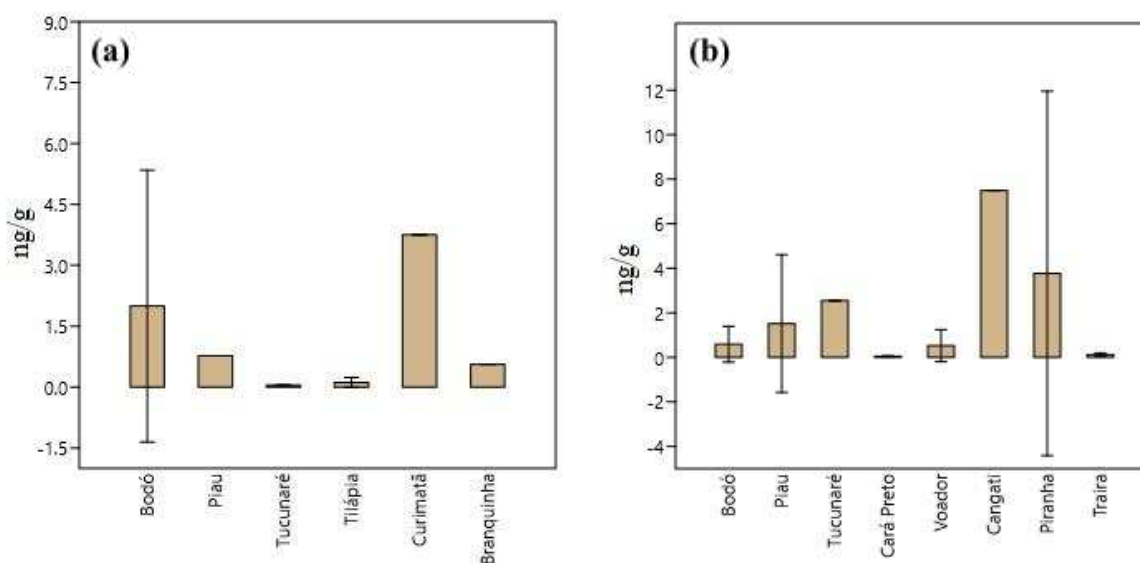
A Figura 4(a-b) apresenta a concentração de PCBs das espécies coletadas nos distritos

de Ibiapaba (Figura 4-a) e em Oiticica (Figura 4-b).

Na Ibiapaba (Figura 4-a) as espécies que mais bioacumularam foram o curimatã, bodó e piauí, respectivamente. Em Oiticica (Figura 4-b), os maiores valores foram observados para as espécies Cangati, piranha e tucunaré e piauí. Deve-se observar que o bodó, coletado em Ibiapaba e a piranha e o piauí coletados em oiticica apresentaram variabilidade entre as amostras individuais indicando que a contaminação é influenciada pela disponibilidade no meio aquático.

Os níveis elevados de PCBs na Piranha e no Cangati em Ibiapaba podem ser explicados pela biomagnificação ao longo da cadeia trófica, devido ao hábito carnívoro da Piranha, e pela bioacumulação nos sedimentos, fonte de alimentação do Cangati, uma espécie bentônica. Enquanto isso, em Oiticica, a Curimatã, uma espécie detritívora, apresentou os maiores níveis possivelmente devido à ingestão direta de sedimentos contaminados (Santos, 2009).

Figura 4. Média das concentrações de PCBs a) Distrito de Ibiapaba- Crateús-Ce; b) Distrito de Oiticica- Crateús-Ce.



Fonte: Autora, 2025.

As concentrações dos contaminantes pertencentes à classe OCPs estão descritos na Figura 5 (a-b).

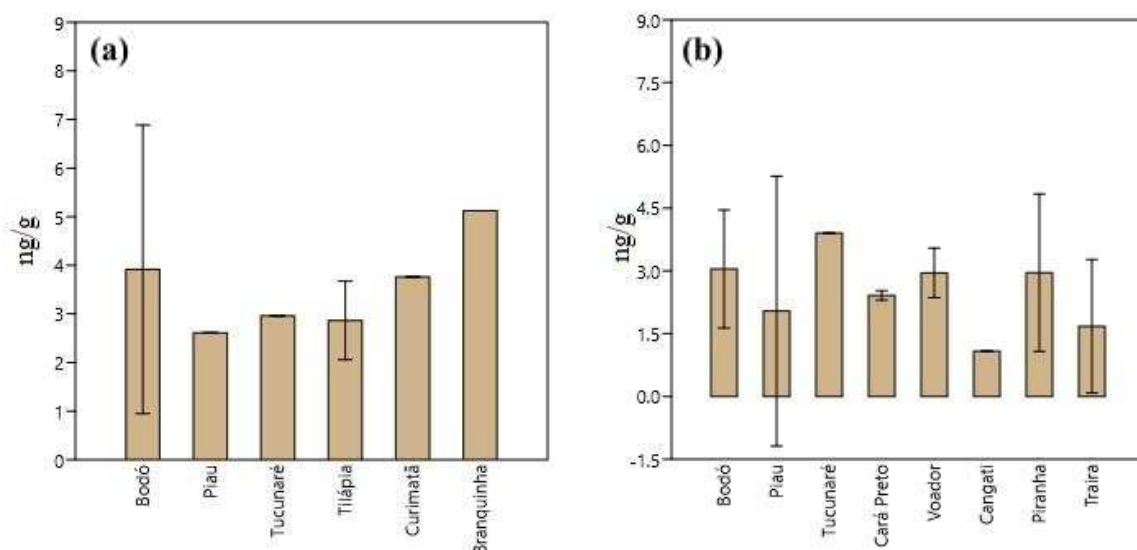
As espécies que mais absorveram contaminantes da classe OCPs no distrito de Ibiapaba (Figura 5-a) foram a Branquinha, Curimatã e Bodó. Em Oiticica, a espécie Tucunaré, apresentaram concentrações mais elevadas seguidas pelas espécies de Bodó e Voador e Piranha que tiveram níveis semelhantes.

A bioacumulação mais elevada nas espécies branquinha e no bodó pode ser associada à seus hábitos detritívoros, já que essas espécie se alimentam de partículas suspensas e matéria orgânica no sedimento, onde os OCPs tendem a se acumular devido à sua persistência e baixa solubilidade em água.

A espécie tucunaré, por sua vez, é um predador de topo, o que sugere que a biomagnificação ocorreu pela alta concentração deste contaminante. Deve-se ressaltar que esta espécie é uma invasora sendo oriunda de piscicultura. É relevante frisar que o rio Poti, na região do Ceará, não possui viveiros em suas águas o que leva a crer que pode ser advindo de açudes com barragens rompidas, chegando ao rio por calhas.

Levando em consideração que os contaminantes da classe OCPs são pesticidas sintéticos utilizados principalmente na agricultura e no controle de vetores de doenças. pode-se inferir que a presença destes em peixes pode estar relacionado com a lixiviação do solo ou pela condensação dos vapores dos mesmos sobre as águas.

Figura 5. Concentração de OCPs. a) Distrito de Ibiapaba- Crateús-Ce; b) Distrito de Oiticica- Crateús-Ce.



Fonte: Autora, 2025.

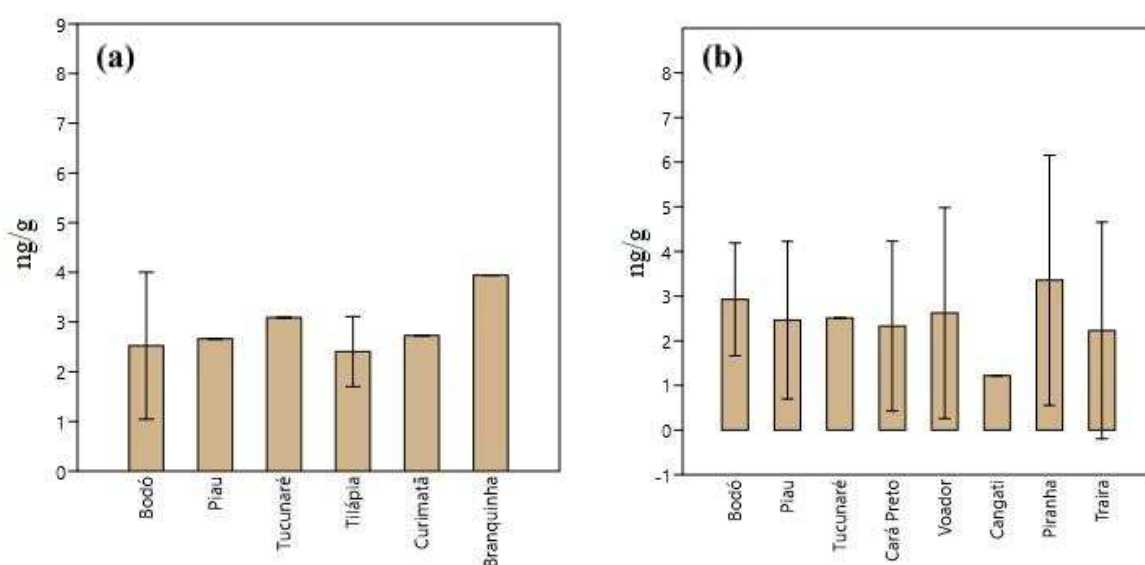
A Figura 6 (a-b) apresenta as concentrações dos contaminantes da classe PBDEs por espécie de peixe coletados nos distritos de Ibiapaba e Oiticica.

Observa-se na Figura 6 (a-b) que a distribuição dos PBDEs entre as espécies seguiu um padrão semelhante ao observado para outras classes de contaminantes até aqui descritas sendo as espécies de branquinha e tucunaré as que mais bioacumularam na coleta da Ibiapaba

e a piranha e o Bodó as que apresentaram maiores valores dos contaminantes no distrito de Oiticica, refletindo a influência dos hábitos alimentares e da bioacumulação.

Os PBDEs são derivados dos retardantes de chama adicionados a plásticos, têxteis, eletrônicos e espumas. Esta contaminação pode ser derivada dos resíduos sólidos descartados de forma irregular ou até mesmo de suas cinzas após o processo de queima pelas comunidades.

Figura 6. Concentração de PBDEs. a) Distrito de Ibiapaba- Crateús-Ce; b) Distrito de Oiticica- Crateús-Ce.



Fonte: Autora, 2025.

Os valores de concentração dos contaminantes referente a classe dos PPs por espécies de peixes coletados nos distritos de Ibiapaba e de Oiticica (Figura 7 a-b)

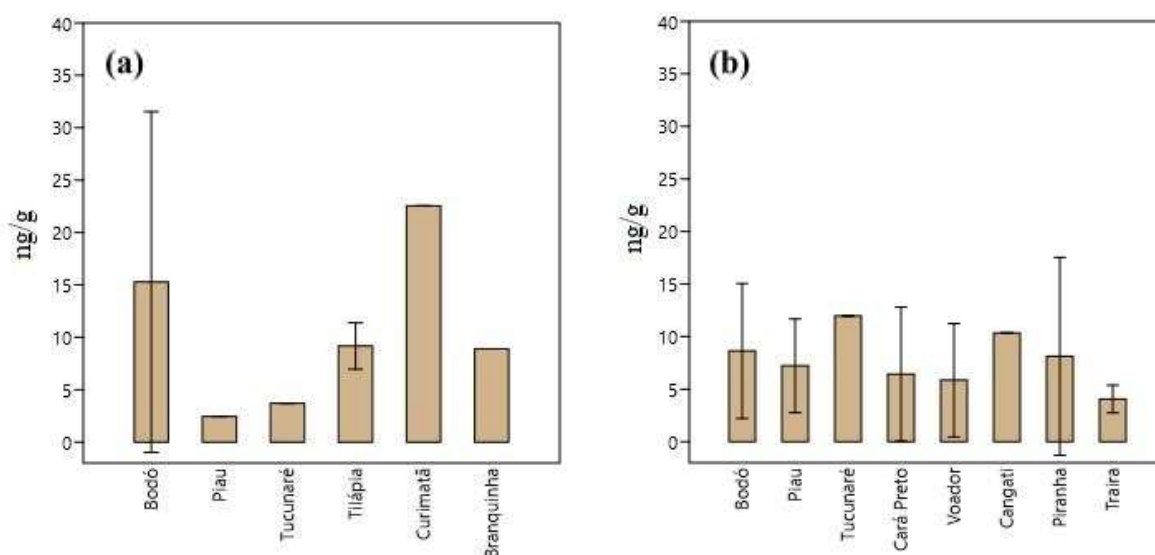
Comparando os valores apresentados referente a classe PPs na Figura 7 com os apresentados para as demais classes nas Figuras 4 a 6 observa-se que os PPs foram os contaminantes com as maiores concentrações entre todas as classes analisadas, destacando-se a Curimatã em Ibiapaba, com valores próximos a 25 ng/g, seguida pelo Bodó, que atingiu cerca de 15 ng/g. Em Oiticica, o maior nível foi registrado no Tucunaré, com concentrações entre 10 e 15 ng/g. Estes valores sugerem que a classe de PPs tem maior acumulação no tecido muscular dos peixes estudados bioacumulando com maior intensidade.

Em Oiticica (Figura 7-b), a distribuição mais homogênea pode indicar uma fonte de contaminação mais difusa, afetando todas as espécies de maneira semelhante

Os PPs são inseticidas derivados dos piretroides os quais são amplamente usados na agricultura no controle de vetores, o que leva a crer que a contaminação do rio Poti deve estar vinculada a lixiviação do solo, condensação de seus vapores sobre a superfície da água.

- Em tempos de mudanças climáticas com registros de elevadas temperaturas os vapores são certamente os maiores vetores de contaminação por poluentes orgânicos. A somar-se com esta sentença há épocas muitos eventos que arrastam esta contaminação a lugares mais remotos e distantes.

Figura 7. Concentração de PPs. a) Distrito de Ibiapaba- Crateús-Ce; b) Distrito de Oiticica- Crateús-Ce;



Fonte: Autora, 2025.

Analisando as Figuras de 4 a 7 observa-se que os níveis de contaminação variaram entre os pontos de coleta, refletindo possíveis diferenças nas fontes de poluição e nas características ambientais de cada local. De forma geral, as concentrações mais altas foram registradas em Ibiapaba, onde a Curimatã e o Bodó apresentaram os maiores níveis de contaminação do estudo, sugerindo um acúmulo significativo desses compostos no ambiente sedimentar. Em Oiticica, a contaminação foi mais distribuída entre as espécies, com o Tucunaré, a Piranha e o Bodó se destacando em diferentes classes de contaminantes. Esses resultados indicam que Ibiapaba pode estar sujeita a uma maior deposição de poluentes, especialmente aqueles de maior persistência ambiental, enquanto Oiticica apresenta um perfil de contaminação mais diversificado, possivelmente influenciado por diferentes fontes de poluição e dinâmicas ecológicas locais.

Deve-se salientar que dos 46 compostos analisados, 16 ficaram abaixo dos limites de detecção analítica (Apêndices C e D). Estes subconjunto incluem 3 contaminantes pertencentes a classe PCBs (PCB138, PCB153 e PCB180), 12 poluentes derivados da classe dos OCPs (b-BHC, Aldrin, Heptacloro epóxide, Endosulfan I, cis-Nonacloro, Dieldrin,

Endrin, Endosulfan II, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfate, Endrin ketone e Bifenthrin), e 1 contaminante originário da classe PBDEs (BDE47).

3.3 Avaliação de Risco Alimentar

3.3.1 Risco não-cancerígeno

Para avaliar os riscos não-cancerígenos associados ao consumo dos peixes usa-se o cálculo do Quociente de Risco (QR) e do Quociente de Risco Total (TQR) para cada amostra de tecido de peixe. Valores QR maiores que 1 indicam possíveis riscos à saúde devido à exposição crônica. Valores TQR superiores a 1, refletem possíveis efeitos cumulativos na saúde devido à exposição prolongada aos POPs. Os valores calculados para QR e TQR encontram-se nos Apêndices F e G para cada classe de contaminante nos distritos de Ibiapaba e Oiticica. Para fins do cômputo dos valores de QR usa-se os valores de doses orais de referência (RfDo) os quais estão registrados no Apêndice E.

Os maiores valores de QR encontrados para as classes OCPs, PBDEs e PPs para os respectivos distritos de Ibiapaba estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Maiores valores de QR encontrados para as classes OCPs, PBDEs e PPs

Classe de Poluentes	Distritos	
	Ibiapaba	Oiticica
OCPs	$0,4 \times 10^{-10}$	$9,4 \times 10^{-10}$
PBDEs	$2,3 \times 10^{-10}$	$3,0 \times 10^{-10}$
PPs	$1,1 \times 10^{-6}$	$3,1 \times 10^{-7}$

Os maiores valores de TQR encontrados para as classes OCPs, PBDEs e PPs para os respectivos distritos de Ibiapaba estão listados na Tabela 2.

Tabela 2. Maiores valores de TQR encontrados para as classes OCPs, PBDEs e PPs

Classe de Poluentes	Distritos	
	Ibiapaba	Oiticica
OCPs	$1,3 \times 10^{-9}$	$9,4 \times 10^{-10}$
PBDEs	$4,1 \times 10^{-10}$	$3,0 \times 10^{-10}$
PPs	$1,7 \times 10^{-6}$	$9,5 \times 10^{-10}$

Diante dos resultados apresentados na Tabela 1 e 2 pode-se inferir que a concentração

de poluentes analisados (PBDEs, OCPs e PPs,) presentes nos peixes não representam um risco significativo para a saúde humana dentro dos padrões de consumo estabelecidos.

3.3.2 Risco cancerígeno

Para avaliar os riscos cancerígenos (RCs) associados ao consumo dos peixes usa-se a classificação segundo a USEPA, valores de RC abaixo de 10^{-6} são considerados insignificantes, enquanto valores entre 10^{-6} e 10^{-4} são considerados aceitáveis. Acima de 10^{-4} , o risco é considerado inaceitável. Os valores de RC calculados estão apresentados nos Apêndices I e J para cada amostra nos dois pontos, Ibiapaba e Oiticica. O RC foi calculado com base nos valores de doses orais de referência (CSFo) listados no Apêndice H.

Os valores RC apresentados para o distrito de Ibiapaba variaram de $2,78 \times 10^{-7}$ a $3,8 \times 10^{-3}$ enquanto que no distrito de Oiticica os valores variaram de $9,26 \times 10^{-6}$ a $3,68 \times 10^{-3}$. Entre as 15 substâncias estudadas estão 3 poluentes, sendo 1 da classe PCBs (PCB 52) e 2 da classe OCPs (α -BHC e Heptachlor).

Em Ibiapaba as espécies que apresentaram valores inaceitáveis de RC foram a branquinha, a curimatã e bodó. E em Oiticica foram a piranha, piau, tucunaré, cangati e bodó.

Esses resultados indicam que, em ambos os distritos, há espécies de peixes cujo consumo pode representar um risco à saúde devido à presença de contaminantes com potencial cancerígeno. A presença de PCBs e OCPs entre os compostos analisados reforça a preocupação com a contaminação ambiental, visto que esses poluentes são conhecidos por sua persistência no meio ambiente e bioacumulação na cadeia alimentar.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, foi possível identificar que a área de Ibiapaba, localizada fora da APA do Boqueirão do Poti e com intensa atividade agrícola, apresentou as maiores concentrações de contaminantes nos peixes analisados. Esse achado reforça a influência das práticas agrícolas na contaminação dos recursos hídricos e da biota aquática, especialmente pelo uso intensivo de agrotóxicos.

Além disso, a avaliação do risco cancerígeno, baseada nos critérios da USEPA, indicou que a ingestão dos peixes contaminados pode representar um risco significativo para a saúde humana. A exposição contínua a esses compostos pode estar associada ao desenvolvimento de doenças graves, como câncer, além de outros efeitos adversos, incluindo disfunções hormonais e neurológicas.

Dessa forma, os resultados deste estudo ressaltam a necessidade da implementação de estratégias de gestão ambiental para mitigar os impactos da contaminação por agrotóxicos na

região. Medidas como o fortalecimento da fiscalização sobre o uso de pesticidas, a recuperação de áreas de mata ciliar e o incentivo a práticas agrícolas mais sustentáveis podem contribuir para a redução da carga de poluentes no Rio Poti. Além disso, a continuidade de estudos sobre a bioacumulação desses compostos e seus efeitos na biota aquática é essencial para garantir a segurança alimentar das populações que dependem dos recursos pesqueiros locais.

REFERÊNCIAS

AAMIR, M.; KHAN, S.; NAWAB, J.; QAMAR, Z.; KHAN, A. **Tissue distribution of HCH and DDT congeners and human health risk associated with consumption of fish collected from Kabul River, Pakistan.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 125, p. 128, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Riscos à saúde humana decorrentes do consumo de pescados oriundos das praias contaminadas por óleo cru na região Nordeste do Brasil.** *Nota Técnica n° 27/2019/SEI/GGALI/DIRE2/ANVISA*. 2019. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (BRASIL). **Agrotóxicos em alimentos.** 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/duvidas-sobre-agrotoxicos-em-alimentos>. Acesso em: 17 jul. 2024.

AMARO, Bruna Barbosa Dias Ferreira et al. **A Biossegurança no uso de agrotóxicos na percepção de agricultores do Distrito de Cuncas, Barro–Ceará: Saúde Física e Ambiental.** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, p. e15610111644-e15610111644, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11644>. Acesso em: 18 de outubro de 2024.

AMÉRICO, Juliana Heloisa Pinê et al. **O uso de agrotóxicos e os impactos nos ecossistemas aquáticos.** *Revista Científica ANAP Brasil*, v. 8, n. 13, 2015.

ANASTASSIADES, M. et al. **Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and dispersive solid-phase extraction for the determination of pesticide residues in produce.** *Journal of AOAC International*, v. 86, p. 412-431, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12716: Água — Ensaio de toxicidade aguda com peixes — Sistema de fluxo contínuo.** Rio de Janeiro. 2024.

BRASIL, M. S. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos.** 2018.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta O Art. 225, § 1º, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 26 abr. 2024.

CAMPOS, L., & Ramirez, T. L. (2020). **Paisagem Arqueológica como Paisagem Cultural: Considerações sobre o Complexo Rupestre do Poti, Piauí – Brasil**. Espaço Aberto, 10(2), 53-69. <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2020.32700>. Acesso em: 26 abr. 2024.

CAVALCANTE, Rivelino Martins. **Contaminantes orgânicos em ambientes aquáticos**. 2020.

CHOI, Minkyu; LEE, In-Seok. **Decreases in concentrations and human dietary intakes of polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in Korean seafood between 2005 and 2017**. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, v. 81, n. 2, p. 199-209, 2021.

DA SILVA, Helena Vanessa Maria; MAIA, Rubson Pinheiro; DA CUNHA, Lúcio José Sobral. **Aspectos culturais de Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom) da região do Cânion do rio Poti, Nordeste do Brasil**. Physis Terrae-Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente, v. 5, n. 2-3, p. 247-262, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21814/physisterrae.5569>. Acesso em: 15 de fev de 2024

DAMASCENO, L. M. O. et al. **Qualidade da água do rio Poti para consumo humano, na região de Teresina, PI**. Rev. Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável v.3, n.3, p.116-130. Mossoró, 2008.

DE L FREITAS, Fabricio et al. **Contaminants of Emerging Concern (CECs): Assessment of Health and Dietary Risk in the Consumption of Plagioscion Squamosissimus in One of the Largest Rivers in a Semi-Arid Region (Rio São Francisco, Brazil)**. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4717632>. Acesso em: 01 de jun de 2024.

DO CEARÁ, GOVERNO DO ESTADO. **ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO, DOS ESTUDOS BÁSICOS E DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA**. Disponível em: https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/12/0273012-FASE-V_-Analise-Institucional-Integra%C3%A7%C3%A3o-da-Ibiapaba.pdf. Acesso em: 15 de fev de 2024

DOS SANTOS, Josilane Rodrigues; DA SILVA, Joelmir Marques. **Toxicologia de agrotóxicos em ambientes aquáticos**. Oecologia brasiliensis, v. 11, n. 4, p. 565-573, 2007.

DUAVÍ, Wersângela C. et al. **CONTAMINAÇÃO DE AMBIENTES AQUÁTICOS POR " AGROTÓXICOS URBANOS": O caso dos rios Cocó e Ceará, Fortaleza–Ceará, Brasil**. Química Nova, v. 38, n. 05, p. 622-630, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150055>. Acesso em: 16 de maio de 2024.

EDWARDS, C.A. 1973. **Persistent pesticides in the environment**. (Second Edition) U.S.A.: CRC Press. 170p.

European Parliament. (2009) Regulation (EC) No 1107/2009 of the **European Parliament and of the council**. Official Journal of the European Union, 309, 1– 50.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **INMET**. Dados 2013

KUMAR, Rohitashw; QURESHI, Mahrukh; VISHWAKARMA, Dinesh Kumar; AL-ANSARI, Nadhir; KURIQI, Alban; ELBELTAGI, Ahmed; SARASWAT, Anuj. **A review on emerging water contaminants and the application of sustainable removal technologies**. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, v. 6, p. 100219, 2022.

LAGE, W. (2018). **Por entre rochedos bordados passa um Rio: Um olhar da Gestalt para efetuar uma leitura do passado**. Tese de Doutorado. Centro de Estudos em Arqueologia, Arte e Ciência do Património. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

LEHOTAY, Steven J. et al. **Analysis of pesticide residues in eggs by direct sample introduction/gas chromatography/tandem mass spectrometry**. Journal of agricultural and food chemistry, v. 49, n. 10, p. 4589-4596, 2001.

LIMA, L. B. D. et al. **Use of biomarkers to evaluate the ecological risk of xenobiotics associated with agriculture**. Environmental Pollution v. 237, p. 611–624. 2018.

LINS, J. A. P. N. et al. **Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático**. Rev. Acad., Ciências Agrárias e Ambientais, v. 8, n. 4, p. 469-484, out./dez. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v8i4.11018>; Acesso em: 16 abr. 2024

LONDRES, F.; **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.

LUNA, Renata Mendes et al. **Diagnóstico hidro-ambiental do Rio Poti no Estado do Ceará**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, v. 12, 2005.

MAGALHÃES, Caio Augusto et al. **PCBs, PBDEs and organochlorine pesticides in crabs *Hepatus pudibundus* and *Callinectes danae* from Santos Bay, State of São Paulo, Brazil**. Marine Pollution Bulletin, v. 64, n. 3, p. 662-667, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.12.020>. Acesso em: 10 de jun de 2024.

MIRZABABAEI, Fatemeh et al. **Investigation of PCBs Contamination in Barnacles and Sedimentation of Anzali and Caspian Ports**. Environment and Water Engineering, v. 9, n. 3, p. 308-319, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.22034/jewe.2022.337600.1763>. Acesso em: 10 de jun de 2024.

MOURA FÉ, C. A. (2020). **Parque Estadual do Cânion do rio Poti**. In Lima, I. M. de M. F., & Albuquerque, E. L. S. (Orgs.). Rio Poti: caminhos de suas águas. Teresina: EDUFPI.

MUNSCHY, Catherine et al. **A large diversity of organohalogen contaminants reach the meso-and bathypelagic organisms in the Bay of Biscay (northeast Atlantic).** Marine Pollution Bulletin, v. 184, p. 114180, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114180>. Acesso em: 10 de jun de 2024.

NELSON, R. K. et al. **Applications of comprehensive two-dimensional gas chromatography (GC × GC) in studying the source, transport, and fate of petroleum hydrocarbons in the environment.** In: STOUT, S. A.; WANG, Z. (org.). Standard handbook oil spill environmental forensics. 2. ed. Elsevier, 2016. p. 399-448.

NIMMO, D.R. 1985. **Pesticides.** Pp 335-373. In: G.M. Rand & S.R. Pretrocelli, (eds.). **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications.** Hemisphere, New York. 85p.

Ouro-Sama, K., Tanouayi, G., Solitoke, H.D., Barsan, N., Mosnegutu, E., Badassan, T.E.E., Agbere, S., Adje, K., Nedeff, V., Gnandi, K., 2023. **Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) contamination in Chrysichthys nigrodigitatus Lacépède, 1803 from Lake Togo-lagoon of Aného, Togo: possible human health risk suitable to their consumption.** Int. J. Environ. Res. Public Health 20 (3), 1666. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031666>. Acesso em: 20 de dez de 2024.

PRESTES, Osmar D. et al. **QuEChERS: um método moderno de preparo de amostra para determinação multirresíduo de pesticidas em alimentos por métodos cromatográficos acoplados à espectrometria de massas.** Química Nova, v. 32, p. 1620-1634, 2009. Acesso em 05 de janeiro de 2025

REBELO, Rafaela Maciel; CALDAS, Eloisa Dutra. **Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos.** Química Nova, v. 37, p. 1199-1208, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140165>. Acesso em: 20 de mar de 2024.

RIBEIRO, Karoline Veloso; ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva. **Caracterização do uso da terra no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Ceará) através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 03, p. 650-665, 2017.

RIBEIRO, Karoline Veloso; ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva. **Sistemas ambientais no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Poti, estado do Ceará.** Revista Equador, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.26694/equador.v6i1.5734>. Acesso em: 15 de fev de 2024

RIBEIRO, Natasha Ulhiana Ferreira; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. **Peixes como bioindicadores de agrotóxicos em ambientes aquáticos.** Revista Científica ANAP Brasil, v. 11, n. 22, 2018.

SANTANA, Lúgia Maria Borges Marques; CAVALCANTE, Rivelino Martins.

Transformações metabólicas de agrotóxicos em peixes: uma revisão. Orbital: The Electronic Journal of Chemistry, p. 257-268, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v8i4.856>. Acesso em: 22 de mar de 2024

SANTOS, Geraldo Mendes dos; FERREIRA, Efrem Jorge Gondim; ZUANON, Jansen Alfredo Sampaio. **Peixes comerciais de Manaus**. editora INPA, 2009.

SCHENCK, Annette et al. **The endosomal protein Appl1 mediates Akt substrate specificity and cell survival in vertebrate development**. Cell, v. 133, n. 3, p. 486-497, 2008.

SILVA, M. R.; CAMPOS, A. C. E.; BOHM, F. Z. **Agrotóxicos e seus impactos sobre ecossistemas aquáticos continentais**. SaBios: Revista de Saúde e Biologia, v.8, n.2, p. 46-58, 2013. Disponível em: <http://68.183.29.147/revista/index.php/sabios/article/view/899>. Acesso em: 18 abr. 2024.

SOARES, FRANCISCO LEANDRO DA COSTA; GOMES, FLÁVIA INGRID BEZERRA PAIVA. **Geoconservation in the canyons of the poti river: an epistemogeomorphological discussion in the upper course, the case of ceará/Geoconservação nos cânions do rio Poti: uma discussão epistemogeomorfológica no curso superior, o caso cearense**. William Morris Davis-Revista de Geomorfologia, v. 3, n. 1, p. 1-19, 2022.

SPACIE, A.; HAMELINK, J.L. Bioaccumulation. In: RAND, G.M. & PETROCELLI, S.R., (Ed.). **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications**. New York: Hemisphere, 1985. p.495-525. Acesso em 05 de janeiro de 2025

TAKEMOTO, Emy. **Desenvolvimento de metodologia por cromatografia líquida de ultra eficiência para determinação de histamina em pescados in natura e em conservas**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.74.2016.tde-19092016-134317> . Acesso em: 03 de jun de 2024

USEPA, 1989. **Orientação de avaliação de risco para superfund**. Em: Avaliação de Saúde Humana Manual Parte A, Final Interino, 1. Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), Washington, DC, EUA. EPA/540/1- 89/002.

REPULA, Carolina Marília Martins et al. **Biomonitoramento de Cr e Pb em peixes de água doce**. Química Nova, v. 35, p. 905-909, 2012.

USEPA, 2023. Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. **Contaminantes de preocupação emergente, incluindo produtos farmacêuticos e de cuidados pessoais**.[https://](https://www.epa.gov/wqc/contaminantes-preocupação-emergente-incluindo-produtos-farmacêuticos-)

www.epa.gov/wqc/contaminantes-preocupação-emergente-incluindo-produtos-farmacêuticos-

eprodutos-de-cuidados-pessoais. Acesso em 05 de fev de 2025

USEPA, 2000. Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. **Orientação para avaliação de dados de contaminantes químicos para uso em peixes Avisos, Volume 1: Amostragem e Análise de Peixes, terceira edição.** Estados Unidos

VEIGA, Marcelo Motta et al. **Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil.** Cadernos de Saúde Pública, v. 22, p. 2391-2399, 2006. Acesso em 05 de janeiro de 2025.

APÊNDICE A - CONDIÇÕES CROMATOGRÁFICAS

Parâmetro	ECD	NPD
Coluna	DB-5MS (30 m × 0.25 mm × 0.25 µm)	
Rampa	60°C, 5 min; 200°C, 40 min; 265°C, 2 min; 300°C, 5min.	200°C, 15 min; 250°C, 10 min; 300°C, 25 min.
Tempo de corrida	55min	25min
Detector de temperatura	350°C	280°C
Sistema de injeção	Splitless; 1.0 min	
Injeção de temperatura	Começa a 60°C e é aumentado para 280°C em um minuto.	
Volume de injeção	1.0µL	
Gás de arraste	Nitrogênio	
Taxa do gás de arraste	1.0 mL/min	

Fonte: LACOr - UFC (2025).

APÊNDICE B - DETALHES DA CURVA ANALÍTICA PARA PCBs, OCPs, PBDEs E PPs

Classe	Composto	Regressão linear			
		a	b	R-squared	Faixa
PCBs	PCB 28	-0.0025	0.0163	1.00	0,10-150
	PCB 52	0.0684	0.0196	0.9971	5 - 50
	PCB 101	0.0124	0.0143	1.00	0,10-150
	PCB 118	0.0051	0.0075	0.98	0,10-20
	PCB 138	0.0566	0.0205	0.9923	0,10-150

	PCB 153	0.0556	0.0256	0.99	0,10-150
	PCB 180	0.1192	0.015	0.9994	0,10-150
OCPs	a-BHC	0.022	0.0633	1.00	0,10-200
	b-BHC + Dichloran	-0.0331	0.021	1.00	0,10-200
	g-HCH	-0.0103	0.0529	1.00	0,10-200
	d-BHC	-0.0393	0.0517	1.00	0,10-200
	Heptachlor	-0.0015	0.0387	1.00	0,50-200
	Aldrin	0.0923	0.0556	1.00	0,10-200
	Heptachlor epoxide	0.0981	0.0513	1.00	0,10-200
	g-Chlordane	0.1235	0.0549	1.00	0,10-200
	Endosulfan I	0.0937	0.0615	1.00	0,20-400
	cis-Nonachlor	0.0568	0.0224	1.00	0,10-200
	a-Chlordane	0.1469	0.0499	1.00	0,10-200
	4,4'-DDE	-0.1236	0.0226	1.00	0,50-200
	Dieldrin	0.1306	0.0225	0.99	0,10-200
	Endrin	0.0919	0.0399	0.99	0,10-200
	Endosulfan II	0.2995	0.0699	1.00	0,20-400
	4,4'-DDD	-0.1806	0.0319	1.00	0,50-200
	trans-Nonachlor	0.0594	0.044	1.00	0,10-200
	Endrin aldehyde	0.0719	0.0253	1.00	0,10-200
	Endosulfan sulfate	0.0395	0.0381	1.00	0,10-200
	4,4-DDT	-0.0047	0.0245	0.99	1,00-200

	Endrin ketone	0.1534	0.0487	1.00	0,10-200
	Methoxychlor + Bifenthrin	0.0601	0.02	0.99	0,50-200
	Tefluthrin	-0.0143	0.0096	1.00	0,02-40
PBDEs	BDE 28	-0.0586	0.0095	0.99	0,50-200
	BDE 47	0.0536	0.0074	0.98	1,00-200
	BDE 99	-0.1098	0.0316	0.99	1,00-200
	BDE 100	0.0021	0.0236	0.99	1,00-200
	BDE 153	-0.0567	0.0366	1.00	0,50-200
	BDE 154	0.0126	0.0291	0.99	0,50-200
	BDE 183	-0.0231	0.0245	0.99	0,50-200
PPs	Pendimethalin	-0.0168	0.0022	0.99	0,20-40
	L-Cyhalothrin	-0.0644	0.0334	1.00	0,50-200
	Permethrin-1	-0.0086	0.0028	0.99	3,00-200
	Permethrin-2	-0.0134	0.0012	0.98	3,00-200
	Cyfluthrin	-0.0605	0.0083	0.99	1,00-200
	Cypermethrin	-0.0785	0.008	0.99	5,00-200
	Fenvalerate-1	-0.0801	0.0162	1.00	1,00-200
	Fenvalerate-2	-0.0285	0.0073	1.00	1,00-200
	Deltamethrin	-0.1501	0.0264	0.99	1,00-200

Fonte: LACOr - UFC (202

APÊNDICE C - CONCENTRAÇÃO DOS CONTAMINANTES NOS PEIXES EM IBIAPABA

[illegible]

PCB 153	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
PCB 180	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Σ PCBs	0,00	0,03	0,00	0,09	0,17	0,28	0,30	0,06	0,53	0,43	3,66	0,04	0,08	9,01	0,22	0,77	0,05	3,75	0,56
OCPs																			
a-BHC	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,008	<ld	<ld	0,016	0,445	<ld	<ld	<ld	0,030	<ld	0,179	<ld	0,511
b-BHC + Dichloran	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
g-BHC	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,984	<ld	<ld	2,023	<ld	<ld	<ld	0,630	<ld
d-BHC	<ld	<ld	0,283	<ld	0,149	<ld	0,188	<ld	<ld	0,162	0,247	0,153	0,191	0,209	0,300	<ld	<ld	0,394	0,259
Σ BHCs	0,00	0,00	0,28	0,00	0,15	0,00	0,20	0,00	0,00	0,18	1,68	0,15	0,19	2,23	0,33	0,00	0,18	1,02	0,77
4,4'-DDE	1,251	1,698	1,199	1,100	1,065	1,189	1,257	1,264	1,135	1,186	1,157	1,092	1,233	1,162	1,084	1,092	1,516	1,524	1,634

[illegible]

n keton e																			
Endo sulfa n II	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Endo sulfa n I	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Bifen thrin + Meth oxy	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Σ OTH ERs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ OCP s	2,52	3,01	2,83	2,55	2,40	3,47	3,44	2,70	2,86	2,84	4,56	2,54	3,11	4,82	6,69	2,61	2,96	3,76	5,12
PBD Es																			
BDE 28	1,336	1,438	1,496	1,250	1,531	1,418	1,501	1,499	1,606	1,630	1,527	1,345	1,176	1,422	1,432	1,534	1,258	1,699	1,758

[illegible]

halot hrin																			
Perm ethri n-1	<ld	1,120	<ld	1,686	<ld	<ld	<ld	1,238	<ld	<ld	1,585	<ld	<ld	3,433	<ld	<ld	<ld	3,587	<ld
Perm ethri n-2	<ld	<ld	<ld	3,949	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	16,15 7	<ld	<ld	33,59 8	<ld	<ld	<ld	6,626	<ld
Cyflu thrin	<ld	1,719	1,521	<ld	1,612	<ld	<ld	<ld	<ld	2,143	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	1,552
Cype rmet hrin	2,464	2,939	2,739	2,677	1,888	2,911	2,461	2,922	2,887	<ld	2,149	<ld	2,162	2,136	2,327	1,473	<ld	2,533	3,229
Fenv alerat e-1	0,989	1,067	1,235	0,964	0,950	0,977	0,984	0,986	0,985	0,976	1,297	0,986	0,929	1,058	0,954	<ld	0,992	0,988	0,987
Fenv alerat e-2	<ld	<ld	<ld	0,857	1,516	<ld	3,529	0,859	<ld	0,872	2,296	<ld	2,788	2,177	5,765	0,976	<ld	3,723	<ld
Delta meth rin	1,137	1,230	1,137	1,109	1,093	1,128	1,453	1,213	1,217	<ld	1,562	<ld	1,068	1,680	1,228	<ld	1,128	1,501	1,243
Σ PPs	6,06	10,08	9,06	13,17	8,85	6,55	10,10	9,40	6,93	5,96	27,13	0,99	6,95	46,99	12,03	2,45	3,71	22,54	8,90

APÊNDICE D - CONCENTRAÇÃO DOS CONTAMINANTES NOS PEIXES EM OITICICA

Es pé cie s	Piranha					Piau							Traira		Tu cu nar é	Cara preto		Voador						Ca ng ati	Bodó					
Co mp on ent e	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	P2 5	P2 6	P2 7	P2 8		
PC Bs																														
PC B2 8	0,2 82	<ld	<ld	<ld	0,2 63	0,1 39	<ld	0,5 88	<ld	0,5 21	0,0 81	0,1 30	0,1 73	0,0 64	0,3 85	0,0 30	0,0 50	0,0 51	0,0 55	0,0 62	1,2 48	0,0 71	0,3 62	0,1 04	0,0 50	0,0 35	<ld	0,4 32		
PC B5 2	<ld	<ld	<ld	<ld	17, 97 8	<ld	8,1 85	<ld	<ld	<ld	0,3 92	<ld	<ld	<ld	2,0 44	<ld	<ld	<ld	0,2 37	<ld	<ld	<ld	7,1 24	1,8 84	0,0 09	<ld	<ld	<ld		
PC B1 01	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,3 23	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld		
PC B1 18	0,0 35	0,1 31	<ld	<ld	0,1 54	0,0 13	<ld	0,0 11	<ld	<ld	0,2 26	<ld	<ld	0,0 13	0,1 24	<ld	0,0 10	0,1 43	0,2 02	0,0 28	0,5 24	<ld	<ld	<ld	0,1 44	0,2 20	<ld	0,0 58		

[illegible]

g-B H C	0,0 61	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,6 73	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,4 04	<ld	<ld	<ld	0,2 35	<ld	<ld	<ld	<ld	0,3 12	<ld	<ld	<ld	<ld
d-B H C	0,2 97	<ld	<ld	0,2 06	0,2 17	<ld	<ld	<ld	0,1 54	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,1 88	0,1 91	0,1 80	0,2 27	<ld	<ld	0,1 53	<ld	<ld	0,2 03	0,2 13	0,1 75	<ld	<ld
Σ B H Cs	1,5 3	0,4 7	0,0 0	0,5 6	0,2 2	0,0 0	2,9 3	0,3 5	0,1 5	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	1,3 3	0,1 9	0,1 8	0,2 3	0,5 9	0,0 0	0,1 5	0,0 0	0,0 0	1,9 0	0,5 4	0,2 4	0,0 0	0,3 7
4,4 `- D DE	1,1 21	<ld	1,1 93	1,1 05	1,1 22	1,0 98	1,0 99	1,0 88	1,0 88	<ld	1,4 09	<ld	1,1 01	1,1 08	1,0 89	1,0 86	1,0 60	1,0 96	1,0 52	1,0 73	1,0 84	1,1 81	1,0 79	1,1 18	1,1 14	1,1 00	1,0 91	1,1 05
4,4 `- D D D	1,2 08	1,2 71	1,2 11	1,1 58	1,5 15	<ld	1,1 25	1,1 25	1,1 74	<ld	<ld	1,1 71	<ld	1,1 42	1,2 22	1,1 76	1,1 30	1,1 74	1,1 15	1,1 42	1,2 41	1,4 35	<ld	1,1 41	1,1 64	1,1 33	1,1 49	1,1 35
4,4 -D DT	<ld	<ld	<ld	<ld	0,1 49	<ld	0,1 02	0,1 21	<ld	0,0 84	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,0 88	<ld	0,1 73	0,0 56	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Σ D DT s	2,3 3	1,2 7	2,4 0	2,2 6	2,7 9	1,1 0	2,3 3	2,3 3	2,2 6	0,0 8	1,4 1	1,1 7	1,1 0	2,2 5	2,3 1	2,2 6	2,1 9	2,2 7	2,2 6	2,2 2	2,5 0	2,6 7	1,0 8	2,2 6	2,2 8	2,2 3	2,2 4	2,2 4

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Rs																												
Σ O CP s	4,1 6	1,7 4	2,4 3	2,8 2	3,6 3	1,1 0	5,2 6	2,6 9	2,4 2	0,2 3	1,4 1	1,1 7	1,1 0	2,2 5	3,9 0	2,4 5	2,3 7	3,3 8	2,8 5	2,7 1	3,1 5	2,6 7	1,0 8	4,1 6	2,9 2	3,2 2	2,2 4	2,6 7
PB D Es																												
B DE 28	1,4 68	1,2 46	1,2 43	1,2 36	1,2 78	1,3 49	1,2 80	1,2 60	1,2 71	<ld	<ld	1,4 27	1,2 74	1,3 54	1,4 45	1,2 24	1,3 45	1,7 00	1,3 10	1,5 22	2,2 49	1,2 57	1,2 18	1,4 00	1,6 58	1,6 45	1,2 89	1,5 44
B DE 47	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
B DE 10 0	<ld	<ld	<ld	<ld	2,4 00	<ld	0,3 39	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
B DE 99	0,7 13	0,6 83	0,6 99	0,6 96	<ld	<ld	0,6 95	0,6 96	0,6 98	<ld	<ld	0,7 08	0,6 95	<ld	0,7 52	0,6 84	<ld	<ld	<ld	0,6 79	0,7 44	<ld	<ld	<ld	0,6 94	0,6 90	0,6 93	0,6 94
B DE 15 4	0,3 92	<ld	<ld	0,3 10	0,3 10	<ld	0,3 29	0,3 09	0,3 13	0,3 05	0,3 06	0,3 09	<ld	<ld	0,3 11	<ld	0,2 98	<ld	<ld	0,2 99	<ld	<ld	<ld	0,3 11	<ld	0,3 08	<ld	<ld
B DE	<ld	<ld	<ld	<ld	0,7 15	<ld	0,0 19	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,0 99	0,0 50	<ld	<ld	<ld

15 3																												
B DE 18 3	<ld	1,1 22	1,1 37	<ld	1,1 33	1,1 31	1,1 31	<ld	1,1 29	1,1 06	1,1 28	<ld	1,1 35	<ld	<ld	1,1 08	<ld	<ld	<ld	1,0 93	1,1 25	1,1 29	<ld	1,2 13	1,2 25	<ld	<ld	1,1 25
Σ PB DE s	2,5 7	3,0 5	3,0 8	2,2 4	5,8 4	2,4 8	3,7 9	2,2 6	3,4 1	1,4 1	1,4 3	2,4 4	3,1 0	1,3 5	2,5 1	3,0 2	1,6 4	1,7 0	1,3 1	3,5 9	4,1 2	2,3 9	1,2 2	3,0 2	3,6 3	2,6 4	1,9 8	3,3 6
PP s																												
Tef lut hri n	0,2 97	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Pe ndi me tha lin	1,7 92	<ld	1,6 54	<ld	3,6 39	1,7 90	1,8 79	<ld	1,6 60	<ld	1,7 76	<ld	<ld	<ld	1,7 23	1,6 30	1,5 64	1,5 31	<ld	<ld	<ld	<ld	1,5 15	1,7 31	1,5 88	1,6 54	<ld	<ld
L- Cy hal oth rin	0,5 65	0,5 69	<ld	0,4 44	0,4 56	0,4 17	0,4 20	0,4 18	0,4 56	0,4 56	<ld	<ld	0,3 99	0,4 33	0,4 80	0,4 18	0,4 48	0,5 53	<ld	0,4 84	0,5 71	<ld	<ld	0,4 86	0,5 31	0,5 15	0,4 10	0,4 62
Per me	1,6 21	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	1,1 50	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,9 96	1,3 52	<ld	<ld	2,1 51	<ld	<ld	0,8 04	1,1 91	0,7 80	<ld	<ld

thr in- 1																												
Per me trh in- 2	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	2,2 34	<ld	5,0 43	<ld	2,3 47	<ld	<ld	3,5 55	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	3,7 99	<ld	<ld	<ld	<ld
Cy flu thr in	<ld	<ld	2,5 14	<ld	1,9 85	<ld	<ld	<ld	<ld	1,7 89	<ld	<ld	<ld	<ld	1,5 09	<ld	1,5 27	<ld	1,7 97	<ld	<ld	1,4 96	1,7 45	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Cy per me thr in	2,6 38	2,7 56	2,4 27	<ld	3,8 14	2,0 98	2,2 68	2,4 33	2,6 44	2,4 42	2,1 04	2,1 74	2,0 03	2,1 49	2,4 63	<ld	2,1 01	2,2 77	2,0 87	<ld	3,3 99	2,3 24	2,1 06	2,4 77	2,4 56	2,2 72	<ld	2,5 47
Fe nv ale rat e-1	0,9 84	0,9 72	0,9 89	0,9 89	0,9 88	0,9 83	0,9 83	0,9 82	0,9 85	0,9 59	0,9 76	0,9 81	0,9 87	0,9 93	1,0 13	0,9 63	0,9 52	0,9 85	0,9 50	0,9 51	0,9 77	0,9 80	3,8 63	1,0 29	1,0 59	0,9 72	0,9 85	0,9 78
Fe nv ale rat e-2	1,0 14	0,9 33	<ld	<ld	4,2 28	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	1,2 00	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,7 52	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	5,0 15	3,3 87	<ld
De lta	1,2 06	<ld	<ld	1,1 37	<ld	<ld	1,1 41	1,1 32	1,1 31	1,1 03	<ld	<ld	1,1 36	<ld	1,2 14	1,1 19	1,1 39	1,1 59	<ld	<ld	1,3 39	1,1 27	1,1 22	1,3 03	1,3 17	1,1 47	1,1 37	1,1 25

me thr in																												
Σ PP s	10, 12	5,2 3	7,5 8	2,5 7	15, 11	5,2 9	7,8 4	7,2 0	6,8 8	11, 79	4,8 6	6,7 0	4,5 2	3,5 8	11, 96	4,1 3	8,7 3	7,8 6	5,5 9	1,4 3	8,4 4	5,9 3	10, 35	11, 63	8,1 4	12, 35	5,9 2	5,1 1

APÊNDICE E - VALORES PARA DOSE ORAL DE REFERÊNCIA (RfDo) PARA EFEITOS NÃO-CANCERÍGENOS

POPs	RfDo: dose oral de referência (mg/kg/dia)
OCPS	
g-HCH	0.0003
Heptachlor	0.0005
Aldrin	0,00003
Heptachlor epoxide	0,000013
Endosulfan	0.0060
Dieldrin	0.0001
Endrin	0.0003
4,4 DDT	0.0005
Methoxychlor	0.0050
PBDEs	
BDE 47	0.0001
BDE 99	0,0001
BDE 153	0.0002
PPs	
Pendimethalin	0.0400
Bifenthrin	0.0150
Permethrin	0.0500

Cyfluthrin	0.0250
Cypermethrin	0.0100
Fenvalerate	0.0250

* Valores de acordo com IRIS-EPA, 1987, 1988, 1994 e 1996

APÊNDICE F - VALORES DE QR E TQR EM IBIAPABA

[illegible]

EPO XID E																			
PCB 52	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Endo sulfa n II	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Endo sulfa n I	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
DIEL DRI N	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
ELD RIN	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4,4 DDT	<LD	8,86 E-11	<LD	<LD	4,09 E-11	<LD	<LD	<LD	1,50 E-10	<LD	4,95 E-11	8,78 E-11	<LD	1,42 E-10	<LD	<LD	4,47 E-11	<LD	<LD
Bifen thrin + Meth oxy	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
TQR	0,00 E+00	1,29 E-10	0,00 E+00	3,36 E-10	4,09 E-11	1,02 E-09	9,03 E-10	2,54 E-10	4,15 E-10	3,50 E-10	1,24 E-09	9,01 E-11	6,45 E-10	1,52 E-09	4,44 E-09	4,69 E-10	4,77 E-11	4,10 E-10	1,26 E-09
PBD																			

Es																			
BDE 47	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
BDE 99	1,51 E-10	1,77 E-10	1,74 E-10	1,45 E-10	<LD	1,50 E-10	1,50 E-10	<LD	<LD	1,47 E-10	1,53 E-10	<LD	<LD	1,75 E-10	1,61 E-10	<LD	1,51 E-10	1,51 E-10	1,49 E-10
BDE 153	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	2,91 E-11	<LD	<LD	4,75 E-12	1,10 E-10	<LD	<LD	2,34 E-10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
TQR	1,51 E-10	1,77 E-10	1,74 E-10	1,45 E-10	0,00 E+00	1,50 E-10	1,79 E-10	0,00 E+00	0,00 E+00	1,52 E-10	2,63 E-10	0,00 E+00	0,00 E+00	4,10 E-10	1,61 E-10	0,00 E+00	1,51 E-10	1,51 E-10	1,49 E-10
PPs																			
Pendi meth alin	1,26 E-07	1,37 E-07	1,71 E-07	1,29 E-07	1,54 E-07	1,32 E-07	1,43 E-07	1,54 E-07	1,58 E-07	1,69 E-07	1,78 E-07	<LD	<LD	2,49 E-07	1,50 E-07	<LD	1,37 E-07	2,62 E-07	1,62 E-07
Perm ethri n-1	<LD	3,60 E-08	<LD	5,42 E-08	<LD	<LD	<LD	3,98 E-08	<LD	<LD	5,09 E-08	<LD	<LD	1,10 E-07	<LD	<LD	<LD	1,15 E-07	<LD
Perm etrhi n-2	<LD	<LD	<LD	1,27 E-07	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	5,19 E-07	<LD	<LD	1,08 E-06	<LD	<LD	<LD	2,13 E-07	<LD
Cyflu thrin	<LD	9,21 E-08	8,15 E-08	<LD	8,64 E-08	<LD	<LD	<LD	<LD	1,15 E-07	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	8,32 E-08
Cype rmet hrin	5,28 E-08	6,30 E-08	5,87 E-08	5,74 E-08	4,05 E-08	6,24 E-08	5,27 E-08	6,26 E-08	6,19 E-08	<LD	4,60 E-08	<LD	4,63 E-08	4,58 E-08	4,99 E-08	3,16 E-08	<LD	5,43 E-08	6,92 E-08

Fenv alerat e-1	5,30 E-08	5,71 E-08	6,62 E-08	5,17 E-08	5,09 E-08	5,24 E-08	5,27 E-08	5,28 E-08	5,28 E-08	5,23 E-08	6,95 E-08	5,28 E-08	4,98 E-08	5,67 E-08	5,11 E-08	<LD	5,32 E-08	5,29 E-08	5,29 E-08
Fenv alerat e-2	<LD	<LD	<LD	4,59 E-08	8,12 E-08	<LD	1,89 E-07	4,60 E-08	<LD	4,67 E-08	1,23 E-07	<LD	1,49 E-07	1,17 E-07	3,09 E-07	5,23 E-08	<LD	1,99 E-07	<LD
TQR	2,32 E-07	3,85 E-07	3,77 E-07	4,65 E-07	4,12 E-07	2,46 E-07	4,38 E-07	3,55 E-07	2,72 E-07	3,83 E-07	9,87 E-07	5,28 E-08	2,45 E-07	1,66 E-06	5,60 E-07	8,38 E-08	1,90 E-07	8,97 E-07	3,67 E-07

APÊNDICE G - VALORES DE QR E TQR EM OITICICA

	Piranha					Piau							Traíra		Tu cu nar é	Cará preto		Voador					Ca ng ati	Bodó					
Co mp ost o	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	P2 5	P2 6	P2 7	P2 8	
O C Ps																													
g- B H C	3,9 4E -11	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	4,3 3E -1 0	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	2,6 0E -1 0	<L D	<L D	<L D	1,5 1E -1 0	<L D	<L D	<L D	<L D	2,0 0E -1 0	<L D	<L D	<L D	<L D	
He	2,3	<L	<L	<L	<L	<L	<L	<L	<L	1,5	<L	<L	<L	<L	2,7	<L	<L	9,4	<L	5,3	5,3	<L	<L	<L	1,1	8,0	<L	6,8	

[illegible]

do sul fan I	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
DI EL D RI N	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	
EL D RI N	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	
4,4 D D T	<L D	<L D	<L D	<L D	1,6 0E -1 0	<L D	1,0 9E -1 0	1,3 0E -1 0	<L D	8,9 6E -11	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	9,3 8E -11	<L D	1,8 5E -1 0	6,0 4E -11	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	
Bif ent hri n + M eth ox y	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	
T Q R	2,9 5E -1 0	0,0 0E +0 0	0,0 0E +0 0	0,0 0E +0 0	1,7 7E -1 0	8,9 4E -1 2	5,4 2E -1 0	1,6 8E -1 0	0,0 0E +0 0	2,8 2E -1 0	5,2 1E -1 2	8,3 7E -1 2	1,1 1E -11	4,1 0E -1 2	5,6 3E -1 0	1,9 2E -1 2	3,1 9E -1 2	9,4 5E -1 0	2,4 8E -1 0	5,3 9E -1 0	7,9 8E -1 0	6,4 9E -11	2,3 3E -11	2,0 7E -1 0	1,1 4E -1 0	8,0 4E -1 0	0,0 0E +0 0	9,6 6E -11

PB D Es																												
B D E 47	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D
B D E 99	1,5 3E -1 0	1,4 6E -1 0	1,5 0E -1 0	1,4 9E -1 0	<L D	<L D	1,4 9E -1 0	1,4 9E -1 0	1,5 0E -1 0	<L D	<L D	1,5 2E -1 0	1,4 9E -1 0	<L D	1,6 1E -1 0	1,4 7E -1 0	<L D	<L D	<L D	1,4 6E -1 0	1,6 0E -1 0	<L D	<L D	<L D	1,4 9E -1 0	1,4 8E -1 0	1,4 9E -1 0	1,4 9E -1 0
B D E 153	<L D	<L D	<L D	<L D	3,0 6E -1 0	<L D	8,0 0E -1 2	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	4,2 5E -11	2,1 3E -11	<L D	<L D	<L D	<L D
T Q R	1,5 3E -1 0	1,4 6E -1 0	1,5 0E -1 0	1,4 9E -1 0	3,0 6E -1 0	0,0 0E +0 0	1,5 7E -1 0	1,4 9E -1 0	1,5 0E -1 0	0,0 0E +0 0	0,0 0E +0 0	1,5 2E -1 0	1,4 9E -1 0	0,0 0E +0 0	1,6 1E -1 0	1,4 7E -1 0	0,0 0E +0 0	0,0 0E +0 0	0,0 0E +0 0	1,4 6E -1 0	1,6 0E -1 0	0,0 0E +0 0	0,0 0E +0 0	4,2 5E -11	1,7 0E -1 0	1,4 8E -1 0	1,4 9E -1 0	1,4 9E -1 0
PP s																												
Pe ndi me tha lin	1,5 4E -0 7	<L D	1,4 2E -0 7	<L D	3,1 2E -0 7	1,5 3E -0 7	1,6 1E -0 7	<L D	1,4 2E -0 7	<L D	1,5 2E -0 7	<L D	<L D	<L D	1,4 8E -0 7	1,4 0E -0 7	1,3 4E -0 7	1,3 1E -0 7	<L D	<L D	<L D	<L D	1,3 0E -0 7	1,4 8E -0 7	1,3 6E -0 7	1,4 2E -0 7	<L D	<L D
Pe	5,2	<L	<L	<L	<L	<L	3,7	<L	<L	<L	<L	<L	<L	<L	<L	<L	3,2	4,3	<L	<L	6,9	<L	<L	2,5	3,8	2,5	<L	<L

rm eth rin -1	1E -0 8	D	D	D	D	D	0E -0 8	D	D	D	D	D	D	D	D	D	0E -0 8	5E -0 8	D	D	2E -0 8	D	D	8E -0 8	3E -0 8	1E -0 8	D	D
Pe rm etr hin -2	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	7,1 8E -0 8	<L D	1,6 2E -0 7	<L D	7,5 4E -0 8	<L D	<L D	1,1 4E -0 7	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	1,2 2E -0 7	<L D	<L D	<L D	<L D	
Cy flu thr in	<L D	<L D	1,3 5E -0 7	<L D	1,0 6E -0 7	<L D	<L D	<L D	<L D	9,5 8E -0 8	<L D	<L D	<L D	<L D	8,0 8E -0 8	<L D	8,1 8E -0 8	<L D	9,6 3E -0 8	<L D	<L D	8,0 1E -0 8	9,3 5E -0 8	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D
Cy per me thr in	5,6 5E -0 8	5,9 1E -0 8	5,2 0E -0 8	<L D	8,1 7E -0 8	4,5 0E -0 8	4,8 6E -0 8	5,2 1E -0 8	5,6 7E -0 8	5,2 3E -0 8	4,5 1E -0 8	4,6 6E -0 8	4,2 9E -0 8	4,6 0E -0 8	5,2 8E -0 8	<L D	4,5 0E -0 8	4,8 8E -0 8	4,4 7E -0 8	<L D	7,2 8E -0 8	4,9 8E -0 8	4,5 1E -0 8	5,3 1E -0 8	5,2 6E -0 8	4,8 7E -0 8	<L D	5,4 6E -0 8
Fe nv ale rat e-1	5,2 7E -0 8	5,2 0E -0 8	5,3 0E -0 8	5,3 0E -0 8	5,3 0E -0 8	5,2 7E -0 8	5,2 6E -0 8	5,2 6E -0 8	5,2 8E -0 8	5,1 4E -0 8	5,2 3E -0 8	5,2 5E -0 8	5,2 9E -0 8	5,3 2E -0 8	5,4 3E -0 8	5,1 6E -0 8	5,1 0E -0 8	5,2 8E -0 8	5,0 9E -0 8	5,1 0E -0 8	5,2 3E -0 8	5,2 5E -0 8	2,0 7E -0 7	5,5 2E -0 8	5,6 7E -0 8	5,2 1E -0 8	5,2 8E -0 8	5,2 4E -0 8
Fe nv ale rat e-2	5,4 3E -0 8	5,0 0E -0 8	<L D	<L D	2,2 6E -0 7	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	6,4 3E -0 8	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	4,0 3E -0 8	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	<L D	2,6 9E -0 7	1,8 1E -0 7	<L D
T	3,6	1,6	3,8	5,3	7,7	2,5	2,9	1,7	2,5	3,6	2,5	2,3	9,5	9,9	4,5	1,9	3,4	2,7	2,3	5,1	1,9	1,8	4,7	4,0	2,8	5,3	2,3	1,0

Q	9E	1E	1E	0E	9E	1E	9E	7E	2E	2E	0E	9E	8E	3E	0E	1E	4E	6E	2E	0E	4E	2E	5E	5E	4E	6E	4E	7E
R	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7

APÊNDICE H - VALORES PARA DOSE ORAL DE REFERÊNCIA (CSFO) PARA EFEITOS CANCERÍGENOS.

POPs	CSFo: dose oral de referência (mg/kg/dia) ⁻¹
OCPS	
a-BHC	6.30
b-BHC	1.80
Heptachlor	4.50
Aldrin	17.00
g-Chlordane	9.10
4,4'-DDE	0.34
Dieldrin	16.00
trans-Nonachlor	0.24
4,4 DDT	0.34
PCBs	
PCB28	2.00
PCB52	2.00
PCB118	2.00
PCB 138	2.00
PCB153	2.00
PCB180	2.00

* Valores de acordo com IRIS-EPA, 1987, 1988, 1994 e 1996

APÊNDICE I - VALORES DE RC EM IBIAPABA

[illegible]

r																			
4,4 DDT	<LD	6,31 E-06	<LD	<LD	2,92 E-06	<LD	<LD	<LD	1,07 E-05	<LD	3,53 E-06	6,26 E-06	<LD	1,01 E-05	<LD	<LD	3,19 E-06	<LD	<LD
PCB 28	<LD	1,36 E-05	<LD	4,14 E-05	<LD	1,28 E-04	1,05 E-04	2,47 E-05	2,37 E-04	9,08 E-05	5,40 E-05	1,59 E-05	3,78 E-05	6,01 E-05	3,35 E-05	2,62 E-04	2,07 E-05	3,46 E-05	1,54 E-04
PCB 52	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1,41 E-03	<LD	<LD	3,80 E-03	<LD	<LD	<LD	1,65 E-03	<LD
PCB 118	<LD	<LD	<LD	<LD	7,71 E-05	<LD	2,98 E-05	<LD	<LD	1,04 E-04	1,23 E-04	<LD	<LD	3,44 E-05	6,70 E-05	8,51 E-05	<LD	<LD	9,93 E-05
PCB 138	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 153	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 180	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

APÊNDICE J - VALORES DE RC EM OITICICA

Co m po sto	Piranha					Piau							Traíra		Tu cu na ré	Cará preto		Voador						Ca ng ati	Bodó					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	P2 5	P2 6	P2 7	P2 8		

[illegible]

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Contaminantes Orgânicos (LACOr – LABOMAR), em especial ao professor Drº Rivelino Cavalcante e à sua equipe — Duciene, Beatriz e Rafael — pela valiosa ajuda e suporte técnico desde a coleta das amostras até a etapa de análise, contribuindo imensamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao gestor do Parque Estadual Cânion Cearense do Rio Poti, Danilo S. Melo, pela atenção, disponibilidade e auxílio com as licenças e autorizações necessárias para a realização deste estudo, junto a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Ceará e Mudança do Clima do Governo do Estado do Ceará (SEMA-Ce).