

# Diuron em corpos hídricos da bacia do botafogo, litoral norte de Pernambuco

## *Diuron in water bodies in the Botafogo basin, northern coast of Pernambuco*

Eden Cavalcanti de Albuquerque Junior<sup>1</sup> Hélio Oliveira dos Santos Rodrigues<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Plonus Soluções em Engenharia e Meio Ambiente, Recife, Pernambuco, Brasil

<sup>2</sup>Faculdade de Goiana - FAG, Goiana, Pernambuco, Brasil

\*Autor correspondente. E-mail: helio.osr@gmail.com

Recebido: 10/07/2021; Aceito: 03/11/2021

### RESUMO

A bacia hidrográfica do Botafogo, localizada no litoral norte do Estado de Pernambuco, estende-se por cerca de 480 km<sup>2</sup>. Situa-se nessa bacia o único reservatório de água do Litoral Norte do Estado, o qual se encontra integrado ao sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco. A única atividade agrícola nessa região é o cultivo de cana-de-açúcar e dentre os impactos ambientais causados por essa atividade encontra-se a contaminação de recursos hídricos e solo por agrotóxicos. Objetivou-se analisar a ocorrência de herbicidas nas águas do riacho Catucá e rios Pilão e Botafogo, contidos na bacia do Botafogo. O estudo revelou, entre dezembro de 2010 e julho de 2011, a presença do herbicida 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea (Diuron), em nove pontos de coleta no perímetro da citada bacia. Os resultados evidenciaram que, o uso de defensivos agrícolas já se faz presente nos corpos hídricos estudados, embora, as concentrações observadas não comprometam a qualidade da água para o abastecimento humano segundo Portaria MS N° 2.914/2011 (Revogada pela PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO N° 5 – MS em 2017). Sobre tal inferência foi observada a presença de 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea em 100% das amostras de água superficial, em níveis quase 30 vezes o estabelecido pela Comunidade Europeia, sendo esse valor de referência determinado em 0,1 µg.L<sup>-1</sup> para qualquer pesticida em água, diferentemente da legislação brasileira, onde o limite máximo permitido desse pesticida é de 90 µg.L<sup>-1</sup>. O estudo permitiu uma avaliação crítica dessa legislação, onde concentrações de 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea mesmo dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira se encontram em varias estações de coleta fora dos limites estabelecidos pela EU, sendo evidente uma revisão nos valores máximos permitidos pela legislação brasileira com a finalidade de melhoria no monitoramento dos corpos hídricos no Brasil.

**Palavras-chave:** Herbicidas, cana-de-açúcar, Recursos Hídricos, Qualidade Hídrica.

### ABSTRACT

The Botafogo hydrographic basin, located on the northern coast of the State of Pernambuco, extends for about 480 km<sup>2</sup>. The only water reservoir on the North Coast of the State is located in this basin, which is integrated with the water supply system of the Metropolitan Region of Recife, Pernambuco. The only agricultural activity in this region is the cultivation of sugar cane and among the environmental impacts caused by this activity is the

contamination of water resources and soil by pesticides. The objective was to analyze the occurrence of herbicides in the waters of the Catucá stream and Pilão and Botafogo rivers, contained in the Botafogo basin. The study revealed, between December 2010 and July 2011, the presence of the herbicide 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea (Diuron), in nine collection points on the perimeter of the aforementioned basin. The results showed that the use of pesticides is already present in the water bodies studied, although the concentrations observed do not compromise the quality of water for human supply according to MS Ordinance No. 2.914/2011 (Revoked by CONSOLIDATION ORDINANCE No. 5 – MS in 2017). On this inference, the presence of 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea was observed in 100% of the surface water samples, at levels up to 3 times the established by the European Community, this reference value being determined in 0.1 µg.L<sup>-1</sup> for any pesticide in water, unlike Brazilian legislation, where the maximum allowed limit for this pesticide is 90 µg.L<sup>-1</sup>. The study allowed a critical evaluation of these legislations, where concentrations of 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea, even within the standards established by Brazilian legislation, are found in several collection stations outside the limits established by the EU, being A review of the maximum values allowed by Brazilian legislation is evident in order to improve the monitoring of water bodies in Brazil.

**Keywords:** Herbicides, Sugarcane, Water Resources, Water Quality.

---

## INTRODUÇÃO

O modelo de agricultura adotado no Brasil foi desenvolvido baseado em compostos tóxicos como o DDT, o qual está apoiado no uso de substâncias tóxicas e nocivas ao homem. Desde que os agrotóxicos passaram a ser amplamente utilizado no País, não se pode negar o aumento representativo da produtividade agrícola, proporcionando um controle de vetores e diversas doenças. Entretanto seu uso desordenado e excessivo vem provocando diversos impactos sobre o meio ambiente (BENEVIDES; MARINHO, 2015).

Esse modelo de desenvolvimento agrícola, centrado em ganhos de produtividade, tem gerado aumento crescente do uso de defensivos agrícolas. No ano de 2010, o quantitativo comercializado chegou a 155 kg.ha<sup>-1</sup>, das quais 43,7 kg.ha<sup>-1</sup> são de produtos a base de Nitrogênio, 51,8 kg.ha<sup>-1</sup> de Fósforo e 59,6 kg.ha<sup>-1</sup> de Potássio. O Sudeste brasileiro está à frente da comercialização de pesticidas por unidade de área com o quantitativo de 208,1 kg.ha<sup>-1</sup>, esse numero expressivo está acima do que foi observado para outras regiões no mesmo período (Ibge, 2011). Oito anos após revelação desses números, o valor de quantitativos comercializados só assusta, segundo o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), no ano de 2019 foram comercializados 539,9 mil toneladas de defensivos agrícolas (IBAMA, 2019).

No Estado de Pernambuco, uma das grandes atividades econômicas ainda continua sendo o cultivo da cana-de-açúcar que conta com uma grande quantidade de mão de obra artesanal, devido a topografia acidentada da região de cultivo, tendo cerca de 5 trabalhadores para cada mil toneladas de cana. A cana-de-açúcar é uma herbácea da família das gramíneas, oriunda do continente asiático, mas amplamente cultivado e adaptado ao clima do Brasil. Esse arbusto pode ser cultivado com diversas finalidades como produção de combustíveis, alimentos, biomassa, bebidas alcoólicas, entre outros (SINDAÇÚCAR, 2019). O cultivo intensivo dessa monocultura no litoral norte e sul do Estado de Pernambuco tem ampliado nos últimos anos em resposta à procura crescente do mercado mundial, atingindo cerca de 51,16 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (SINDAÇÚCAR, 2019). Neste contexto, a bacia do Botafogo, localizada no litoral norte de Pernambuco, estende-se por cerca de 480 km<sup>2</sup> e ocupa uma parcela expressiva dos municípios de Araçoiaba, Itaquitinga, Abreu e Lima, Itapissuma e Igarassu. Localiza-se nessa bacia o único reservatório do Litoral Norte do Estado, o

qual é integrado ao sistema de abastecimento da Região Metropolitana do Recife – a Barragem do Botafogo – com capacidade para armazenar  $27,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  de água. A atividade agrícola de maior potencial poluidor dos recursos naturais nessa área é a cana-de-açúcar (CPRH, 2014).

Os produtores de cana-de-açúcar, na tentativa de uma maior produtividade, utilizam defensivos agrícolas para o controle de pragas nos cultivos, são utilizados ainda, produtos químicos além de outras substâncias, com o objetivo de melhorar a qualidade do solo (BOYD, 1995a; BOYD; TUCKER, 1998). O 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetiluréia um dos herbicidas de maior utilização no controle de plantas daninhas, é seletivo sistêmico, inibidor da fotossíntese, pertencente ao grupo das triazinas, usado em pré- e pós-emergência para controlar plantas nocivas à cultura da cana-de-açúcar (BOYD; TUCKER, 1998).

Em 2009, o consumo brasileiro de pesticidas foi de  $3,6 \text{ kg.L}^{-1}$ , em 2016 esse quantitativo chegou a  $5,4 \text{ kg.L}^{-1}$  chegando em 2018 a aproximadamente  $5,5 \text{ kg.L}^{-1}$ . Dentre os quais, os herbicidas e inseticidas respondem por mais de 50% do consumo. A utilização desses compostos é preocupante devido aos possíveis danos que podem ocasionar a biota aquática, podendo atuar sobre o sistema nervoso central como influenciar na diminuição da capacidade de absorção de oxigênio do meio aquático por parte desses organismos (HELBLING, 2015). Aparentemente, o uso de compostos com longo período de degradação está aumentando em muitos países e muitos desses compostos podem sofrer degradação em formas mais tóxicas dentro de poucos dias de uso (BOYD, 2000). Pesticidas e fertilizantes aumentam a produtividade da agricultura atendendo a demanda de alimentos que constantemente sofre com a pressão das taxas de crescimento da população mundial, entretanto podem ocasionar danos ao meio ambiente e aos que entram em contato direto com os defensivos no seu manejo. Importantes estudos foram desenvolvidos na bacia do Botafogo considerando diversos aspectos hidrobiológicos do rio como nutrientes, sólidos dissolvidos, pH, turbidez, condutividade e dados hidrológicos, entretanto, não foram identificados estudos voltados para a ocorrência de pesticidas nos corpos hídricos dessa região.

Neste sentido, objetivou-se analisar o aporte de herbicidas nos corpos hídricos do riacho Catucá e rios Pilão e Botafogo, no intuito de contribuir para futuras revisões nas principais portarias e resoluções que tratam da qualidade ambiental da água no Brasil como, Portaria no 2914/MS/2011 (Revogada pela PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5 – MS em 2017), já que os herbicidas não são contemplados.

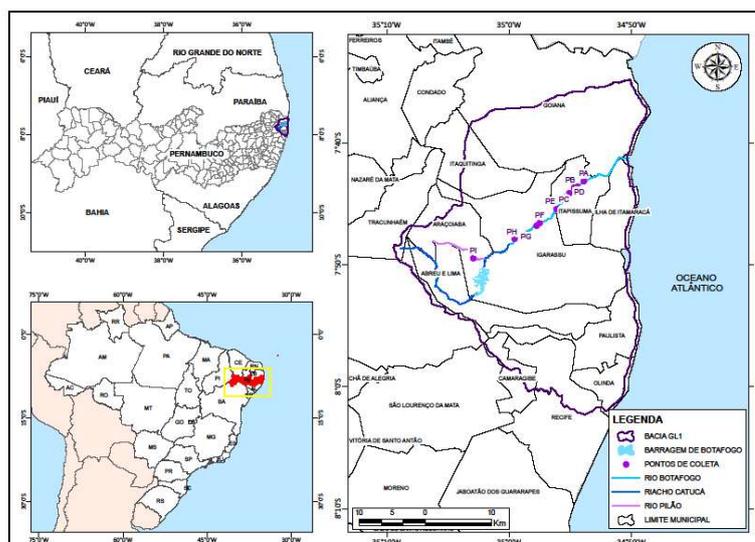
## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O rio Botafogo é formado pela confluência de diversos rios e em sua jusante estão localizados grandes empreendimentos sucroalcooleiros, que são grandes referências na produção de cana-de-açúcar da região. Ao todo, o corpo hídrico formado pelo riacho Catucá e rios Pilão e Botafogo percorre aproximadamente 50 km até o canal de Santa Cruz, onde se localiza o estuário do respectivo rio (CPRH, 2009). O rio segue seu curso para sudeste da nascente até a Barragem do Botafogo atravessando principalmente terrenos do Embasamento Cristalino (MACÊDO et al., 1982; OTSUKA et. al., 2014) .

### *Amostragem e coleta de água*

Para a coleta de água, foram definidas nove estações de coleta ao longo do riacho Catucá e rios Pilão e Botafogo, desde a jusante do reservatório de Botafogo até a foz do rio no canal de Santa Cruz, em uma extensão de cerca de 50 km (Figura 1). Os pontos foram gerorreferenciados com auxílio de um GPS (Garmin – Etrex H) (Tabla 1), receberam a denominação de pontos A a I. Todas as coletas foram realizadas em período de baixa-mar, nos períodos de 10/12/2010, 07/01/2011, 21/04/2011, 09/06/2011.



**Figura 1.** Bacia Hidrográfica do Botafogo. Extensão dos Pontos de Coleta

As amostras de água superficial do riacho Catucá e rios Pilão e Botafogo foram coletadas em nove pontos a uma profundidade superficial de 10 cm da lamina d’água. As amostras foram acondicionadas em garrafas de vidro âmbar de capacidade de 4L com tampa rosqueável, previamente descontaminadas com Hexano e Diclorometano graus pesticidas (Merck, EUA). Durante e após o período de coleta as amostras foram mantidas refrigeradas em isopores com gelo até a chegada ao laboratório, onde foram armazenadas em geladeira a uma temperatura de 10 °C.

**Tabela 1.** Coordenadas geográficas das estações de coleta

Pontos de coleta	Coordenadas		Pontos de coleta	Coordenadas	
	Latitude	Longitude		Latitude	Longitude
PA	07°43'08,6"S	34°53'55,3"W	PF	07°46'34,5"S	34°57'29,8"W
PB	07°43'37,5"S	34°54'25,7"W	PG	07°46'34,6"S	34°57'29,9"W
PC	07°43'39,9"S	34°54'26,2"W	PH	07°47'55,4"S	34°59'33,6"W
PD	07°44'06,9"S	34°55'05,9"W	PI	07°49'27,4"S	35°02'57,0"W
PE	07°45'25,0"S	34°56'08,9"W	-	-	-

**Extração de agrotóxicos em água**

O método de referência aplicado nessa etapa foi baseado no método da Agência Ambiental Americana (EPA 525.2), com modificações do procedimento para adequar o mesmo a rotina do laboratório e a técnica de LC-MS/MS. Para avaliar a precisão do método, amostras em triplicata de água fortificadas com uma mistura de herbicidas a uma concentração de 0,01 mg.L<sup>-1</sup> também foi analisada, tendo sua recuperação avaliada em dias diferentes. Com esse estudo de recuperação, foi possível uma maior confiabilidade nos resultados obtidos para matriz água.

### Análise Cromatográfica: LC-MS/MS

Para a análise dos níveis de herbicidas na água foi utilizado um cromatógrafo líquido com espectrômetro de massas acoplado (Waters®, séries Allience HT e Quattro Premier, respectivamente). As soluções analíticas de herbicidas (padrões e amostras reais) foram percolados em uma coluna Alltima C18 (5 $\mu$ m, 150  $\times$  3,2 mm) sob um fluxo de 0,3 mL.min<sup>-1</sup> de fase móvel constituída de formato de amônio de 5 mmol.L<sup>-1</sup> em água ultrapura (18,2 M $\Omega$ .cm<sup>-1</sup>) (Fase móvel A) e Metanol Grau HPLC (Fase móvel B) (SILVA, 2011). Possui perfil gradiente entre 0 e 35 minutos com um tempo de 5 minutos entre as amostras injetadas. Cada amostra teve 5 $\mu$ L injetado numa voltagem do capilar de 1,00 kV, sendo a temperatura da fonte de 110°C, pressão de gás de colisão (AR) = + 3,50  $\times$  10<sup>-3</sup> mbar e fotomultiplicador de 650V (SILVA, 2011).

## RESULTADOS

No perímetro amostrado, em uma faixa de cerca de 50 km da jusante do reservatório do Botafogo até as proximidades da foz do rio, no canal de Santa Cruz, foi observada em praticamente todas as amostras de água superficial a presença do herbicida diuron, em concentrações que variaram no espaço (por ponto amostrado) e tempo (período de dezembro/2010, janeiro/2011, abril/2011 e junho/2011) (Figura 2).

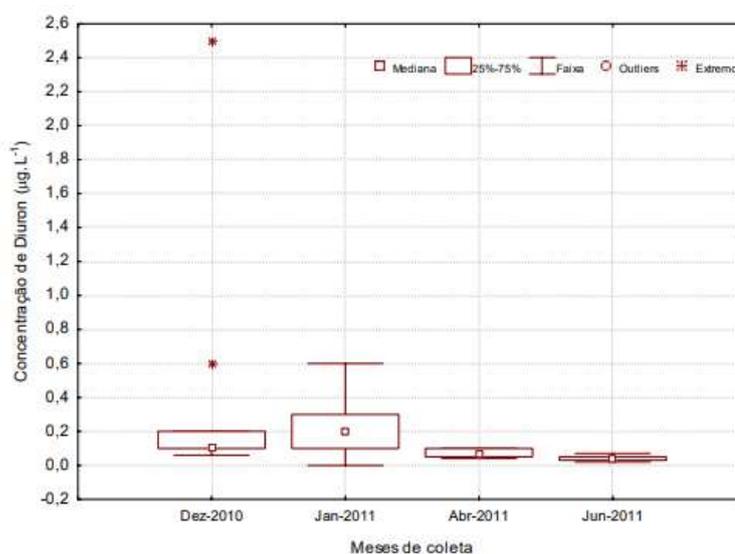


Figura 2. Concentração de Diuron em água

Os níveis de 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea encontrados em água obedeceram a um padrão sazonal, apresentando-se mais elevados no período seco para a região (dezembro e janeiro), em média de 0,32  $\mu$ g.L<sup>-1</sup> quando comparados aos 0,06  $\mu$ g.L<sup>-1</sup> encontrados durante o período chuvoso. Chamando atenção a identificação do herbicida encontrado no mês de dezembro de 2010 na concentração de 2,5  $\mu$ g.L<sup>-1</sup> em uma das estações de estudo.

## DISCUSSÃO

O 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetiluréia é um dos herbicidas de maior utilização no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Pertencente ao grupo químico das feniluréias, esse herbicida atua na inibição da fotossíntese pelo bloqueio da produção de oxigênio (WESSELS; VAN DER VEEN, 1956), resultando finalmente em uma interrupção na transferência de elétrons ao nível do fotossistema II. O

3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea apresenta alta persistência e adsorção ao solo, podendo contaminar solos agrícolas e o ambiente urbano.

A correlação observada da sazonalidade junto as concentrações do herbicida é atribuída ao início do período de plantio da cana-de-açúcar, que coincide com o período de aplicação desse composto (pré-emergente) (SANTIAGO E ROSSETTO, 2012). No Brasil a Portaria no 2914/MS/2011 (Revogada pela PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5 – MS em 2017) é a única que estabelece limite máximo permitido para o herbicida 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea em água para consumo humano, nenhuma outra legislação brasileira faz menção ao composto, entretanto, os valores detectados se encontram dentro dos limites máximos estabelecidos pela referida portaria, ou seja, abaixo de 90 µg.L<sup>-1</sup>. Malato et al. (2002) relatam que esse herbicida é considerado uma substância perigosa e prioritária pela Comissão Europeia. Em contato com a pele ou olhos o 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea tem causa de irritabilidade. Segundo Giacomazzi e Cochet (2004), o diuron apresenta uma pequena toxicidade para mamíferos, sendo principalmente teratogênico em altas dosagens em camundongos. A sua toxicidade para os mamíferos de pequeno porte e para a maioria dos invertebrados é pequena, entretanto para certos organismos como os crustáceos, são afetados por concentrações muito baixas (HODGE et al., 1967; SEILER, 1978; SCHUYTEMA; NEBEKER, 1998).

Possui volatilidade muito baixa em torno de  $2,3 \times 10^{-9}$  mmHg, tem uma meia vida em solo sob condições aeróbicas entre 102 e 134 dias e meia vida em água de 43 dias, solubilidade em água a um pH 7 é baixa, de aproximadamente 42 mg.L<sup>-1</sup>, e um coeficiente de partição (Log K<sub>ow</sub>) no valor de 2,84, características (LAVORENTTI; LANÇAS, 2003). Trata-se de um herbicida que, dependendo das condições do local onde foi inserido, pode ter longa persistência, podendo ser encontrado em acúmulo no sedimento ou coluna d'água (OKAMURA et al., 2003). Sua degradação na maioria das vezes ocorre pelo processo da biodegradação por uma série de micro-organismos, resultando nos metabólitos, 3,4-diclorofenilurea, 3,4-diclorometilfenilurea e 3,4-dicloroanilina, (GIACOMAZZI; COCHET, 2004).

A contaminação de corpos hídricos por defensivos agrícolas é muito comum em locais onde a área de preservação permanente não é respeitada. Ao longo de toda a extensão do rio botafogo essa área de preservação não atende a distância permitida pelo Código Florestal (Lei nº 12.727/12) que é de no mínimo 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura (praticamente metade da extensão dos corpos hídricos da bacia) e 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura (trecho dos corpos hídricos próximo ao canal de Santa Cruz).

Por ser considerada uma região de intensa atividade agrícola e de grande contribuição econômica ao Estado de Pernambuco, a bacia do botafogo foi selecionada como núcleo temático da pesquisa. Foi observado que na região não existem variações de cultivo agrícola como também atividade urbana, a cana-de-açúcar impera como a principal atividade econômica inserida na bacia do Botafogo, não sendo respeitada a área de preservação permanente dos corpos hídricos. A agricultura é o principal fator impactante na qualidade ambiental, isso porque, mesmo em áreas mais afastadas dos cultivos (próximo ao canal de Santa Cruz) foi observada a presença do herbicida 3-(3,4-dichlorophenyl)<sup>-1</sup>,1-dimethylurea em águas superficiais, sendo este composto comumente utilizado em culturas de cana-de-açúcar.

## CONCLUSÃO

A avaliação da contaminação na bacia torna-se um importante instrumento que contribui não só para a avaliação da qualidade ambiental da região como no entendimento da dinâmica e no fluxo dos químicos introduzidos nesse ecossistema. Um estudo de impacto ambiental na bacia hidrográfica influencia positivamente

na forma de manejo e recuperação do ambiente impactado. O herbicida se encontra distribuído por toda extensão do corpo hídrico e possui considerável toxicidade para organismos aquáticos.

O fato do 3-(3,4-dichlorophenyl)-1-dimethylurea se encontrar dentro dos limites estabelecidos pela Portaria no 2914/MS/2011 (Revogada pela PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5 – MS em 2017), não significa que o ambiente não esteja sendo impactado pela presença desses agrotóxicos. São necessárias ainda avaliações voltadas para a infauna e animais aquáticos da Bacia do botafogo, para um estudo mais detalhado do impacto causado pela utilização do herbicida, numa possível contaminação no ciclo da cadeia alimentar.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Instituto de tecnologia de Pernambuco (ITEP), por ceder parte de seu parque tecnológico como forma de incentivo à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Regulamenta-ção. Anvisa aprova novo marco regulatório para agrotóxicos. **BRASÍLIA**, DF. 2019.

ANJOS, D. L.; PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Biomassa fitoplanctônica como ferramenta para determinação da qualidade da água dos estuários de Pernambuco (BRASIL). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Minas Gerais. **Sociedade de Ecologia do Brazil**. n. 8. 2007.

BENEVIDES, J. A. J.; MARINHO, G. Degradação De Pesticidas Por Fungos - Uma Revisão. **Holos**, v. 2, n. April, p. 110, 2015.

BOYD, C. E. **Manejo da qualidade de água na aquicultura e no cultivo do camarão marinho**. Associação brasileira de criadores de camarão. 1º. ed. Recife, 2000.

BOYD, C.E. **Bottom soils, sediment, and pond aquaculture**. New York: Chapman and Hall, V. 1 1º Ed. 348 p. 1995.

BOYD, C.E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1º Ed. 700 p. 1998.

BRASIL. (2017). Portaria Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 b. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX - Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de Potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 825p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, Edição nº 88 de 01/11/2012.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União** - República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 out. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ibama. Relatórios de comercialização de agrotóxicos - Produção e Comércio de Agrotóxicos por Ingredientes Ativos. **Boletim anual 2019**. 2019.

CONAB, Acompanhamento da safra brasileira – **Cana-de-Açúcar – Boletim Cana**. 2011.

CPRH – Governo do Estado de Pernambuco, Diagnóstico Socioambiental – Litoral Norte de Pernambuco. Recursos Hídricos Superficiais. **Séries Publicações Técnicas**, n. 6, 54p. 2014.

GIACOMAZZI S. e COCHET N. Environmental impact of diuron transformation: a review. **Chemosphere**, v. 56, 1021-1032 p., 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Indicadores de desenvolvimento sustentável. **Estudos e Pesquisa – Introdução a Geografia**. n. 8, 152 a 154 p. 2012.

MACÊDO, S. J. de, MELO, H. N. S.; COSTA, K. M. P. da, 1982, Estudo ecológico da Região de Itamaracá. Pernambuco, Brasil. XXXIII. Condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Tropical Oceanography**, v. 17, p. 81-122. 1982.

MALATO S.; BLANCO J.; CACERES J.; FERNANDEZ-ALBA A. R.; AGUERA A., RODRIGUEZ A. Photocatalytic treatment of water-soluble pesticides by photo-Fenton and TiO<sub>2</sub> using solar energy. **Catalysis Today**, v. 76, p. 209-220, 2002.

MARQUES, E.J.; LIMA, R.O.R.; VILAS Boas, A.M.; PEREIRA, C.E.F. Controle biológico da cigarrinha da folha Mahanarva posticata (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. In: Mendonça, A.F. (Ed.) Cigarrinhas da Cana-de-açúcar: controle biológico. Maceió. **Insecta**. pp. 295-301, 2005.

OKAMURA H.; AOYAMA I.; ONO Y.; NISHIDA T. Antifouling herbicides in the coastal waters of western Japan. **Marine Pollution Bulletin**, v. 47, p. 59-67, 2003.

OTSUKA, A. Y., FEITOSA, F. A. DO N., FLORES MONTES, M. DE J., HONORATO DA SILVA, M., TRAVASSOS, R. K.. Condições ambientais do estuário do rio Botafogo (Itamaracá-Pernambuco-Brasil): clorofila a e algumas variáveis ambientais. **Tropical Oceanography**, V. 42, 111–127 p. 2014.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. Plantio da cana-de-açúcar. Ageitec - **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2005.

SINDAÇÚCAR. Sindaçúcar-AL. **Aposta na retomada no crescimento do setor**. 2009

WESSELS, JS; VAN DER VEEN, R. The action of some derivatives of phenylurethan and of 3-phenyl-1, 1-dimethylurea on the hill reaction. **Biochim. Biophys. Acta.**; v.19, p.548-549, 1956.