



AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO USO DE AGROTÓXICO NA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE FOQUILHA-CEARÁ

Aline Castro Praciano
Universidade Federal do Ceará

Adryane Gorayeb
Universidade Federal do Ceará

Leonardo de Almeida Monteiro
Universidade Federal do Ceará

Resumo

O Ceará é particularmente suscetível a períodos prolongados de seca. A disponibilidade hídrica para atender a população de habitantes do Ceará depende basicamente dos estoques de água acumulados em reservatórios superficiais. Atividades antrópicas nas bacias de contribuição vêm degradando a qualidade da água desses reservatórios, tais como aplicação de agrotóxicos nas áreas de vazante. Assim, é importante buscar estratégias de gestão que tenham foco na recuperação e na preservação dos corpos hídricos. Esse trabalho, teve como objetivo avaliar o impacto do uso de agrotóxico nas vazantes dos reservatórios do município de Forquilha, com foco na qualidade da água. Para isso, foram realizadas análises de determinação de multiresíduos de agrotóxicos em amostras d'água dos principais reservatórios: Forquilha, Arrebita e Cacimbinha. Também foram realizadas visitas a 10 agricultores, estabelecidos nas vazantes dos reservatórios citados, para avaliar a rotina do uso de agrotóxicos no local. A determinação de multiresíduos de agrotóxico não apresentou valores acima do aceitável. A análise microbiológica apresentou coliformes termotolerantes no reservatório de Cacimbinha, tornando inviável o consumo sem prévio tratamento. Os agricultores visitados afirmaram usar herbicidas e inseticidas denominados por eles como “veneno para mosca”, esses inseticidas são de uso veterinário a base de Cipermetrina, não sendo registrado para o uso em vegetais. Os agricultores ainda relataram que aplicam os agrotóxicos sem uso de equipamento de proteção individual, além de afirmarem sentir enjoos e cefaleias após as aplicações.

Palavras-chave: Segurança Hídrica. Vulnerabilidade. Agricultura Familiar

EVALUATION OF THE IMPACT OF THE USE OF AGROTOXICS ON THE QUALITY OF WATER FOR PUBLIC SUPPLY IN THE CITY OF FOQUILHA-CEARÁ

Abstract

Ceará is particularly susceptible to prolonged periods of drought. The availability of water to serve the population of inhabitants of Ceará depends basically on the water stocks accumulated in superficial reservoirs. Human activities in the contribution basins have been degrading the water quality of these reservoirs, such as the application of pesticides in low water areas. Thus, it is important to seek management strategies that focus on the recovery and preservation of water bodies. This work aimed to evaluate the impact of the use of pesticides in the leakage of reservoirs in the municipality of Forquilha, focusing on water quality. For this purpose, analyzes were carried out to determine the multiresidue of pesticides in water samples from the main reservoirs: Forquilha, Arrebita and Cacimbinha. Visits were also made to 10 farmers, established in the watershed of the mentioned reservoirs, to evaluate the routine of pesticide use at the site. The determination of multi-pesticide residues did not present values above acceptable. Microbiological analysis showed thermotolerant coliforms in the Cacimbinha reservoir, making consumption without treatment unviable. The visited farmers stated that they use herbicides and an insecticide that they call "fly poison". These insecticides are for veterinary use based on Cypermethrin and are not registered for use on vegetables. Farmers also reported that they apply pesticides without the use of personal protective equipment, in addition to claiming to feel sick and headache after applications.

Keywords: Water Security. Vulnerability. Family farming.

INTRODUÇÃO

O Ceará possui uma população estimada de 9,1 milhões de pessoas (IBGE, 2019). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 17% da população do estado vive abaixo da linha da pobreza e 10% vivem em situação de extrema pobreza. O estado mais seco do Nordeste, o Ceará, apresenta grande variabilidade temporal e espacial das precipitações e altas taxas de evaporação (SOUSA et al., 2017).

O Estado é particularmente suscetível a períodos prolongados de seca, o período mais recente, em 2012-2017, reduziu drasticamente os níveis dos reservatórios, deteriorando a qualidade da água e motivando a adoção de regras rigorosas para alocação de recursos hídricos (BANCO MUNDIAL, 2019).

No Ceará, os solos são predominantemente cristalinos, dessa forma, a disponibilidade hídrica para atender a população depende, basicamente, dos estoques de água acumulados em reservatórios superficiais (SOUZA et al., 2017). Atualmente, o estado administra uma rede de 153 reservatórios, com capacidade total de acumulação de 18.674 hm³ (FUNCEME, 2019).

Segundo Sousa et al. (2017), diversas atividades antrópicas nas bacias de contribuição vêm degradando a qualidade da água desses reservatórios, tais como, o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento adequado, a aplicação de agrotóxicos nas áreas de vazante, e o lançamento de resíduos sólidos e de diversos rejeitos oriundos das atividades humanas. Assim, é importante buscar estratégias de gestão que tenham foco na recuperação e na preservação dos corpos hídricos, especialmente nas suas nascentes, com o objetivo de manter a sustentabilidade da bacia hidrográfica (BOMFIM et al., 2015).

Esse trabalho, teve como objetivo avaliar o impacto do uso de agrotóxico nas vazantes dos reservatórios do município de Forquilha na qualidade da água. Para isso, foram realizadas análises de determinação de multiresíduos de agrotóxicos em amostras d'água dos principais reservatórios: Forquilha, Arrebita e Cacimbinha. Também foram realizadas visitas a 10 agricultores, estabelecidos nas vazantes dos reservatórios citados, para avaliar a rotina do uso de agrotóxicos no local.

DISCUTINDO O TEMA

Para melhor avaliar o impacto do uso de agrotóxicos nas vazantes dos reservatórios do Município de Forquilha na qualidade da água de abastecimento público faz-se necessário aprofundar a discussão entorno dos principais tópicos que norteiam esse estudo.

Município de Forquilha

As fundações de Forquilha provêm de seus primeiros habitantes do povoado de Campo Novo, quando foram demolidas por ocasião da construção do Açude Público iniciado em 1919. O nome do município deve-se à conjugação do rio Timbaúba com o riacho Oficina, que possui a forma de forquilha. Suas origens são contemporâneas e têm como principal fundamento o açude homônimo construído em 1927 (FORQUILHA, 2020). Elevado à categoria de município com a denominação de Forquilha, pela lei estadual n.º 11.012, de 05 de fevereiro de 1985, foi desmembrado de Sobral, sede do antigo distrito de Forquilha. Constitui-se de três distritos: Trapiá, Salgado dos Mendes e Cacimbinha (FORQUILHA, 2020).

Limita-se, ao norte, com o município de Sobral, ao sul, com município de Santa Quitéria e Groaíras, ao leste e ao oeste, com município de Sobral. Seu maior patrimônio é o Açude Público Forquilha de propriedade do DNOCS. Atualmente,

segundo o IBGE (2020), o município possui 24.218 habitantes. Sua área é de 516,988 km². O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) municipal é de 0,644 e PIB per capita de R\$ 8,6 mil, segundo o IBGE.

Agrotóxico

Segundo a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, consideram-se agrotóxicos e afins: os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento; os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins (BRASIL, 1989).

Abastecimento Público de Água

Segundo a Portaria GM nº 36/1990, o Serviço de Abastecimento Público de Água (SAA) é denominado pelo conjunto de atividades, instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma comunidade, já o Sistema de Abastecimento Público de Água é parte física do Serviço de Abastecimento Público de Água, constituído de instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma comunidade (BRASIL, 1990).

O Estado do Ceará tem seu território inserido na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental e pequena porção localizada na Região do Parnaíba. Caracterizado por clima semiárido em praticamente toda a sua extensão, com cursos d'água de regime intermitente, os recursos hídricos superficiais estão dispostos em elevado número de reservatórios de regularização. Os mananciais superficiais são utilizados para o abastecimento de 120 sedes urbanas, enquanto as águas subterrâneas abastecem 35% do total de municípios (BRASIL, 2020).

Ainda segundo a BRASIL, o gerenciamento da oferta de água bruta e da demanda dos recursos hídricos em todo o Estado é realizado pela COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, enquanto que, a CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará é a responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água em 83% dos municípios.

De acordo com a BRASIL (2020), o município de Forquilha compõe a sub-bacia hidrográfica Acaraú, sendo que o açude de Forquilha é responsável por 100% do abastecimento do município, tendo como prestadora de serviço a CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará). A atual demanda urbana de água é de 44 L/s. A ANA – Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2020), afirma que a situação do

abastecimento requer ampliação e prevê que haja um investimento de 2 milhões de reais até 2025.

Qualidade da Água para Consumo Humano

A qualidade da água para consumo humano é definida segundo as concentrações máximas permitidas para determinadas substâncias, segundo mencionado nas Resoluções CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011, que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e superficiais e estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes. Os principais indicadores da qualidade da água são separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (BRASIL, 2005, 2011).

A atual legislação brasileira de potabilidade de água, Portaria MS nº 518/2004, regulamenta 54 substâncias químicas que representam riscos à saúde humana, dentre as quais 22 são agrotóxicos. A experiência internacional (com destaque para os Guias da Organizações Mundiais da Saúde - OMS), que aborda e discute a inclusão de novas substâncias e o estabelecimento de seus respectivos valores máximos permitidos (VMP) é utilizada, usualmente, como diretriz para a legislação brasileira (FERNANDES NETO & SARCINELLI, 2009). Na última revisão da legislação (revisão da Portaria GM nº 36/1990 e publicação da Portaria MS nº 1469/2000, republicada em 2004, como Portaria MS nº 518), os VMP adotados foram, praticamente, os sugeridos pela OMS (FERNANDES NETO & SARCINELLI, 2009).

MATERIAL E MÉTODO

Localização da área de estudo

O município de Forquilha está localizado na região Noroeste do estado do Ceará (Figura 1), na bacia hidrográfica do rio Acaraú. Localizado segundo as coordenadas geográficas de 3°47'54"S e 40°15'38"W, com área territorial de 517,0 Km² (IBGE, 2010).

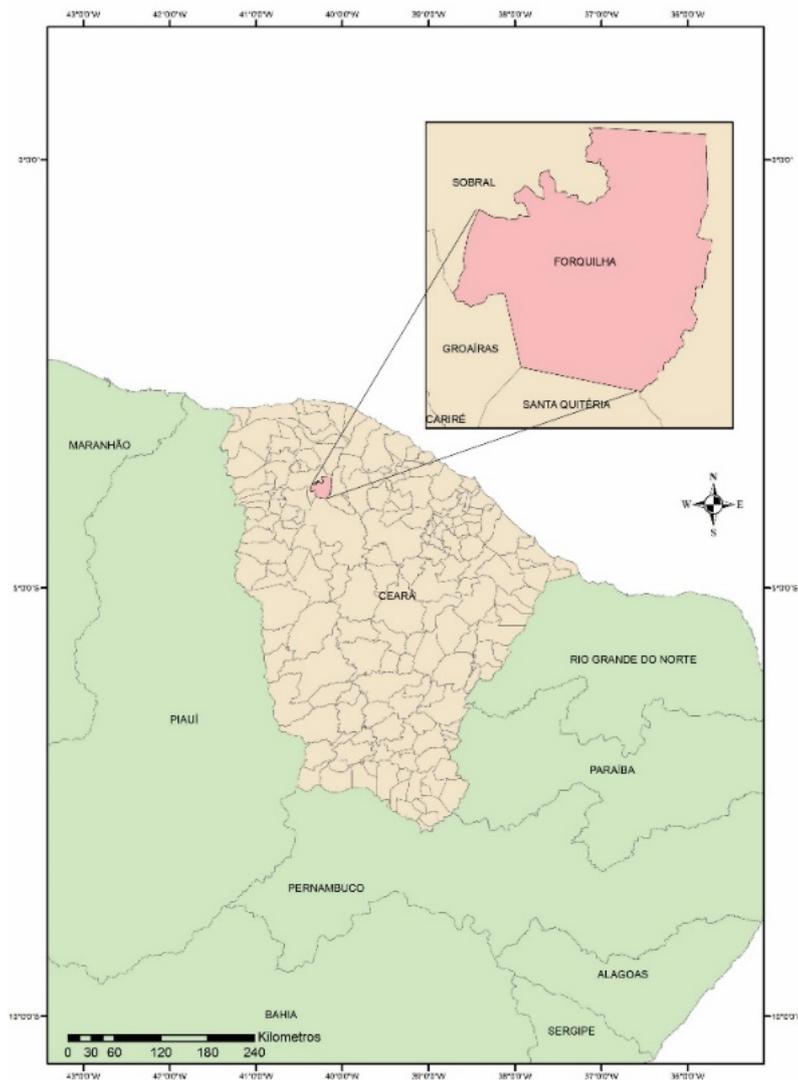
Segundo a Cogerh (2007), o clima da região é do tipo tropical, apresentando temperaturas média anual de 27,5oC, com a máxima média de 36,8oC, nos meses de outubro e novembro, e a mínima média de 21,4oC, no mês de julho. De acordo com classificação de Köppen, o clima é do tipo Bsh-Semi-Árido quente e se caracteriza por precipitações escassas e irregulares, temperaturas elevadas e forte evaporação. A precipitação média anual, no período de 60 anos (1920 – 1981), é de 679,0 mm, caracterizando-se o regime pluviométrico pela irregular distribuição das chuvas, ao longo do ano, com período de estiagem de 6 a 7 meses provocando secas interanuais.

A bacia hidrográfica do açude Forquilha abrange parte da Depressão Sertaneja (Sertão de Sobral), atingindo altitudes entre 80 m (nível mais baixo), correspondendo ao reservatório e de 260 m (nível mais alto) nos topos de morros

onde ficam as nascentes dos riachos Oficina (Madeira) e Conceição (COGERH, 2007).

Segundo o IPECE (2016), a taxa de cobertura urbana para o abastecimento de água é de 98,86% (5.353) de ligações ativas, em contrapartida 1,14% da população ainda não se encontram cobertos pelo sistema de abastecimento.

Figura 1. Localização do município de Forquilha.



Coleta de dados e Parâmetros analisados

Os dados foram coletados de forma primária, através de laudos técnicos laboratoriais emitidos pelo NUTEC (Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará) / GETAQ no laboratório de Química industrial – LQI. Foi avaliada a determinação de multiresíduos de agrotóxicos através da cromatografia gasosa com espectrômetro de massa. Foram determinadas a presença de 17 substâncias, sendo estas: Aldrin+Dieldrin; Atrazina; Clorpirifós; DDD+DDE+DDT; Endossulfan; Endrin; Metolacloro; Molinato; Parationa metílica; Pendimentalina; Permetrina; Trifluralina; Azoxiztrombina; Bifetrina; Cipermetrina; Difenconazol e Propiconazol. Também foi realizada a avaliação de ensaio microbiológico, onde foi obtida a análise de coliformes fecais e termotolerantes, através da determinação quantitativa pela técnica de tubos múltiplos (NMP). Esse estudo foi realizado em junho de 2019, ao final da quadra chuvosa.

Amostragem

As coletas das amostras de água foram realizadas segundo a recomendação da metodologia POT69 LQ/LEA – Adaptado de Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (Methods 6610, 6630 e 6640) (ADAMS, 2017). Adotou-se como local da captação da amostra, os mesmos pontos de coleta utilizados para o monitoramento da Cogerh (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos).

Visitas aos Agricultores de Vazantes

Foram realizadas visitas técnicas a 10 agricultores, as propriedades rurais estão localizadas próximo as vazantes dos reservatórios Forquilha, Cacimbinha e Arrebita. Foram coletadas as coordenadas geográficas das propriedades com um GPS de mão. Durante a visita questionou-se o uso ou não de agrotóxico, quais agrotóxicos eram usados, como eram realizadas as aplicações e quais as culturas cultivadas. Para melhor compreensão da localização das propriedades agrícolas gerou-se um mapa usando o software QGIS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado dos ensaios para análise de determinação de multiresíduos de agrotóxicos estão elencados na Tabela 1, as amostras dos três reservatórios (Forquilha, Cacimbinha e Arrebita) apresentaram o mesmo resultado.

Tabela 1 – Resultado do Ensaio de Determinação de Multiresíduos de Agrotóxicos

Parâmetro Port. da consolidação Nº5	Resultados (µg/L)	VMP (µg/L)	LD (µg/L)	LQ (µg/L)
-------------------------------------	----------------------	---------------	--------------	--------------

Aldrin + Dieldrin	<LD	0,03	0,01	0,03
Atrazina	<LD	2	0,01	0,03
Clorpirifós	<LD	30	0,1	0,3
DDD + DDE + DDT	<LD	1	0,01	0,03
Endossulfan	<LD	20	0,1	0,3
Eldrin	<LD	0,6	0,01	0,03
Metoclorato	<LD	10	0,01	0,03
Molinato	<LD	6	0,1	0,3
Parationa metílica	<LD	9	0,1	0,3
Pendimentalina	<LD	20	0,1	0,3
Permetrina	<LD	20	0,1	0,3
Trifluralina	<LD	20	0,1	0,3
Outros parâmetros	Resultados	VMP	LD	LQ
	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)
Azoxistrombina	<LD	-	0,1	0,3
Bifentrina	<LD	-	0,1	0,3
Cipermetrina	<LD	-	0,1	0,3
Difenoconazol	<LD	-	0,1	0,3
Propiconazol	<LD	-	0,1	0,3

LEGENDA

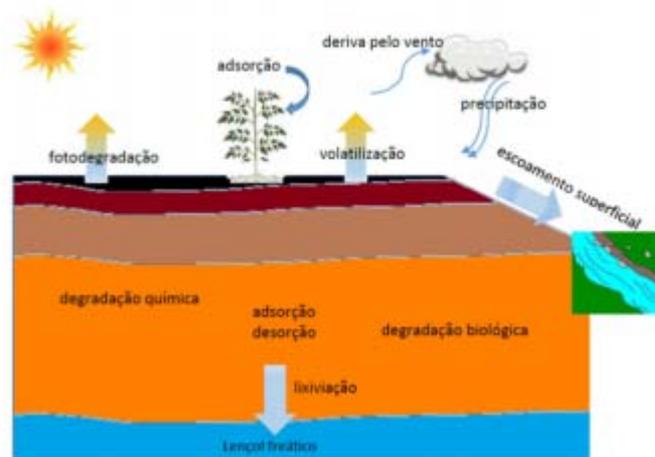
1.

LD = Limite de detecção, LQ = limite de quantificação, e VMP = valor máximo permitido.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que não houve ocorrência da presença dos resíduos de agrotóxicos ou estes ocorrem em concentrações menores que o limite de detecção do equipamento utilizado, demonstrando que as águas dos reservatórios avaliados não apresentam riscos de contaminação, pois não existe ou é menor que o aceitável pela legislação vigente.

Segundo Rabelo e Caldas (2013), os processos envolvidos no destino ambiental dos agrotóxicos dependem de suas propriedades físico-químicas e forma de aplicação, características do solo e condições ambientais. Dentre estes processos estão a lixiviação, escoamento superficial, sorção, degradação química e biológica e volatilização (Figura 2).

Figura 2. Processos que afetam o destino ambiental dos agrotóxicos



Fonte: Rabelo e Caldas (2013).

No Ceará, as precipitações são escassas e quando ocorrem, se apresentam em grandes volumes, não sendo rara a ocorrência de chuvas de 100 mm. Os solos do Estado, em sua maioria, principalmente em regiões semiáridas, como Forquilha, são rasos e com florações rochosas, favorecendo o escoamento superficial e, conseqüentemente, carregando sedimentos e resíduos dos agrotóxicos para o leito dos rios e açudes. Portanto, a avaliação do potencial risco ao meio ambiente pelo uso dos agrotóxicos deve ser constante. Principalmente, a realização do monitoramento dos recursos hídricos.

Também foram realizadas análise microbiológica, onde foram avaliadas as concentrações de coliformes totais e coliformes termotolerantes. A Tabela 2 apresenta os resultados das análises.

Tabela 2. Resultados do Ensaio Microbiológico

Ensaio	Unidades	Resultados	[Li, Ls]*	Parâmetros de referência
FORQUILHA				
Coliformes Totais	(NMP/100ml)	<18	[-;34]	-
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100ml)	<18	[-;34]	≤200
CACIMBINHA				
Coliformes Totais	(NMP/100ml)	230	[68;700]	-
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100ml)	230	[68;700]	≤1000
ARREBITA				
Coliformes Totais	(NMP/100ml)	<18	[-;34]	-
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100ml)	<18	[-;34]	≤200

*NMP = Número Mais Provável, *Li = Limite inferior, e *Ls = Limite Superior.

Segundo Resolução Nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (1986), para o uso de abastecimento sem prévia desinfecção os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra (BRASIL, 1986), desse modo, a água do açude Cacimbinha não é própria para consumo sem prévio tratamento.

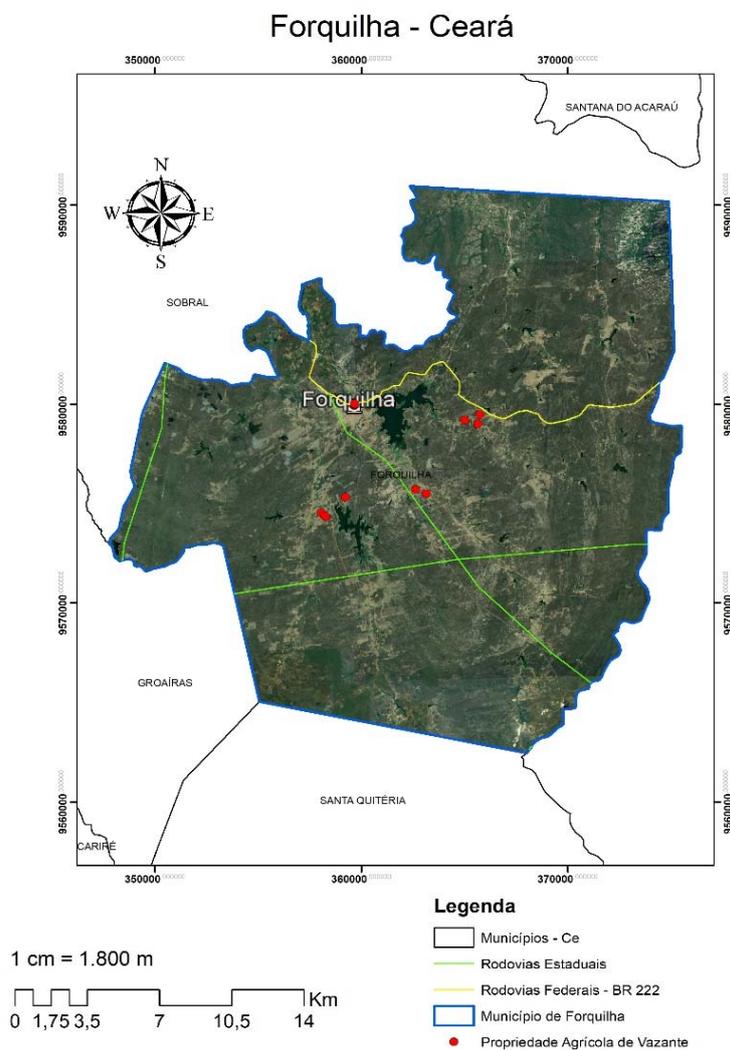
De acordo com a Resolução CONAMA Nº 274 (BRASIL, 2000), para o uso de recreação de contato primário (balneabilidade), a concentração de coliformes termotolerantes apresentados para os três reservatórios encaixam-se como própria, pois a concentração de coliformes termotolerantes não são superiores a 250 coliformes termotolerantes por mililitro.

Tomaz (2015), destacou em seus estudos as principais fontes de poluição dentro da bacia hidrográfica, sendo elas: Esgoto doméstico, esgoto industrial, balneário, uso de agrotóxico, uso de fertilizantes, resíduos sólidos, confinamentos de animais, animais soltos e olarias. A autora ainda estima que um dos fatores mais agravantes no processo de eutrofização do açude seja a falta de saneamento básico que é geral em toda a bacia. Há na bacia um total de 956 famílias vivendo sem saneamento básico contribuindo diariamente com esgoto doméstico para os afluentes dos rios e riachos que chegam até o açude.

De acordo com Tomaz (2015), existem 657 agricultores registrados no Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Forquilha, que estão distribuídos entre as comunidades do Município. A autora ainda cita que o plantio realizado por esses agricultores, geralmente, se dá em terreno de terceiros que emprestam suas terras em troca da palha gerada após a colheita, que é utilizada como forragem para os animais de produção.

O clima semiárido e a escassez de chuva característica desse clima, põe a população que nele vive em situações de vulnerabilidade. A insegurança hídrica é um desses fatores, o Ceará passou por longos 6 anos de seca, tal evento implica diretamente na qualidade e na segurança de distribuição da água. Tomaz (2019), relata que nos anos de seca a população da zona urbana de Forquilha passou vários meses sem água encanada, sendo necessário recorrer ao abastecimento de carros pipas disponibilizados pelo governo, assim como o uso da águas advindas de poços públicos. Já a população da zona rural recorreu, principalmente, a água acumulada nas cisternas.

Durante os trabalhos de campo, foram visitadas 10 propriedades de agricultores que cultivam nas vazantes dos açudes Forquilha e Cacimbinha (Figura 3). Esses agricultores trabalham em regime de subsistência e cultivam, principalmente, milho, feijão, macaxeira e capineiras (plantas forrageiras). Embora recebam instruções do DNOCS para não utilizar agrotóxico, os agricultores afirmaram usar herbicidas, principalmente do grupo metilcarbanato, de classe I, considerado extremamente tóxico e um inseticida, denominado por eles como “veneno da mosca”, que tem como princípio ativo a Cipermetrina.

Figura 3. Localização dos Agricultores Visitados

O inseticida é facilmente encontrado nos comércios da cidade e vendido de forma indiscriminada. O inseticida é de uso veterinário, para o controle de carrapatos e mosquitos em animais. Esse inseticida não possui registro para controle de pragas e doenças em vegetais. Dessa forma não há estudos de qual o período de carência, é o número de dias que representa o intervalo entre a aplicação do defensivo e a colheita, para uso ou consumo seguro do alimento, e que deve estar escrito na bula do defensivo.

Quando os agrotóxicos são utilizados da forma adequada, seguindo a legislações e as especificações do fabricante para a cultura são registrados, esses químicos não colocam em risco a segurança do alimento e passam a ser uma tecnologia de controle no manejo de pragas e doenças. Mas o uso inadequado desses químicos,

causam impactos severamente negativos para a saúde do agricultor, consumidor e ambiente.

Os agricultores, ao serem perguntados sobre a forma de aplicação dos agrotóxicos, afirmaram um fato que merece atenção. Os mesmos garantiram não usar nenhum tipo de equipamento de proteção individual (EPI) durante a aplicação de agrotóxico, além de afirmarem que após a aplicação desses produtos químicos era comum sentir náuseas e cefaleias. Segundo Bombardi (2011), os camponeses, trabalhadores rurais, os familiares destes trabalhadores e moradores de áreas próximas aos cultivos contaminados com agrotóxicos estão sendo intoxicados cotidianamente de forma direta. Ainda segundo a mesma autora, os sintomas agudos de tais intoxicações são apenas a ponta do Iceberg de um problema muito mais amplo que fica escondido por trás da subnotificação destes casos e da quase ausência de informação sobre as doenças crônicas causadas por tais exposições.

Mesmo cultivando apenas para o próprio consumo, os agricultores não dispensam o uso de agrotóxico, pois não acreditam que podem obter boa produtividade agrícola sem o uso dos agroquímicos. Isto demonstra a falta de conhecimento de outras técnicas como o manejo integrado de pragas, por exemplo. O que evidencia a falta de assistência técnica adequada para a agricultura familiar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realizar análises de determinação de multirresíduos de agrotóxicos e análise microbiológica em amostras de água dos reservatórios Forquilha, Cacimbinha e Arrebita, os resultados obtidos não apresentam concentrações acima do aceitável. Embora os agricultores de vazantes visitados confirmem o uso indiscriminado de agrotóxicos como herbicidas do grupo metilcarbanato, de classe I, considerado extremamente tóxico, assim como o uso de inseticidas de uso veterinário, a base de Cipermetrina, nos vegetais cultivados. Estima-se que os resíduos desses químicos contaminam, o solo e as águas subterrâneas e superficiais, bem como, intoxicam as famílias através da alimentação e contaminação das roupas utilizadas pelos agricultores, já que estes não utilizam equipamentos de proteção de individual. Em trabalhos futuros deve-se avaliar a contaminação por agrotóxicos dos solos e de águas subterrâneas.

Agradecimentos

A pesquisa faz parte de um conjunto de ações do Projeto CNPq/Nexus I Proc. nº 441489/2017-6 “Tecnologias sociais e ações integradas de sustentabilidade para a garantia da segurança hídrica, energética e alimentar em nível comunitário no semiárido cearense” e Projeto PRINT/CAPES Proc. nº 88887.312019/2018-00 “Tecnologias socioambientais e metodologias integradas na sustentabilidade territorial: alternativas comunitárias frente as mudanças climáticas”, apoiadores e

fomentadores da pesquisa. A FUNCAP pela bolsa de doutorado da primeira autora.

REFERÊNCIAS

ADAMS, V. Dean. *Water and Wastewater Examination Manual*. 1st Edition, [s.l.], p.1-264, 12 jul. 2017. Routledge. <http://dx.doi.org/10.1201/9780203734131>.

BANCO MUNDIAL. O Ceará vai melhorar a gestão da água e a eficiência dos serviços hídricos. 2019. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2019/08/08/brazil-ceara-improve-water-management-service-efficiency>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

BOMBARDI, Larissa Mies. A intoxicação por agrotóxicos no Brasil e a violação dos direitos humanos. *Direitos humanos no Brasil 2011: Relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos*. São Paulo: Expressão Popular, 2011. Disponível em: <<https://www.larissabombardi.blog.br/artigos>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

BOMFIM, E. O.; GADELHA, C. L. M.; FIGUEIRA, H. J. A.; AMORIM, J. F.; AMORIM, D. S. (2015). Sustentabilidade hidroambiental de nascentes na bacia hidrográfica do rio Gramame no Estado da Paraíba, Brasil. *Sociedade & Natureza, Uberlândia*, v. 27, n. 3, p. 453-468.

BRASIL. Ana - Agência Nacional das Águas. *Atlas Brasil*. 2020. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=18>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

BRASIL. Constituição (1990). Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1990/prt0036_19_01_1990.html>. Acesso em: 27 fev. 2020.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm>. Acesso em: 27 fev. 2020.

BRASIL. Portaria Ms nº 518, de 205. Disponível em: <<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/agosto/14/comentarios-portaria-ms-518-14.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

COGERH. Açude Forquilha Inventário Ambiental. 2007. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/pdf/inventarios/2008/Inventario%20Ambiental%20do%20Acude%20Forquilha.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

CONAMA. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res_conama_20_1986_revvd_classificacaoaguas_altrd_res_conama_274_2000_revvd_357_2005.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2020.

CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2020.

CONAMA. Resolução nº 396, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-396-de-3-de-abril-de-2008/view>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 27 fev. 2020.>. Acesso em: 27 fev. 2020.

FERNANDES NETO, Maria de Lourdes; SARCINELLI, Paula de Novaes. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição ao processo de atualização da legislação brasileira. Eng Sanit Ambient, __, v. 14, n. 1, p.69-78, mar. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n1/v14n1a08.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

FORQUILHA. __. Prefeitura Municipal de Forquilha. Dados do município. 2020. Disponível em: <<https://www.forquilha.ce.gov.br/omunicipio.php>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

Funceme - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Governo do Estado do Ceará. Operação de Reservatórios. 2020. Disponível em: <http://www.funceme.br/?page_id=2759>. Acesso em: 27 fev. 2020.

IBGE. Forquilha. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/forquilha/panorama>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

IPECE. Infra-Estrutura. 2016. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo4/43.htm>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

REBELO, Rafaela Maciel; CALDAS, Eloisa Dutra. ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF AQUATIC SYSTEMS AFFECTED BY PESTICIDE USE. Química Nova, [s.l.], p.1200-1208, 2014. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140165>.

SOUZA, Eduardo Galdino de et al. Segurança hídrica do reservatório Castanhão-CE: aplicação da matriz de sistematização institucional. Eng Sanit Ambient, __, v. 22, n. 5, p.877-887, out. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-22-05-00877.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

TOMAZ, Paula Alves. ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA BACIA DE DRENAGEM DO AÇUDE FORQUILHA, CEARÁ, BRASIL. 2015. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

TOMAZ, Paula Alves. Insegurança hídrica domiciliar no município de Forquilha, Ceará, Brasil. 2019. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

Contato com o autor: alinecastro.praciano@gmail.com

Recebido em: 15/04/2022

Aprovado em: 20/10/2022