

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE POÇOS RASOS CONSUMIDA
POR AGRICULTORES FAMILIARES NO NORTE FLUMINENSE.**

THAYANA PARANHOS PORTAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE - UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MAIO DE 2011

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE POÇOS RASOS CONSUMIDA POR AGRICULTORES FAMILIARES NO NORTE FLUMINENSE.

THAYANA PARANHOS PORTAL

“Monografia apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado em Química.”

Orientadora: Prof^a Maria Cristina Canela

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

MAIO DE 2011

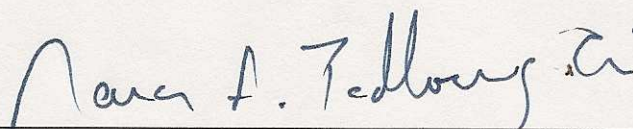
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE POÇOS RASOS CONSUMIDA POR AGRICULTORES FAMILIARES NO NORTE FLUMINENSE.

THAYANA PARANHOS PORTAL

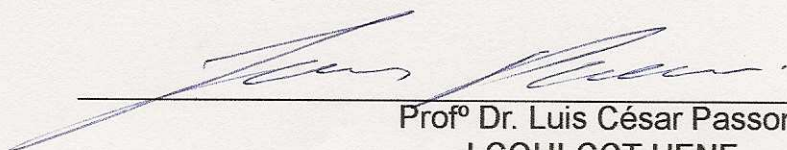
“Monografia apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado em Química.”

Aprovada em 11 de Maio de 2011.

Comissão Examinadora:



Profº Dr Marcos Antonio Pedlowski
LEEA-CCH-UENF



Profº Dr. Luis César Passoni
LCQUI-CCT-UENF



Profª Dra. Maria Cristina Canela
LCQUI-CCT-UENF
(Orientadora)

Aos meus pais pela dedicação e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus por alcançar meu sonho.

Um agradecimento especial aos meus pais pela dedicação e preocupação comigo, e por me ajudar nos momentos mais difíceis.

A minha família, pelo carinho e apoio.

Ao meu namorado Thiago que sempre esteve do meu lado me apoiando e compreendendo.

A minha orientadora prof. Dra. Maria Cristina Canela que sempre teve paciência e carinho me ensinando como orientadora e amiga. Me ajudou a crescer profissionalmente e pessoalmente.

Agradeço a todos os companheiros do Grupo de Pesquisa em Química Ambiental, Glaucia, Michel, Monique, Ronan, Ruth, Samira, Camila, Thiago e Antônio Sergio pela amizade e a todos os outros colegas do Laboratório 103 pelas horas engraçadas e momentos que passamos juntos.

Agradeço à Glaucia que me auxiliou me passando seus conhecimentos.

A todos os professores do curso de Licenciatura em Química que me auxiliaram nessa conquista, só consegui chegar aqui com o auxílio deles.

Ao laboratório de mirmecologia, aos amigos que lá fiz e também contribuíram para os momentos bons.

A todos os técnicos do LCQUI e LCA pela ajuda e análises realizadas.

Ao laboratório da professora Leda que cedeu várias vezes um espaço para análises.

A minha turma inicial, de 2007, do curso de Licenciatura em Química da UENF, tanto os que estão se formando quanto todos os outros, aos amigos mais chegados Milena, Camila, Samira,, que me ajudaram muito nos momentos difíceis.

A todos que colaboraram, direta ou indiretamente, para essa realização.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
RESUMO	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. Água, um elemento essencial para a vida na Terra.....	13
2.2 Poluição das águas	15
2.3 Parâmetros de qualidade das águas.....	17
2.4 As diferentes vias da poluição por agrotóxicos	18
2.5 Agrotóxicos e suas características.....	21
2.5.1 Agrotóxicos Organoclorados.....	21
2.5.2 Inseticidas Organofosforados e Carbamatos.....	23
2.5.3 Inseticidas Naturais (Piretróides).....	25
2.5.4 Herbicidas com outras classificações químicas.....	26
2.6 Pesquisa sobre os Agrotóxicos utilizados no Assentamento Zumbi dos Palmares. .	28
3. OBJETIVOS	30
4. MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1 O processo de coleta das amostras de água	31
4.2 Análise condutimétrica	33
4.3 Análise de Fosfato Total	33
4.4 Análise de COD e nitrato/nitrito	33
4.5 Análise Bacteriológica	33
4.6 Análise dos agrotóxicos por CG-EM e CLAE	34
4.6.1 CG-EM.....	34
4.6.2 CLAE	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Análises físico químicas e bacteriológicas das águas coletadas no Assentamento Zumbi dos Palmares	36
5.1.1 Análises de pH e condutividade	36
5.1.2 Análises de COD, Fosfato total e Nitrato/nitrito.....	39
5.1.3 Análises bacteriológicas e Turbidez.....	42
5.2 As análises dos agrotóxicos	45

5.2.1 Análise dos agrotóxicos por CG-EM	45
5.2.2 Análise de agrotóxicos por CLAE	47
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXO	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição de água doce (Fonte: http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/agua-na-agricultura-t353/124-p0.htm	13
Figura 2: Balanço de massa global de água estimado num ano, para os fluxos e transferências de água entre o continente, o oceano e a atmosfera. Unidade em 1.000 Km ³ ano ⁻¹ . (Fonte: CAMPOS, 2010).	14
Figura 3: Estrutura do DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano)	22
Figura 4: Estrutura do Paration Metílico	24
Figura 5: Estrutura do Carbamato Carbaril	24
Figura 6: Estrutura do inseticida deltametrina	26
Figura 7: Estrutura do herbicida 2,4 D	27
Figura 8: Estrutura do Herbicida Diuron	27
Figura 9: Estrutura do Herbicida Ametrina	28
Figura 10: Mapa da região do Assentamento Zumbi dos Palmares	31
Figura 11: Pontos de coleta nos núcleos 3, 4 e 5 do Assentamento	32
Figura 12: Curvas de Calibração para Paration Metílico. a) Curva de calibração obtida para as concentrações de 1 a 10 µg L ⁻¹ . b) Curva de Calibração obtida para as concentrações de 20 a 1000 µg L ⁻¹	45
Figura 13: Curvas de Calibração. a) Carbaril. b) Diuron.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação das águas subterrâneas (Resolução CONAMA 396)	15
Tabela 2: Nível de Qualidade	17
Tabela 3: Estruturas genéricas para os tipos A, B e C de organofosforados.	23
Tabela 4: Formulação comercial, ingredientes ativos e grupos químicos por agrotóxicos	30
Tabela 5: Condições cromatográficas para o CG-EM	34
Tabela 6: Resultado das análises de condutividade e pH em 2009 e 2010.	37
Tabela 7: Resultados dos pontos acrescentados em 2010.	38
Tabela 8: Resultado das análises de COD, Nitrato e Fósforo Total.....	40
Tabela 9: Resultado das análises de COD, Nitrato e Fósforo Total para os pontos que foram acrescentados em 2010.	41
Tabela 10: Resultados das análises bacteriológicas em 2009 e 2010.	43
Tabela 11: Resultados das amostras acrescentadas nas campanhas em 2010	44
Tabela 12: Resultados obtidos na análise por CG-EM.....	46
Tabela 13: Resultados da análise de CLAE:	48

LISTA DE ABREVIATURAS

2,4-D – Ácido 2,4 Diclorofenóxiacético
ANA – Agência Nacional de Água
ANVISA – Agência Brasileira de Vigilância Sanitária
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CG-EM – Cromatografia Gasosa acoplada ao Espectrômetro de Massas
CLAE – Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
COD – Carbono Orgânico Dissolvido
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DDT – Dicloro Difenil Tricloroetano
FUNDENOR – Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional
USEPA- – United State Environmental Protection Agency
GPS – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IQA – Índice de Qualidade de água
LDO – Letal Dose Oral (Dose Oral Letal)
LCA – Laboratório de Ciências Ambientais
LMR – Limite Máximo de Resíduos
PARA- Projeto de Análise de Agrotóxicos em Alimentos
SIM – Selective Ion Monitoring (Monitoração de Íon Seletivo)
UFC – Unidade Formadora de Colônia
UT – Unidade de Turbidez
UV/VIS - Ultravioleta/Visível

RESUMO

Em assentamentos de reforma agrária predominam sistemas agrícolas que combinam diversos tipos de cultura. No Assentamento Zumbi dos Palmares, local de realização deste estudo, as culturas dominantes são: abacaxi, mandioca, cana-de-açúcar e maracujá. Cada família recebe um lote para tirar dali o seu sustento. Os assentados do Zumbi dos Palmares enfrentam dificuldades de obtenção de água e, por isso, em cada lote existe um poço raso, o qual fica entre sua casa e a área de cultivo. O objetivo deste estudo é analisar os parâmetros físico-químicos, biológicos e compostos oriundos da utilização de agrotóxicos a fim de investigar a qualidade da água que os assentados consomem. Um total de 35 amostras foram coletadas em 4 campanhas, nas quais as 2 primeiras incluíram uma amostragem aleatória de lotes, e nas 2 últimas foram repetidos os pontos das duas iniciais. As análises físico-químicas realizadas foram: pH, fosfato, nitrato/nitrito, carbono orgânico dissolvido (COD), condutividade e turbidez. As amostras foram analisadas também quanto à presença de coliformes totais e termotolerantes. Os agrotóxicos foram analisados através de extração líquido-líquido e extração em fase sólida (SPE), seguidos de análises por Cromatografia Gasosa acoplada ao Espectrômetro de Massas (CG-EM) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). A maioria das amostras coletadas apresentou qualidade insatisfatória, ou seja, não se enquadraram em um ou mais parâmetros físico-químicos ou biológicos, ultrapassando os limites estabelecidos pela legislação do Ministério da Saúde (Portaria 518/2004). As amostras de água de poço apresentaram concentrações de até 920 UFC (Unidades Formadoras de Colônias), e concentrações de COD de até 42,0 mgC/L. Estes resultados mostram que estas águas podem estar sendo impactadas por atividades antrópicas. Quanto à análise de agrotóxicos foi detectada a presença de paration metílico na maioria das amostras, embora os valores estivessem dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357. O carbaril e o diuron foram detectados apenas nas campanhas de 2009, sendo encontrado em baixas concentrações, exceto na amostra do lote 90 que apresentou concentrações de 40,4 ng L⁻¹ para o agrotóxico carbaril.

1. INTRODUÇÃO

Para que uma dada água seja considerada como sendo potável, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos devem condizer com a Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade de água para o consumo humano. Por outro lado, a Resolução 357/2005 do CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA) (Brasil, 2005), legisla sobre as condições e padrões de qualidade das águas superficiais de acordo com a sua classificação para uso ou atividade. Já a Resolução CONAMA 396/2008 estabelece padrões para águas subterrâneas (Brasil, 2008). Deste modo, o Brasil possui uma legislação para vários tipos de água, que estabelece diferentes parâmetros de qualidade e limites máximos ou mínimos admitidos de acordo com a sua classificação

Assim sendo, para a verificação da qualidade da água para o consumo é necessário avaliar os parâmetros físico-químicos, tais como: pH, turbidez, carbono orgânico dissolvido, coliformes fecais e totais, fosfato, salinidade, e a presença de alguns compostos orgânicos específicos, dentre eles, alguns agrotóxicos. A necessidade da análise destes parâmetros pode ser exemplificada pelo problema que afeta recém nascidos e adultos, com deficiência enzimática na degradação do nitrato, em que o nitrato é transformado em nitrito, o que acarreta problemas na absorção de oxigênio na cadeia respiratória. Isto ocorre porque o nitrito se liga à hemoglobina no lugar do oxigênio, inviabilizando assim o seu transporte para as células. Em consequência disto, os bebês passam a sofrer de insuficiência respiratória, ocasionando uma doença chamada de metemoglobinemia (BAIRD E CANN, 2011). Além disso, o nitrato convertido em nitrito também pode reagir com aminas ou amidas ocasionando a formação de nitrosaminas e nitrosamidas, que são substâncias carcinogênicas (BOUCHARD *et al*, 1992 *apud* FREITAS *et al*, 2001).

Neste contexto de crescente preocupação com a qualidade da água destinada ao consumo humano, os agrotóxicos são importantes devido à sua utilização intensiva na agricultura. Apesar da concentração destes compostos ser normalmente baixa em águas superficiais e subterrâneas, estes podem apresentar toxicidade para humanos, e causar sérias doenças como diferentes tipos de câncer; danos ao sistema nervoso e reprodutivo e a outros órgãos; além de anormalidades no desenvolvimento e comportamento, tais como: disfunções hormonais e no sistema imunológico (SILVA E FAY, 2004).

Deste modo, a análise de parâmetros químicos juntamente com a análise da presença dos agrotóxicos é importante na determinação da qualidade da água consumida

por uma dada população. Um cenário mais propício aos esforços de controle da qualidade se dá quando a água é tratada e distribuída por um sistema de abastecimento público, pois estes parâmetros químicos são monitorados continuamente e controlados pelos órgãos públicos, ou por concessionárias privadas. No entanto, quando uma determinada comunidade consome água diretamente de poços, o controle se torna mais difícil e, muitas vezes, estes consumidores não conhecem o risco que a contaminação da água que estão ingerindo pode trazer sobre sua saúde

As áreas rurais, mais especificamente, como no presente caso, o Assentamento Zumbi dos Palmares, localizado na região Norte Fluminense, são exemplos do risco criado pela ingestão de águas sem tratamento. No Zumbi dos Palmares, a renda familiar é garantida principalmente pela produção obtida nos lotes, onde normalmente ocorre o plantio de diferentes culturas agrícolas, e a criação de animais para abastecimento de leite, ovos e carne. Em um número crescente de casos, num esforço para maximizar a produção, os agrotóxicos estão sendo utilizados para erradicar pragas agrícolas e ervas daninhas.

Nesta área dominada por sistemas da agricultura familiar, os habitantes utilizam a água de poços para fins de higiene, limpeza, cozimento de alimentos, e até para consumo direto, sem qualquer tratamento. Em alguns casos em que há um esforço de higienizar a água de consumo, os tratamentos utilizados não condizem com o tipo de contaminação a ser eliminado, pois a fervura, por exemplo, recomendada para eliminação de microorganismos, não elimina os coliformes termotolerantes que estão presentes nas fezes de animais. Em geral, os poços para abastecimento de água dentro dos lotes ficam muito próximos às plantações, e aos locais onde os animais são mantidos. Este cenário é propício para a ocorrência de contaminação dos corpos aquáticos superficiais e do lençol freático por agrotóxicos através da lixiviação da água das chuvas, por via aérea ou subterrânea, e também pela via biológica já que as fezes dos animais podem ser carregadas para o seu interior, tornando assim água imprópria, principalmente para o consumo humano.

Dentro do cenário exposto até aqui, a presente monografia de final de curso visou verificar como a situação da qualidade da água utilizada pelos assentados do Assentamento Zumbi dos Palmares.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Água, um elemento essencial para a vida na Terra

A água é um recurso fundamental para a manutenção da vida na Terra, pois é essencial em diferentes tipos de necessidades, que vão desde as reações fisiológicas, na qual a maioria delas ocorre em ambientes aquosos, até as atividades produtivas como agricultura; a navegação; a geração de energia; e o abastecimento para consumo humano (SPERLING, 1993 *apud* MORAES E JORDÃO, 2002). A água é em tese bastante abundante na Terra, no entanto, cerca de 97% do estoque total se encontra nos oceanos, e apenas 3% se constitui no que conhecemos como água doce. Desta parcela, cerca de 2% se encontram estocadas nas calotas polares, restando apenas 1% para a utilização imediata pela sociedade humana (CAMPOS, 2010). Ainda assim, é preciso considerar que deste 1%, a maior parte está disponível no subsolo (BAIRD e CANN, 2011). Por outro lado, a maioria da água doce disponível para consumo é utilizada na agricultura e indústria, restando apenas 10% para suprir as necessidades dos seres vivos (Figura 1).



Figura 1: Distribuição de água doce (Fonte: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/agua-na-agricultura-t353/124-p0.htm>)

Devido ao uso intensivo da água, a escassez desse recurso já é uma realidade em diversas regiões da Terra, e estima-se que atualmente cerca de 1,3 bilhões de pessoas sofram com a falta de água. O crescimento da população e o alto consumo feito na agricultura e nas atividades industriais influenciam no aumento da velocidade da escassez (BANCO MUNDIAL, 2011; MACHADO, 2003). No caso do Brasil, o nosso país detém

cerca de 8% da reserva mundial de água doce, mas apenas 20% se encontram em regiões onde está localizada a maioria da população brasileira, enquanto que os 80% restantes estão localizados na Amazônia (ASSIS, 1998 *apud* MORAES E JORDÃO, 2002)

A radiação solar destila diariamente grande quantidade da água dos oceanos que retorna à superfície na forma de chuvas formando os rios e lagos, e uma parte penetra nos solos formando os lençóis freáticos. Outra pequena parcela retorna a atmosfera através da evapo-transpiração, que consiste na transpiração da vegetação (Figura 2).

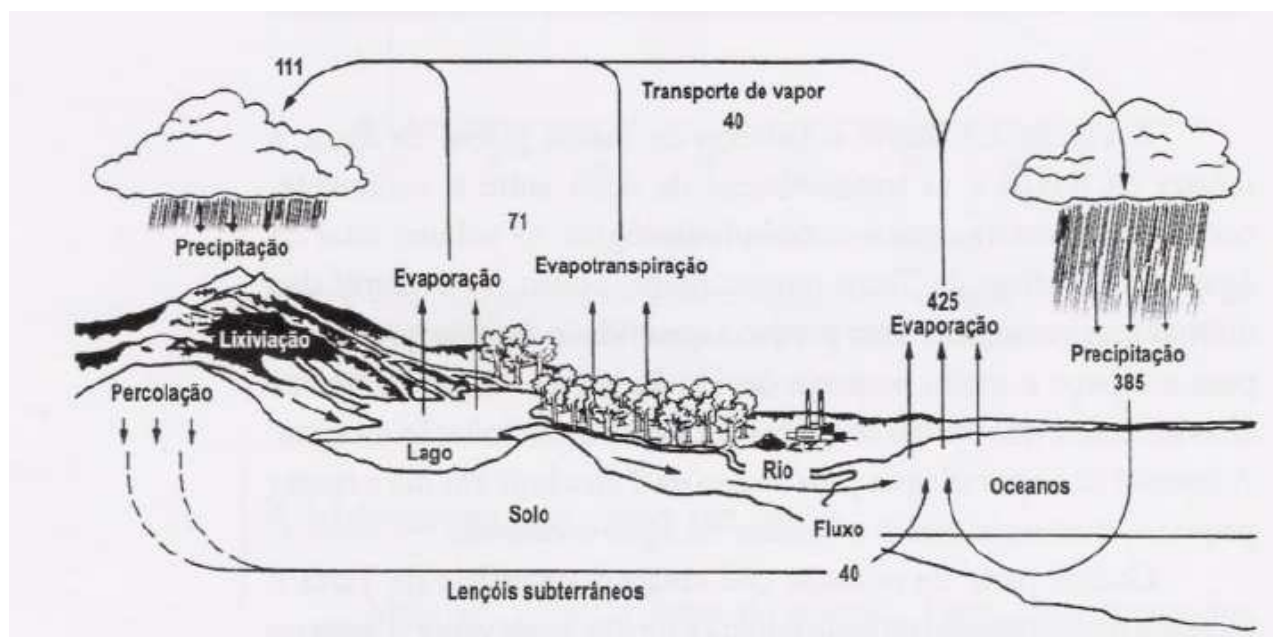


Figura 2: Balanço de massa global de água estimado num ano, para os fluxos e transferências de água entre o continente, o oceano e a atmosfera. Unidade em 1.000 Km³ ano⁻¹. (Fonte: CAMPOS, 2010).

Apesar da água ser em tese, um recurso renovável, a sociedade humana tem consumido e contaminado seus estoques em uma velocidade maior do que podem ser regenerados, ocasionando assim uma crise no abastecimento para a maioria da população (WREGE, 2000 *apud* MORAES E JORDÃO, 2002).

Uma das fontes de água limpa, e ainda livre de contaminação, é a subterrânea que, por ser filtrada pelo solo, constitui um grande reservatório de água de boa qualidade. A Resolução CONAMA 396, que classifica e legisla a qualidade das águas subterrâneas, define estas águas como sendo aquelas que ocorrem naturalmente, ou superficialmente, no subsolo. As águas subterrâneas podem ser classificadas em 6 diferentes classes de acordo com sua qualidade, influência de atividades antrópicas e conseqüentemente, finalidade de uso (BRASIL, 2008) (Tabela 1). As águas de poços rasos construídos na maioria das casas localizadas em áreas rurais se enquadram na classe 3, que inclui

águas que sofreram alteração de sua qualidade por ação antrópica, e que podem ser usadas quando for realizado um tratamento adequado. No entanto, para muitos consumidores, a utilização é feita como se estas águas já fossem tratadas e estivessem prontas para consumo

Tabela 1: Classificação das águas subterrâneas (Resolução CONAMA 396)

Classificação	Especificação
I – Classe Especial	Águas de aquíferos destinadas à preservação de ecossistemas e as que contribuem para trechos de água superficial classificada como classe especial.
II – Classe 1	Águas de aquíferos sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas e que não necessitam de tratamento para qualquer uso devido suas características hidrogeoquímicas naturais.
III – Classe 2	Águas de aquíferos que não sofreram alteração de sua qualidade por atividades antrópicas e que necessitam de tratamento adequado dependendo da finalidade de seu uso devido as suas características hidrogeoquímicas naturais.
IV – Classe 3	Águas de aquíferos que tiveram alteração de sua qualidade por atividades antrópicas que exigem tratamento adequado dependendo da finalidade de seu uso devido as suas características hidrogeoquímicas naturais.
V – Classe 4	Águas que houve alterações de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente podem ser utilizadas, sem tratamento, para uso menos restritivo.
VI – Classe 5	Águas de aquíferos, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não tem requisito de qualidade.

A água para ser considerada potável deve estar dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde, a qual estabelece padrões para a qualidade de água para o consumo humano e, portanto, esta deve se enquadrar dentro dos parâmetros estabelecidos: físicos, químicos, microbiológicos e radioativos, não oferecendo riscos à saúde humana (BRASIL, 2004). Por outro lado, o uso intensivo dos recursos aquáticos gerou uma crescente preocupação com a escassez e a poluição das águas. Este tipo de preocupação tem sido reforçado pelo fato de que está se tornando cada vez mais difícil encontrar águas naturais que estejam dentro dos padrões de potabilidade.

2.2 Poluição das águas

A água transporta vários componentes, inclusive resíduos, para longe dos locais de

sua produção (WHITE E RASMUSSEN, 1996). As fontes antropogênicas que contribuem para a degradação da qualidade das águas podem ser associadas a dois motivos: 1) o fato que a sociedade utiliza os recursos numa velocidade maior que a natureza é capaz de repor, e 2) a geração de compostos residuais numa proporção maior do que os sistemas terrestres são capazes de reintegrar no ciclo de nutrientes, além de introduzir novos compostos xenobióticos tóxicos ao ambiente (MORAES E JORDÃO, 2002).

As principais fontes de poluição de águas doces são: o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento adequado, os efluentes industriais, o processo de desmatamento e agricultura intensiva (AGENDA 21, 1996). Como os corpos de água são destinos finais de vários tipos de contaminação, os poluentes mais comuns são microorganismos, compostos orgânicos e inorgânicos, e alguns metais, inclusive aqueles que são tóxicos (SILVA, 1999). Os contaminantes biológicos costumam ser uma grande preocupação para a saúde pública, pois são patogênicos, causando diversas doenças tais como cólera, diarreia, e hepatite A. No que diz respeito à presença nas águas de elementos essenciais, que são importantes por possuem funções bioquímicas, estes devem estar em concentrações ideais, pois em excesso, podem se tornar contaminantes. No caso dos metais, estes estão presentes livremente no ambiente, podendo ter fontes de origem natural ou antrópica, e são transportados através de diversos mecanismos. As atividades humanas têm influenciado no ciclo biogeoquímico; ao introduzir elementos em concentrações acima do que o ciclo é capaz de integrar, proporcionando um acúmulo que pode ser extremamente tóxico à saúde humana.

A agricultura influencia na inserção de nutrientes e agrotóxicos no ambiente, os quais podem ser carregados para os rios e lagos através das chuvas, ou podem alcançar e contaminar as águas subterrâneas através de processos de lixiviação. As fontes não pontuais de poluição são complexas e difíceis de ser detectadas (SPIRO E STIGLIANI, 2009). No presente estudo será dado ênfase aos agrotóxicos, os quais são de uso corriqueiro na área de estudo, podendo prejudicar a saúde humana, seja por exposição direta na hora da aplicação ou nos locais de estocagem dos produtos utilizados, ou indiretamente através do consumo de água contaminada retirada dos poços superficiais. Dependendo da persistência do agrotóxico no ambiente, estes podem levar um longo tempo para se degradar e, portanto, podem se acumular no ambiente. No caso daquelas substâncias que apresentam alta toxicidade, estas podem influenciar nos processos fisiológicos, trazendo consequências crônicas e, nos casos extremos, levar à morte.

2.3 Parâmetros de qualidade das águas.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é uma ferramenta utilizada no monitoramento ambiental e na avaliação da qualidade de águas para abastecimento público. O IQA é baseado em características físico-químicas e biológicas, as quais devem estar dentro de valores pré-estabelecidos para se inserir em conjunto de categorias. O IQA foi desenvolvido no Brasil, tendo como estudos realizados nos Estados Unidos da América, e incorpora parâmetros considerados importantes, atribuindo pesos específicos, e leva em conta as curvas de variação da qualidade da água (BRASIL, 2005) (Tabela 2).

Tabela 2: Nível de Qualidade

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Sistema de Cálculo da Qualidade da água. Estabelecimento do Índice de Qualidade da Água (IQA). Programa Nacional do Meio Ambiente PNMA II

$$IQA = \prod_{i=0}^y q_i^{w_i}$$

O IQA é calculado utilizando nove variáveis: temperatura da água, pH, Oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez (CAMPOS, 2010). Apesar do IQA ser um cálculo para avaliar a qualidade da água, é importante salientar que este se diferencia de qualidade para o consumo humano, ou seja, de potabilidade. O fato é que o IQA foi criado com o objetivo de avaliar a qualidade das águas interiores dos rios de São Paulo, visando o abastecimento público (SILVA, 2004). Apesar de ser usado para calcular o índice de qualidade da água se baseando nos parâmetros mais importantes, e resumindo todos os parâmetros num único número, o IQA tem como desvantagem a perda de informação das variáveis individuais. Assim, este cálculo não é confiável para o consumo, pois a diferença entre as variáveis pode ser um dado importante em nível de toxicidade.

Desta forma, para avaliar a qualidade das águas e a potabilidade, as legislações

que controlam, estabelecem procedimentos e padrões e classificam a água, são dois órgãos federais: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Ministério da Saúde (MS). No tocante ao IBAMA, as legislações que consideradas para a caracterização da qualidade da água são a Resolução CONAMA 396/2008, que foi criada com o objetivo de classificar e dispor as diretrizes ambientais das águas subterrâneas, e a Resolução CONAMA 357/2005 que classifica corpos de água e dispõe diretrizes ambientais para enquadramento de acordo com a sua classificação. O MS, por sua vez, trata da água que consumimos, através da Portaria 518/2004, que regulamenta o padrão de potabilidade. Estas legislações definem procedimentos e responsabilidades para o enquadramento das águas, determinando valores máximos permitidos para diversos compostos, entre outros parâmetros importantes, para garantir a sua qualidade.

A Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde dá atenção a parâmetros físico-químicos e biológicos, tais como: pH, turbidez, salinidade, carbono orgânico dissolvido, e coliformes totais e termotolerantes. Estes parâmetros são mais constantemente monitorados devido à necessidade de que estejam dentro dos limites aceitáveis, principalmente nas estações de tratamento de água. Outros parâmetros previstos por lei, e que são considerados importantes são as características hedônicas: cor, sabor e odor. A ausência destas características na água é essencial, pois, ao contrário, indica uma água de má qualidade. Entretanto, é importante salientar que muitos tipos de contaminação não influenciam essas características, como por exemplo, a presença de compostos xenobióticos como os agrotóxicos. Estas legislações consideram valores máximos permitidos para estes compostos xenobióticos, devido à sua importância no monitoramento da qualidade da água. Os agrotóxicos são definidos legalmente como sendo compostos sintetizados artificialmente, e que não se assemelham com compostos naturais e não deveriam se apresentar numa concentração maior do que o ambiente pode suportar.

2.4 As diferentes vias da poluição por agrotóxicos

A partir da década de 60 do Século, com a ocorrência da chamada Revolução Verde, começaram a ocorrer mudanças profundas na forma funcionamento dos sistemas agrícolas. Estas mudanças tinham como finalidade aumentar a produção de alimentos, principalmente a partir da utilização de produtos químicos (MOREIRA *et al*, 2002). No Brasil, o consumo desses agentes químicos foi incentivado através de políticas públicas voltadas para o aumento da produtividade agrícola. Passadas um pouco mais de quatro

décadas, o Brasil se tornou o maior consumidor mundial de agrotóxicos (IBAMA, 2009).

Entretanto, um número crescente de estudos mostra que os agricultores não foram devidamente instruídos para a necessidade de que adotassem formas seguras de uso e manuseio de agrotóxicos, o que vem ocasionado um uso indiscriminado, o que contribuiu para ocorrência de sérios problemas de saúde para pessoas envolvidas direta ou indiretamente em seu consumo. Além disso, existem estudos científicos mostrando que a contaminação de trabalhadores rurais por contato com agrotóxicos é um fato rotineiro nas áreas rurais, as brasileiras inclusive (BULL E HATTAWAY, 1986; FERREIRA, 1993; MACHADO NETO, 1990).

A questão da intoxicação humana não é fácil de ser diagnosticada, visto que, dependendo do princípio ativo do produto utilizado, os efeitos colaterais podem surgir apenas depois de repetidas exposições. Assim, a exposição crônica a menores concentrações do princípio ativo de um dado agrotóxico também pode causar problemas à saúde, mas que não são rapidamente percebidos, levando um período de tempo relativamente grande para se manifestar. Entretanto, este tipo de exposição pode causar paralisias e neoplasias (DOMINGUES *et al*, 2004).

Entretanto, a grande utilização de agrotóxicos também aumentou a preocupação com os seus efeitos no ambiente. Como já foi discutido previamente, os agrotóxicos se constituem em fontes de poluição difusa, contaminando os solos, corpos aquáticos próximos e a atmosfera, ainda que em menor escala. Tanto nas águas quanto nos solos, dependendo de sua concentração, os agrotóxicos podem influenciar o equilíbrio ambiental. Em geral, a concentração dos agrotóxicos em ambientes aquáticos é baixa, em parte por causa da baixa solubilidade dos ingredientes ativos em água e devido ao processo de diluição (DORES, 2000). Porém, com a ocorrência de chuvas, a concentração pode aumentar e uma maior quantidade destes compostos pode ser detectada por um determinado período, o que faz com que os estes aumentem o seu potencial de degradação ambiental. O fato é que, mesmo em baixas concentrações, os agrotóxicos podem se acumular nos ambientes aquáticos, enquanto que a fauna pode concentrar até 1000 vezes mais esses compostos, através da bioacumulação ou acumular esses resíduos através da cadeia alimentar, no processo conhecido como biomagnificação (SILVA E FAY, 2004).

A degradação ambiental causada pelos agrotóxicos deve-se também ao fato que o escoamento superficial em monoculturas intensivas tem um alto potencial de arrastar o sedimento superficial para corpos de água próximos, levando também nutrientes e compostos tóxicos para corpos aquáticos. Além disso, as inovações tecnológicas

desenvolvidas para aumentar a eficácia dos agrotóxicos contribuíram para aumentar sua mobilidade no ambiente, aumentando sua capacidade de dispersão, tornando-os mais voláteis, solúveis e com capacidade mais baixa de adesão ao solo (VEIGA *et al.*, 2006). Em função disto, esses produtos sintéticos ficaram cada vez mais tóxicos devido à sua capacidade de dispersão no ambiente. Segundo Tomita e Beyruth (2002), cada agrotóxico possui características próprias e tempo de persistência no ambiente dependendo da sua estrutura. No entanto, agrotóxicos com longo tempo de meia vida (i.e.; tempo de duração de uma molécula sem sofrer degradação no ambiente) são considerados persistentes, e podem se acumular, potencializando assim seus efeitos tóxicos no ambiente.

No que se refere ao processo de retenção dos agrotóxicos nos solos, o principal mesmo de controle é denominada de sorção, e envolve os processos de adsorção, absorção e dessorção. Na prática, a sorção consiste da transferência do princípio ativo de um dado agrotóxico para os solos. Os principais fatores que influenciam na adsorção no solo são o conteúdo de matéria orgânica e a solubilidade do composto em água. Segundo Silva e Fay (2004), adsorção do agrotóxico não iônico geralmente depende diretamente da quantidade de carbono orgânico num dado perfil de solo. Desta forma, o agrotóxico entra em equilíbrio com o sistema água/solo, quando há equilíbrio entre o que está adsorvido no solo e o que está dissolvido na água. A relação de equilíbrio desses dois parâmetros pode ser calculada através do coeficiente de partição linear (K_d), cuja fórmula está expressa abaixo:

$$K_d = \frac{\frac{\text{Massa da molécula orgânica (sorvida)}}{\text{Massa das partículas}}}{\frac{\text{Massa da molécula orgânica (aquosa)}}{\text{Massa da água}}}$$

O valor correspondente ao coeficiente de partição linear admite que o equilíbrio seja atingido instantaneamente, e indica o potencial de lixiviação desses compostos e, assim, a mobilidade de um dado agrotóxico (DORES E DE-LAMONICA, 1999 *apud* SILVA E FAY, 2004). Deste modo, o processo de lixiviação ocorre quando a água das chuvas percola o perfil de solo e carrega os solutos para a sua camada subsuperficial. Um fenômeno adicional ocorre através do escoamento superficial, no qual as águas das chuvas carregam a camada superficial de um dado solo para o interior dos corpos aquáticos. Ambos os processos tem no coeficiente de partição um fator decisivo, pois este explica a taxa de dispersão dos agrotóxicos, e o grau de contaminação dos corpos

aquáticos. Assim, quanto maior for a mobilidade do composto mais fácil este se dispersa pelo ambiente (SILVA E FAY, 2004). Em suma, a utilização de agrotóxicos contribuiu assim para a inserção destes compostos na água afetando diretamente a sua qualidade (SPERLING,1996; LOSI-GUEMBAROVSKI *et al*, 2004; MARQUES *et al*, 2007).

2.5 Agrotóxicos e suas características

Os primeiros agrotóxicos desenvolvidos eram inorgânicos, bastante estáveis e muito persistentes (BAIRD E CANN, 2011). O primeiro composto orgânico sintetizado ainda no Século XIX, e que possuía a capacidade de atuar como inseticida foi o DDT (*para*-diclorodifeniltricloroetano), pertencente à classe dos organoclorados. No entanto, o DDT somente foi produzido em escala industrial na década de 40 do Século XX, inicialmente para combater principalmente as infestações de piolhos e mosquitos transmissores da malária entre as tropas aliadas lutando no Oceano Pacífico. Entretanto, apesar de ter sido amplamente utilizado por causa de sua alta eficácia, os efeitos adversos do DDT sobre a fauna e mesmo seres humanos, associado à necessidade de maximização da produção agrícola, outros compostos orgânicos com ação inseticida, mas menos persistentes nos ambientes, foram sendo paulatinamente desenvolvidos, tais como: os organofosforados, carbamatos e piretróides (SPIRO E STIGLIANI, 2010).

2.5.1 Agrotóxicos Organoclorados

Os inseticidas organoclorados foram os primeiros agrotóxicos sintéticos, e apresentavam ação inseticida eficaz devido às características de estabilidade, baixa solubilidade em água, alta toxicidade para insetos e baixa para seres humanos; além de pouca mobilidade no ambiente. O DDT foi largamente utilizado e sua estrutura é representada na Figura 3.

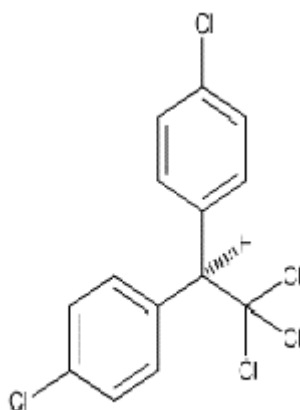


Figura 3: Estrutura do DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano)

Como já aludido anteriormente, o DDT foi muito utilizado durante a Segunda Guerra Mundial, e se mostrou bastante útil no controle da malária, de febre amarela, e de piolho e pulga. Entretanto, o seu uso excessivo resultou num acúmulo no ambiente, causando sérios efeitos negativos nos ecossistemas planetários. Uma análise pioneira das conseqüências deletérias do DDT foi apresentada na obra “Primavera Silenciosa” que foi publicada pela bióloga norte-americana Rachel Carlson em 1962. Nesta obra, Carlson documentou a diminuição de populações de pássaros devido às altas concentrações de DDT em sua dieta. O DDT é atualmente proibido na maioria dos países do mundo, devido principalmente aos seus efeitos ao ambiente e à saúde humana (BAIRD e CANN, 2011).

Um detalhe peculiar dos organoclorados é o fato de apesar de apresentarem baixa toxicidade para os humanos, estes compostos são facilmente absorvidos através da pele, sendo facilmente inaláveis, e podendo ainda ser ingeridos através do consumo de alimentos contaminados. Por exemplo, quando dentro de um dado indivíduo, o DDT atua sobre o sistema nervoso, através de sua influência no equilíbrio de sódio/potássio no interior das células nervosas, podendo causar impulsos nervosos sucessivos (D'AMATO *et al*, 2002). A interferência no metabolismo das células nervosas desencadeia uma série de problemas, que incluem distúrbios sensoriais, da musculatura, de comportamento, além de afetar a respiração (BRASIL, 1996). Além desses distúrbios, os organoclorados também atuam como mimetizadores, ou inibidores de alguns hormônios, desequilibrando a atividade biológica, e, com isto, desencadem uma série de problemas relacionados ao desenvolvimento de fetos em gestantes, influenciando ainda atividades que necessitam de estímulos endócrinos para se realizarem (GUIMARÃES *et al*, 2009).

2.5.2 Inseticidas Organofosforados e Carbamatos

Os agrotóxicos organofosforados surgiram com a finalidade básica de substituir os organoclorados, que eram muito persistentes no ambiente. Estes tipos de compostos se degradam rapidamente. Entretanto, por seu menor tempo de ação, os compostos organofosforados necessitam ter um maior potencial inseticida, causando maiores danos à saúde humana e ao ambiente; apesar de serem pouco persistentes, ficando de 1 a 12 semanas no ambiente (GRIZA *et al*, 2008).

A estrutura dos organofosforados possui um fósforo pentavalente e eles podem ser divididos em três tipos: A, B e C, diferenciados de acordo com o tipo de ligação com o heteroátomo, na qual suas estruturas genéricas estão representadas (BAIRD e CANN, 2011). (Tabela 3)

Tabela 3: Estruturas genéricas para os tipos A, B e C de organofosforados.

Tipos	Estrutura Geral	Exemplo Específico
A (Fosfatos)		
B (fosforotioatos)		
C (Fosforditioatos)		

Com a substituição dos inseticidas organoclorados pelos organofosforados, estes compostos vêm sendo intensivamente usados nas atividades agrícolas (DOMINGUES *et al*, 2004). O mecanismo de ação desta classe de agrotóxicos consiste na inibição irreversível da enzima colinesterase no sistema nervoso de insetos e mamíferos. Assim sendo, os organofosforados interrompem a comunicação feita através das sinapses, se ligando à enzima responsável pela destruição da acetilcolina. Quando a enzima está

bloqueada não ocorre a destruição da acetilcolina, havendo assim um acúmulo de acetilcolina, a qual traz diversos transtornos ao sistema nervoso.

Um organofosforado bastante conhecido e utilizado como inseticida é o paration metílico, que é um inseticida organofosforado do tipo B (Figura 4).

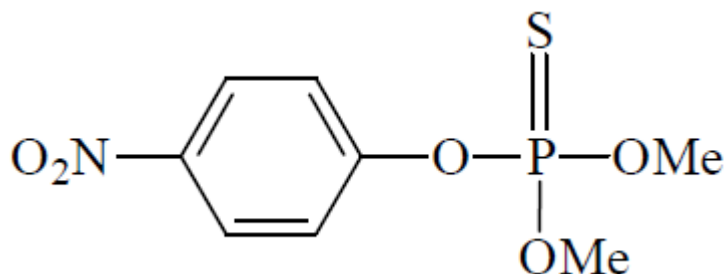


Figura 4: Estrutura do Paration Metílico

O paration metílico possui LDO₅₀ (Dose Oral Letal) = 3 mg/ Kg em rato, consistindo em um agrotóxico bastante tóxico para a saúde humana (BAIRD e CANN, 2011).

Enquanto isto, os carbamatos também tem um mecanismo de ação similar aos compostos organofosforados, e deles se diferenciam pela sua estrutura. Os carbamatos possuem um átomo de carbono no lugar do átomo de fósforo, e são pouco persistentes no ambiente. O carbaril (Figura 5), e que foi analisado no presente estudo, possui LDO₅₀ = 307 mg/ Kg em ratos .

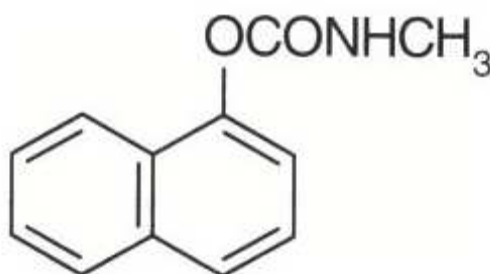


Figura 5: Estrutura do Carbamato Carbaril

É importante notar que o carbaril é pouco tóxico para mamíferos, mas em contrapartida é bastante tóxico para as abelhas melíferas, podendo assim causar um desequilíbrio num ambiente quando usado indiscriminadamente, visto a importância ecológica deste tipo de inseto (BAIRD e CANN, 2011).

Em síntese, os agrotóxicos organofosforados e carbamatos atingem a comunicação do sistema nervoso, havendo ali um acúmulo da acetilcolina, a qual em excesso no causa várias alterações neurocomportamentais, tais como: perda de memória, fraquezas musculares, câimbras, fadiga além de fraqueza na musculatura respiratória

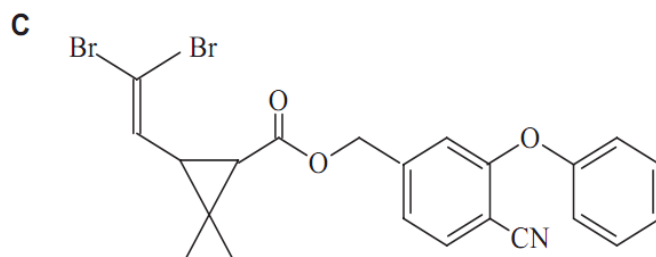
(DIILLE E SMITH, 1964; GERSON E SHAW, 1961; GROP *et al*,1950; METCALF E HOLMES, 1969; DURHAM *et al*, 1965 *apud* COLOSIO *et al*, 2003). Assim sendo, mesmo que o carbaril seja considerado pouco tóxico para os mamíferos, o mesmo também atua na acetilcolinesterase que está presente no seu sistema nervoso

2.5.3 Inseticidas Naturais (Piretróides)

Em função dos problemas associados à introdução no ambiente de compostos xenobióticos, e o conhecimento dos seus efeitos à saúde humana, houve uma intensificação na busca por compostos naturais com ação inseticida. Dentre estes compostos os compostos naturais com alta eficiência no combate os insetos estão os piretróides. O mecanismo de ação dos piretroides consista em paralisar o sistema nervoso de insetos, que é então seguida pela sua morte. Apesar dos piretróides possuírem em sua estrutura, átomos que aumentem sua estabilidade, os mesmos não são muito persistentes no ambiente (SANTOS *et al*, 2007).

Um tipo específico de piretroides, as piretrinas estão sendo usadas desde o tempo de Napoleão Bonaparte para controlar piolhos corporais. O composto original da piretrina foi obtido a partir da planta *Crhysantemum cinerariaefolium*. As piretrinas, e outras espécies de piretróides, têm ação inseticida como autodefesa. Desta forma, esse composto foi utilizado inicialmente como inseticida por exercer um menor efeito tóxico nos seres humanos. Entretanto, os compostos piretróides naturais eram muito voláteis e pouco estáveis (BRASIL,1996).

Em um período mais recente, ocorreu o surgimento dos piretróides sintéticos que foram sintetizados de forma análoga às piretrinas; com a adição de átomos de nitrogênio, enxofre e halogênios nas estruturas, solucionando a pouca estabilidade dos piretroides naturais, ainda que mantendo a sua baixa toxicidade para seres humanos (SANTOS *et al*, 2007). Um dos piretróides mais tóxicos é a deltametrina que está representada abaixo (Figura 6).



Deltametrina

[(S)- α -ciano-3 fenoxibenzil (1R, 3R)-3-(2,2 dibromovinil)-2,2 dimetilciclopropanocarboxilato] – 1 isômero.

Figura 6: Estrutura do inseticida deltametrina

Santos et al (2007) verificaram que, quando em excesso em mamíferos, os compostos piretróides podem ser tóxicos, e sua toxicidade está relacionada à estrutura. Assim, num teste feito em ratos, estes pesquisadores observaram que compostos que possuem o grupo ciano em sua estrutura, como a deltametrina, agem principalmente no sistema nervoso central causando a chamada Síndrome Coreoatetose, na qual se observa várias reações provenientes de distúrbios nervosos. Além disso, como em intoxicações por DDT, os piretróides também apresentam efeitos negativos sobre o equilíbrio sódio/potássio em mamíferos (SANTOS *et al*, 2007).

2.5.4 Herbicidas com outras classificações químicas

Nos plantios é comum a prática de se retirar a vegetação que não é de interesse dos agricultores. Antes do desenvolvimento dos agrotóxicos com finalidade herbicida, o processo de remoção da vegetação indesejada era feito através da capina manual, onde agricultor retirava manualmente as ervas consideradas como daninhas. A partir do desenvolvimento da agricultura segundo os moldes da Revolução Verde surgiram os primeiros herbicidas. Os primeiros compostos com finalidade herbicida eram inorgânicos, e sua ação geralmente se baseava na desidratação das plantas. Entretanto, da mesma forma que muitos inseticidas inorgânicos, os primeiros herbicidas eram altamente persistentes no ambiente (BAIRD e CANN, 2011).

Em função destas limitações iniciais foram identificados herbicidas orgânicos que são atualmente bastante utilizados em função de sua maior seletividade alguns tipos de plantas, e pelo fato de serem menos persistentes no ambiente. Esta nova geração de herbicidas incluem os de tipo fenóxi que são feitos à base de uréia e triazinas.

Os herbicidas do tipo fenóxiácidos são bastante usados para eliminação de ervas

daninhas, e um representante importante deste grupo é o 2,4 D (ácido 2,4-diclorofenóxiacético) (Figura 7).

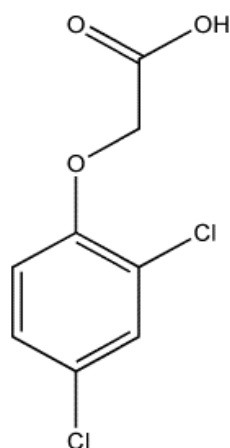


Figura 7: Estrutura do herbicida 2,4 D

No entanto, os compostos derivados de fenoxiácidos geralmente apresentam efeitos maléficos à saúde do homem, e já existem estudos mostrando que exposições crônicas ao 2,4 D podem causar irritações nos olhos, nariz e garganta, além de alterações urinárias, erupções cutâneas e efeitos teratogênicos (TOCCHETTO, 2007).

Outro herbicida amplamente usado nas atividades agrícolas são os compostos derivados da uréia. Um exemplo deste tipo de herbicida é o diuron, (Figura 8).

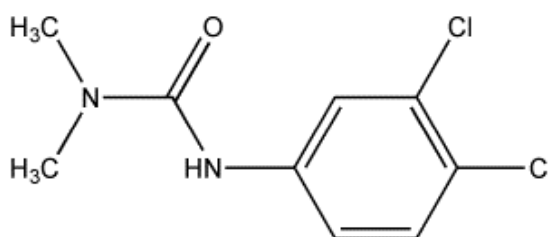


Figura 8: Estrutura do Herbicida Diuron

O Diuron apresenta $LD_{50} = 3.400$ mg/Kg para ratos (TOCCHETTO, 2007). Seu mecanismo de ação consiste na inibição da fotossíntese das plantas alvo.

Já os herbicidas feitos à base de triazinas, assim como os compostos derivados de uréia, têm seu mecanismo de ação baseado na inibição da fotossíntese da vegetação indesejada (VARGAS E ROMAN, 2006). O grupo das triazinas é o mais produzido no mundo, ocupando cerca de 30% do consumo total. Um exemplo de triazina é a ametrina, que é um composto relativamente estável, e que persiste no ambiente por cerca de 20 a 100 dias (Figura 9).

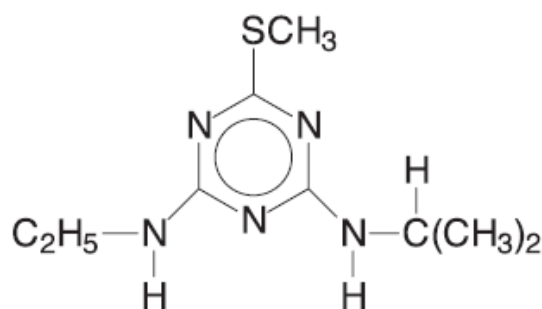


Figura 9: Estrutura do Herbicida Ametrina

Este herbicida pode ser bastante tóxico para os seres humanos, pois as triazinas são desorganizadores endócrinos (CABRAL *et al*, 2003). Um exemplo de herbicida desse tipo, sua fórmula estrutural está representada a seguir na figura 9.

Os agrotóxicos ou compostos xenobióticos influenciam negativamente na saúde humana, causando diversos problemas de saúde além do aumento da incidência de câncer a quem está exposto a esses compostos, além de afetarem outros seres vivos no meio ambiente.

2.6 Pesquisa sobre os Agrotóxicos utilizados no Assentamento Zumbi dos Palmares.

A região Norte Fluminense possui diversos assentamentos de reforma agrária, criados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) a partir de ocupações de terras lideradas pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) a partir de 1997. A partir de estudos realizados pelo grupo de pesquisa do Prof. Marcos Antonio Pedlowski do Laboratório de Estudos do Espaço Antrópico do CCH/UENF, houve uma conjunção de esforços com o Grupo de Química Ambiental liderado pela Profa. Maria Cristina Canela do Laboratório de Ciências Químicas do CCT/UENF. Em função desta parceria, diversos estudos já foram desenvolvidos para determinar as repercussões sociais e ambientais associadas ao uso de agrotóxicos pelos assentados do Zumbi dos Palmares.

Os resultados das pesquisas feitas pelos grupos do LEEA e do LCQUI demonstram que os agricultores utilizam uma grande variedade de agrotóxicos, se que vários deles já foram proibidos pela União Européia e nos EUA, entre outros grandes mercados consumidores. Os agrotóxicos utilizados no Assentamento Zumbi dos Palmares incluem, entre outros, vários compostos organofosforados que são comercializados sob diferentes

marcas comerciais. Entre alguns dos princípios identificados nas pesquisas já feitas está o paration metílico. Outros compostos bastante utilizados são o diuron, a ametrina e o 2,4-D, que aplicados principalmente nas culturas de abacaxi, produto mais cultivado na região.

O presente estudo levou consideração uma pesquisa realizada por Pedlowski e colaboradores (e que gerou um artigo científico que ainda está em fase de análise pelos revisores da revista CROP PROTECTION) Esta pesquisa identificou os principais agrotóxicos usados no assentamento Zumbi dos Palmares (Tabela 4)

Tabela 4: Formulação comercial, ingredientes ativos e grupos químicos por agrotóxicos

Formulação Comercial	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	(n)
Herbicidas			
2-4-D	2,4-D	Ácido carboxílico Fenóxi	07
DMA 806 BR	2,4-D	Ácido carboxílico Fenóxi	01
Herbipak	Ametrina	Triazina	07
Ametrex 500 SC	Ametrina	Triazina	01
Krovar	Bromacyl + Diuron	Uracil + Urea	03
Karmex	Diuron	Urea	03
Herburon	Diuron	Urea	02
Advance	Diuron + Hexazinona	Urea+Triazina	15
Fortex	Diuron + MSMA	Urea +Arsenic	01
Round up	Glifosato	Glicina	37
Glifosato	Glifosato	Glicina	01
Volcane	MSMA	Arsênico	04
Inseticidas			
Sevin 850 SC	Carbaril	Carbamato	01
Decis 25CE	Deltametrina	Piretróide	10
Lebaycid	Fentiona	Organofosforado	01
Tamaron	Metamidofós	Organofosforado	17
Folisupe	Paration Metílico	Organofosforado	19
Folidol 450	Paration Metílico	Organofosforado	03
Bravik	Paration Metílico	Organofosforado	01
Óleo Mineral	Óleo Mineral	Hidrocarbonetos Alifáticos	01
Óleo vegetal	Óleo Vegetal	Óleo	01
Fungicidas			
Ortocide 500	Captana	Ftalamida	17
Manzate	Mancozebe	Ditiocarbamato	03
Cercobin 700 PM	Metil Tiofanato	Benzimidazol	01

Fonte: Pedlowski et al (2011)

As pesquisas já realizadas pelos grupos do LEEA e do LCQUI mostraram que a utilização de agrotóxicos no Assentamento Zumbi dos Palmares faz com que os problemas de contaminação ambiental associados ao consumo de agrotóxicos se tornem possíveis, principalmente no solo e na água. No entanto, como a contaminação da água é um processo multifacetado, o presente estudo foi desenhado para oferecer uma contribuição ao entendimento de que como diferentes fontes de contaminação podem estar afetando a água sendo consumida pelas famílias assentadas no Zumbi dos Palmares.

3. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água dos poços existentes no Assentamento Zumbi dos Palmares (RJ), através da análise de parâmetros físico-químicos e biológicos, bem como identificar a possível presença de agrotóxicos. No tocante à difusão do conhecimento, este estudo incorporou um mecanismo de retorno das

informações geradas sobre a qualidade da água às famílias que participaram do estudo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 O processo de coleta das amostras de água

As amostras de água utilizadas no presente estudo foram coletadas no Assentamento Zumbi dos Palmares, e está localizado nos municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco do Itabapoana, na região norte fluminense. O Zumbi dos Palmares está dividido em 5 núcleos, onde vivem cerca de 506 famílias espalhadas numa área total de 8.500 ha (Figura 10).

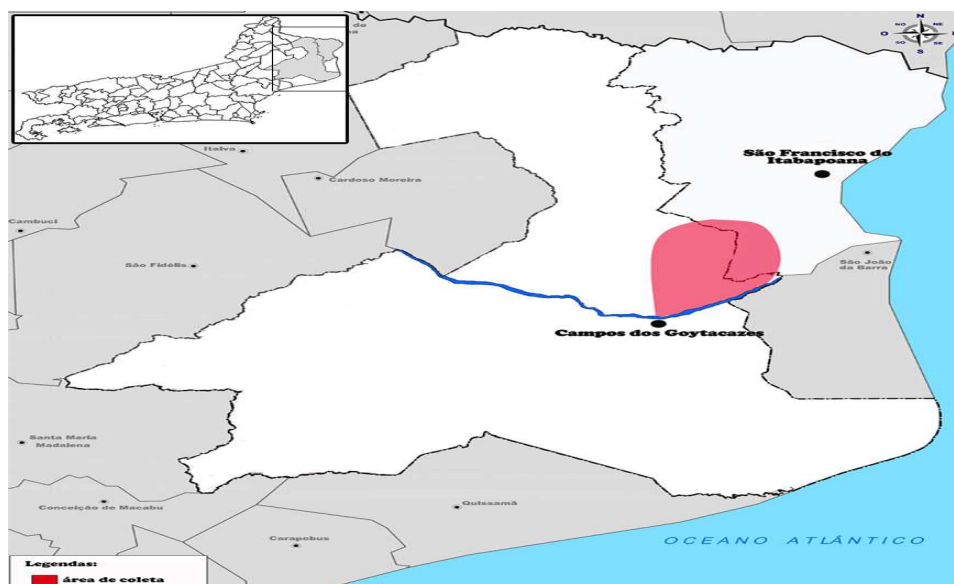


Figura 10: Mapa da região do Assentamento Zumbi dos Palmares

As amostras foram coletadas amostras de forma aleatória nos núcleos 3, 4 e 5 (Figura 11).

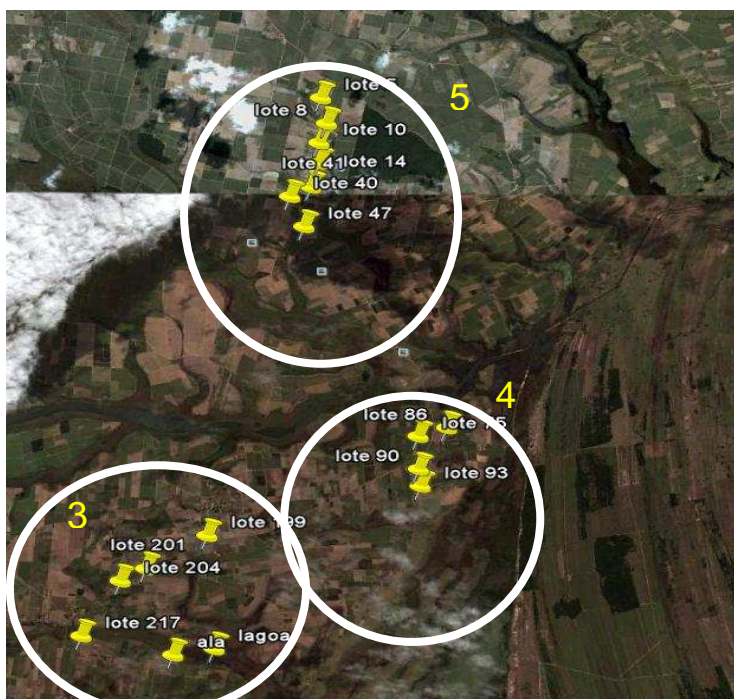


Figura 11: Pontos de coleta nos núcleos 3, 4 e 5 do Assentamento

As coletas ocorreram em dois anos, mas usando os mesmos locais de coleta: em 08/07/2009 foram coletados 7 pontos, e em 26/08/2009 foram coletados 10 pontos. Já em 22/06/2010 e 01/09/2010 foram repetidos os pontos das campanhas anteriores.

No momento da coleta foram utilizados quatro tipos de frascos. O primeiro para análise de COD, Carbono Orgânico Dissolvido, (125 mL) continha 1 mL de ácido ortofosfórico (Synth) para a preservação da amostra. O segundo tipo era de 50 mL para amostras destinadas a análise de nitrato/nitrito. Já com o terceiro foram coletados 3 L de água em frasco de vidro âmbar, destinado para extração e posterior análise em Cromatografia Gasosa acoplada ao Espectrômetro de Massas (CG-EM) e em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). E por último foram utilizados frascos esterilizados de 250 mL cedidos pela Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional (FUNDENOR) para a coletar das amostras destinadas à análise bacteriológica. Todos os frascos, exceto os cedidos pela FUNDENOR, foram lavados em Extram 3% e secos em estufa na temperatura 140 °C.

Durante o trabalho de campo também foram obtidos dados sobre a distância do poço às casas dos assentados, a distância do poço à lavoura mais próxima, a altura do espelho de água no poço, e se a água era retirada direto do poço ou o assentada possuía uma bomba estacionária. As coordenadas geográficas dos lotes incluídos no estudo foram medidas através de um aparelho de GPS da marca (Garmin, 12 channel).

Em todos os pontos foram feitas análises com um aparelho de campo de pH com um pHmêtro (LT Lutron, PH-206 – PH-MV-TEMP-METER). Após a coleta, as amostras foram conservadas em geladeira a 5 °C, exceto as destinadas à análise de nitrato/nitrito, que foram conservadas no freezer. Já as amostras destinadas para a análise de coliformes foram entregues no mesmo dia da coleta no laboratório da FUNDENOR.

4.2 Análise condutimétrica

A análise condutimétrica foi realizada no mesmo dia em que foram coletadas as amostras. As análises foram feitas utilizando um condutivímetro (Bio Cristal, modelo: CA150) e uma célula de condutividade de platina com $k=1$ calibrada com uma solução de KCl de 1412 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C. A medida foi realizada diretamente na amostra.

4.3 Análise de Fosfato Total

A análise de fosfato foi realizada segundo o procedimento do espectrofotométrico descrito no *Standard Methods* (1992). A medida é feita através do método colorimétrico no qual o ácido ascórbico reduz o molibdato de amônio e o antimonil tartarato de potássio em um complexo colorido na presença de fosfato. A absorvância é medida pelo por um espectrofotômetro de UV (Shimadzu, UV-Vis 160 A).

4.4 Análise de COD e nitrato/nitrito

A análise de COD e nitrato/nitrito foi realizada pelo LCA (Laboratório de Ciências Ambientais). Para quantificação de COD foi adicionado 5 μL de HCl 2 mol L^{-1} e medido no aparelho TOC (Shimadzu – 5000) com injetor automático ASI – 5000. As amostras de nitrato/nitrito foram quantificadas num aparelho de cromatografia de íons (Metrohm, 844 UV/VIS Compact IC).

4.5 Análise Bacteriológica

Essa análise foi realizada pela FUNDENOR (Fundação do Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional), através da técnica dos tubos múltiplos.

4.6 Análise dos agrotóxicos por CG-EM e CLAE

4.6.1 CG-EM

A primeira etapa para o preparo das amostras para injeção no CG-EM foi a filtração de 2 L de amostra, na qual 1 L foi destinada para a extração líquido-líquido para análise por CG-EM e 500 mL que foi destinada para a extração em fase sólida para análise por CLAE. As amostras foram filtradas num sistema de filtração à vácuo, com filtro de fibra de vidro GF/C Sartorius. Após essa etapa, foi utilizada a extração líquido-líquido de 1 L de amostra com 30 mL de acetato de etila (Tédia, grau pesticida) dividida em três alíquotas. A fase orgânica foi concentrada até cerca de 1 mL no rota evaporador e terminou-se de evaporar em argônio até a secura, acrescentando-se 1 mL de acetato de etila para injeção no massas.

As condições cromatográficas estão apresentadas na tabela 5. O agrotóxico Paration metílico foi analisado por CG-EM. As amostras, assim como os padrões para a curva de calibração foram injetados em um volume de 1 μ L.

Tabela 5: Condições cromatográficas para o CG-EM

Parâmetros			
Características da coluna	DB-5, 50 m x 0,20mm		
Modo	Split		
Gás de arraste	Hélio		
Temperatura do injetor	225°C		
Temperatura da coluna	100°C		
Temperatura da fonte de íons	200°C		
Fluxo total	33,0		
Razão de Split	16,3		
Método	SIM (do inglês <i>Selective Ion Monitoring</i>)		
Íons selecionados	263, 125 e 109		
Rampa de aquecimento	Razão	Temperatura	Tempo de espera
	-	100	4,00
	6,00	280	3,00
	10,00	290	2,00

4.6.2 CLAE

As amostras para análise por CLAE foram extraídas passando 500 mL de amostra filtrada por uma coluna de extração em fase sólida (C18-Supelco de 6 mL e 1000 mg). Esta coluna foi acondicionada com solventes de diferentes polaridades: acetato de etila (3 mL), metanol (5 mL) e metanol/água deionizada (3 mL/3 mL). Todos os solventes usados são da marca Tedia (grau pesticida). Após a passagem da amostra, a coluna foi eluída com 5 mL de acetonitrila (Tedia, grau pesticida). Evaporou-se em argônio até a seca e acrescentou-se 1 mL de acetonitrila.

O aparelho de CLAE usado foi o de modelo (Shimadzu-SCL10A, SPD-M10A, LC10AT e DGU-12A) com detector UV (Ultravioleta) e uma coluna de fase reversa (Regis,731901 Val-U-Pak HP). As fases móveis utilizadas foram as seguintes: a) solução de ácido fosfórico 3% e b) Acetonitrila. Tanto os padrões quanto as amostras foram injetadas em um volume 20 µL. Todos os parâmetros para análise e quantificação foram usados segundo VIGNA (2006).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físico químicas e bacteriológicas das águas coletadas no Assentamento Zumbi dos Palmares

Os resultados obtidos com relação as características físico-químicas das águas estão apresentados abaixo:

5.1.1 Análises de pH e condutividade

Os resultados das análises de pH, condutividade, assim como a localização dos pontos onde foram coletadas as amostras no Assentamento Zumbi dos Palmares estão apresentados nas tabelas 6 e 7. Todos os parâmetros utilizados para avaliação da qualidade da água foram comparados com a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, a fim de verificar se a água está dentro dos padrões de potabilidade. Os dados também foram comparados com a Resolução CONAMA 357/2005 para avaliação da utilização de água para as atividades humanas e a Resolução CONAMA 396/2008 para a qualidade de águas subterrâneas.

Tabela 6: Resultado das análises de condutividade e pH em 2009 e 2010.

Lote (2009)	Posicionamento Geográfico	pH	Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	Lote (2010)	pH	Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)
5	S21° 32,735' W41° 12,721'	3,75	298	5	3,88	324
5 (tanque)	S21° 32,735' W41° 12,721'	6,03	352	NC	NC	NC
8	S21° 32,993' W41° 12,661'	3,79	364	8	4,18	323
10	S21° 33,192' W41° 12,717'	3,71	311	10	3,80	344
14	S21° 33,397' W41° 12,709'	3,91	386	14	4,55	306
41	S21° 33,643' W41° 12,768'	4,43	352	41	4,10	322
40	S21° 33,745' W41° 12,943'	3,88	338	NC	NC	NL
47	S21°34,047' W41° 1,810'	4,61	552	47	4,20	-
204	S21°37,712' W41°14,227'	4,26	411	204	3,88	344
201	S21°35,79' W41°14,014'	5,51	322	201	5,04	441
199	S21°037,221' W041°113,504'	4,55	690	199	4,86	1174
90	S21°36,478' W041°11,722'	4,59	242	90	5,24	240
93	S21°36,651' W41°11,699'	4,39	980	93	4,26	1578
86	S21°36,049' N041°11,500'	4,28	1610	NC	NC	NC
75	S21° 36,144' W041°11,740	4,36	331	75	4,75	358
Lagoa	S21° 38,373' W041°13,393	8,03	347	Lagoa	6,62	313
Ala	S21° 38,449' W41° 13,743'	5,05	982	NC	NC	NC
217	S21° 38,285' W041°14,537	4,44	1237	NC	NC	NC

NC – Não Coletado em 2010.

Durante as repetições das campanhas, alguns pontos não foram coletados devido ao estado precário das estradas dentro do assentamento e, em função disto, não foi possível chegar a todos os locais amostrados anteriormente. No entanto, para superar esta dificuldade, outros pontos que não haviam sido coletados anteriormente foram

incluídos na amostra. Estes novos pontos foram considerados importantes, pois um deles tratava-se de uma lagoa existente próximo ao lote de um agricultor que plantou em uma área próxima do corpo aquático (Lote 41), o qual o assentado também pescava e captava água para atividades domésticas. Outra amostra adicional foi coletada do cantil de um agricultor (Lote 49). Este agricultor consumia essa água julgando que a mesma seria de boa qualidade em função de suas características hedônicas (cor, odor e sabor), além de distribuí-la para outros moradores, e finalmente, também foram acrescentados os lotes 13 e 214 (Tabela 7).

Tabela 7: Resultados dos pontos acrescentados em 2010.

Lote	Posicionamento Geográfico	pH	Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)
13	S21°33.256 W41°12.765'	3,89	381
41 (lagoa)	S21° 33.647' W41°12.768'	7,26	885
59	-	4,90	675
214	-	5,08	1253

A composição da água está em equilíbrio com diversos componentes como íons, compostos orgânicos, micro- e macro-nutrientes, os quais influenciam suas características físico-químicas e biológicas. A medida de pH é a quantidade de íons H^+ presentes na água, e a acidez geralmente está relacionada com a concentração de gás carbônico dissolvido e a baixa alcalinidade (SPIRO E STGLIANI, 2009). O pH ácido pode resultar da presença de metais como ferro e alumínio, os quais normalmente diminuem o pH das águas. Um pH muito ácido aumenta a solubilidade de alguns metais, inclusive de metais tóxicos, além de tornar a água corrosiva, dependendo da finalidade do seu uso (CETESB, 2001).

A análise de pH nas amostras coletadas mostrou valores majoritariamente na faixa entre 3,0 a 5,5, na maioria dos casos, exceto nas águas superficiais (tanque e lagos). Nesses ambientes aquáticos, o pH estava dentro do esperado (CONAMA 357/2005). De acordo com a Portaria 518 do MS que regulamenta o padrão de potabilidade, os valores

de pH devem estar entre 6,0 a 9,5 para que as águas de poços possam consideradas potáveis. A maioria das amostras analisadas se mostraram com pH abaixo dessa faixa e, portanto, podem ser como sendo impróprias para o consumo humano. As águas de poços da região estudada já são conhecidas como águas que possuem uma acidez elevada (Souza Junior et al, 2002), Os valores de pH encontrados neste estudo variavam de 2,9 a 7,8, com um valor médio de pH de 4,2. É importante frisar que no trabalho realizado por Silva (2006) foram obtidos valores similares, o que indica a consistência dos valores encontrados

A condutividade é uma medida indireta da quantidade de sais presentes em uma coluna d'água ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Os sais dissolvidos proporcionam a capacidade de conduzir corrente elétrica e aumentam proporcionalmente com a temperatura. A condutividade também se constitui em uma medida direta da concentração de poluentes, e segundo a CETESB (2001), um valor maior do que $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ indicaria um ambiente impactado.

Neste estudo, todas as amostras analisadas apresentaram valores superiores a $100 \mu\text{S}/\text{cm}$. Este resultado indica que todas as amostras não estavam de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo CETESB. Por outro lado, dado que a quantidade de sais presente nas águas está relacionada com sua composição química e com as características geológicas do solo. Assim sendo, por se tratar de uma região próxima ao litoral, os resultados obtidos não necessariamente implicam no fato de que estas águas estaria sendo impactadas por poluentes, mas que os resultados encontradas refletiriam as características próprias da área de estudo. Por outro lado, as águas coletadas em alguns poços apresentaram valores muito altos de salinidade, e, portanto, podem ser consideradas impróprias para o consumo. Uma outra explicação para a alta salinidade das águas do poços seria a baixa taxa de reposição de suas água, o que seria agravado pelo fato do consumo ser maior do que as suas taxas de recarga

5.1.2 Análises de COD, Fosfato total e Nitrato/nitrito

Abaixo são apresentados os resultados obtidos nas análises de COD, Fosfato total e nitrato em relação à massa de nitrogênio (Tabelas 8 e 9), sendo que o nitrito foi detectado apenas na amostra coletada no lote 14 no ano de 2010 com o valor de 0,01310 (mg/L em N).

Tabela 8: Resultado das análises de COD, Nitrato e Fósforo Total

Lotes (2009)	COD (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg/L em N)	Lotes (2010)	COD (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg/L em N)
5	6,26	0,048	NA	5	4,14	0,037	4,92
5(tanque)	12,14	0,048	NA	NC	NC	NC	NC
8	16,53	0,047	NA	8	12,64	0,043	5,47
10	11,29	0,053	NA	10	3,41	0,044	9,25
14	6,79	0,048	NA	14	5,22	0,037	6,25
41	20,10	0,047	NA	41	8,02	0,045	12,30
40	14,87	0,052	NA	NC	NC	NC	NC
47	6,00	0,054	NA	47	5,22	0,050	5,83
204	4,89	0,048	NA	204	5,75	0,033	3,09
201	3,73	0,046	NA	201	1,17	0,025	0,093
199	3,45	0,045	NA	199	4,22	0,029	8,97
90	5,83	0,046	NA	90	8,70	0,026	4,44
93	8,60	0,057	NA	93	4,73	0,027	3,09
86	6,13	0,049	NA	NC	NC	NC	NC
75	42,73	0,063	NA	75	3,66	0,025	6,01
Lagoa	7,05	0,080	NA	Lagoa	6,56	0,032	0,011
ALA	2,87	0,062	NA	NC	NC	NC	NC
217	15,85	0,082	NA	NC	NC	NC	NC

NC – Não Coletada em 2010; NA – Não Analisada

Tabela 9: Resultado das análises de COD, Nitrato e Fósforo Total para os pontos que foram acrescentados em 2010.

Amostra (2010)	COD (mg/L)	Fosforo total (mg/L)	Nitrato (mg/L em N)
41 (lagoa)	5,29	0,031	0,043
59	-	-	2,18
93	5,16	0,037	7,94
214	5,11	0,049	1,10

A determinação de COD é importante para a avaliação da quantidade de matéria orgânica presente na água. Esse parâmetro deve ser analisado para determinar se a matéria orgânica é oriunda da degradação biológica, o que indicaria a presença de coliformes totais e fecais, ou se resulta da degradação de agrotóxicos, ou ainda de algum outro tipo de contaminante orgânico. A alta concentração de COD pode representar um risco, sendo precursor da formação de trihalometanos, compostos orgânicos combinados com cloro, extremamente tóxicos para a saúde humana (BAIRD e CANN, 2011). A Resolução CONAMA 357 indica que para águas doces, destinado ao abastecimento para o consumo humano após tratamento simplificado, é permitido a presença de até 3 mg/L de COD. Entretanto, nas amostras analisadas, quase todas apresentaram valores que ultrapassaram esse limite, exceto a amostra coletada no lote 201 no ano de 2009. Para COD, a Portaria 518 do MS não traz nenhuma informação, exatamente porque o ideal é que a concentração de COD seja a menor possível. Assim, o que se observa é que estas águas podem estar contaminadas tanto por microorganismos, quanto por outros compostos xenobióticos.

A análise de fosfato é importante, pois sua presença em altas concentrações na água pode ser originada de produto de degradação de organofosforados e de resíduos de fertilizantes, ou ainda de matéria orgânica. Em pequenas concentrações o fosfato pode ter como fonte o próprio solo, dado que este elemento está presente em vários sais minerais. O fosfato pode ainda ser encontrado na forma de fosfato orgânico, compondo as moléculas orgânicas, na forma de polifosfato, menos importante, pois se transforma rapidamente em ortofosfato, consistindo em radicais que se combinam a cátions para formar sais (CETESB, 2009).

A análise do fosfato se torna importante também, pois na forma de ortofosfatos,

conhecido como um macro-nutriente essencial para o desenvolvimento biológico, o fosfato facilita o crescimento de microorganismos (CETESB, 2001). A Resolução CONAMA 357 indica que a concentração máxima de fosfato permitida em ambientes lênticos deve ser de até 0,020 mg/L na forma de fósforo. Todas as amostras ultrapassaram esse limite. Inferiu-se que houve uma redução dos valores do mesmo nas campanhas realizadas em 2010, em relação ao ano anterior.

O nitrogênio é um nutriente importante nos processos biológicos e juntamente com o fosfato e matéria orgânica se constitui em um meio rico para o desenvolvimento de microorganismos. As fontes de nitrogênio podem ser esgotos domésticos, a biofixação através das algas e bactérias incorporando esse nutriente na forma orgânica na química da água; além dos processos de percolação de nutrientes através do solo (CETESB, 2009). A análise de nitrogênio na forma de nitrato/nitrito é um parâmetro cada vez mais exigido e importante, pois em altas concentrações este elemento pode ser tóxico à saúde humana. De forma geral, o nitrito é mais difícil de ser encontrado no ambiente, pois é rapidamente convertido em nitrato pelas bactérias e, assim, está mais presente em ambientes anaeróbicos (ANA, 2002). A única amostra que apresentou uma concentração detectável de nitrito ($\text{NO}_2^- = 0,013 \text{ mg.L}^{-1}$ em N) está dentro dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 e a Portaria 518 do MS, que considera o nitrato/nitrito como substância química que oferece riscos à saúde humana e determina que o valor de nitrito seja menor que $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Concentrações de nitrato foram detectadas em todas as amostras, mas somente uma ultrapassou o limite estabelecido pela Portaria 518 do MS ou pela Resolução CONAMA 357. De acordo com a legislação, os valores de nitrato devem ser menores que $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$ para nitrato. A amostra do lote 41 que foi coletada em 2010 apresentou $\text{NO}_3^- = 12,30 \text{ mg.L}^{-1}$ e, portanto, não está própria para o consumo humano. É importante notar que os valores de nitrato podem ter variado em função de uma taxa maior lixiviação devido a um volume maior de chuvas no ano de 2010.

5.1.3 Análises bacteriológicas e Turbidez

As Tabelas 10 e 11 apresentam os resultados das análises bacteriológicas e de turbidez para as quatro campanhas.

Tabela 10: Resultados das análises bacteriológicas em 2009 e 2010.

Amostra (2009)	Coliformes Totais (UFC**)	Coliformes Fecais (UFC)	Turbidez (UT*)	Amostra (2010)	Coliformes Totais (UFC)	Coliformes Fecais (UFC)	Turbidez (UT)
Lagoa	2400	110	27,5	Lagoa	SR	SR	SR
ALA	95	0	7,26	NC	NC	NC	NC
5	5	0	0,57	5	920	280	0,66
5 (tanque)	1600	1600	6,49	NC	NC	NC	NC
8	2400	920	0,46	8	218	8	0,94
10	350	0	0,67	10	79	0	1,11
14	2400	110	0,37	14	220	47	1,81
40	531	2	0,85	NC	NC	NC	NC
41	540	0	0,77	41	27	0	0,88
47	23	0	3,47	47	49	0	1,43
75	2400	540	1,26	75	49	5	1,79
86	0	0	0,61	NC	NC	NC	NC
90	920	17	1,39	90	1600	0	1,05
93	2	0	0,55	93	0	0	0,97
199	0	0	1,05	199	0	0	0,71
201	0	0	1,30	201	0	0	1,29
204	920	280	1,90	204	2400	5	0,66
217	540	5	0,60	NC	NC	NC	NC

* - Unidade de Turbidez; ** - Unidades Formadoras de Colônias; NC – Não coletadas em 2010

Tabela 11: Resultados das amostras acrescentadas nas campanhas em 2010

Amostra (2010)	Coliformes Totais (UFC)	Coliformes Fecais (UFC)	Turbidez (UT)
41	2400	22	7,57
59	13	0	1,81
93	130	79	0,82
214	2400	28	9,21

A água é um meio excelente para o desenvolvimento de microorganismos. O grupo de bactérias do tipo coliformes é constituído pelos gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Os coliformes fecais são os principais indicadores biológicos de contaminação por microorganismos patogênicos (CETESB, 2009). Estas bactérias são resistentes à temperatura, e o valor de 44,5°C é considerado ótimo para o seu desenvolvimento. Os coliformes fecais são bactérias gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas, e quando presentes em corpos de águas indicam contaminação biológica. As doenças comuns em seres humanos e que estão relacionadas a este tipo de contaminação aquática são febre tifóide, cólera, febre paratífóide e desintéria.

A Portaria 518 do MS determina que os coliformes totais e fecais devem estar ausentes nas amostras destinadas para o consumo humano. Portanto, para as amostradas coletadas em 2009 somente os lotes 201, 199 e 86 estão dentro dos limites estabelecidos, enquanto que em 2010 somente as amostras coletadas nos lotes 93, 199 e 201 estão dentro dos limites estabelecidos pela Portaria 518. É importante frisar que o lote 201 não apresentou contaminação durante tanto em 2009 como em 2010, bem como o lote 199 que também apresentou ausência de coliformes totais e fecais nos dois anos estudados.

A amostra de água acrescentada na campanha de 2010, e que era utilizada para consumo direto (Lote 59) apresentou 13 UFC de coliformes totais. Assim sendo, esta amostra, como as demais na qual houve a presença de coliformes totais ou fecais, não está própria para o consumo humano. Também foram observados altos valores de coliformes nos pontos coletados em açudes ou lagoas como no lote 5 (tanque) (1.600 UFC), Lagoa (2.400 UFC), ALA (95 UFC) e lagoa presente no lote 41 (2.400 UFC). Estes

altos valores são provavelmente devido ao fato de que estes ambientes aquáticos apresentam maior quantidade de nutrientes que favorecem o desenvolvimento destes microorganismos. Por outro lado, os altos valores obtidos para amostras coletadas em poços rasos pode estar refletindo a ocorrência de contaminação causada por fezes de animais que ficam próximos ao poço ou próximos de fossas, ou ainda, fossas mal construídas que permitem a percolação nos solos em direção ao lençol freático, mesmo que estejam em pontos distantes do local onde se detecta a contaminação.

5.2 As análises dos agrotóxicos

5.2.1 Análise dos agrotóxicos por CG-EM

Na análise dos agrotóxicos por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas foi analisado o paration metílico no método SIM (Monitoramento de íon selecionado). Duas curvas de calibração foram geradas: uma para concentrações menores e outra para as maiores concentrações, de acordo com a figura 12.

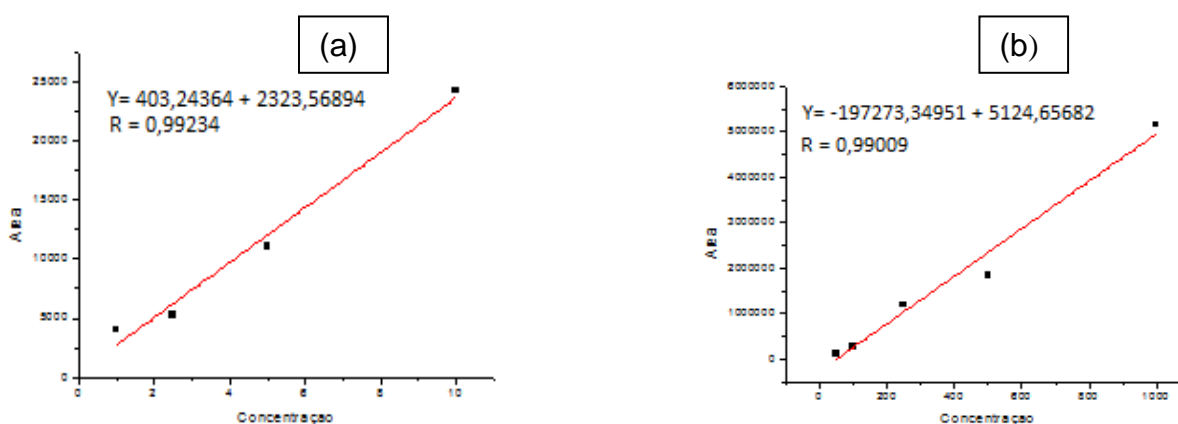


Figura 12: Curvas de Calibração para Paration Metílico. a) Curva de calibração obtida para as concentrações de 1 a 10 µg L⁻¹. b) Curva de Calibração obtida para as concentrações de 20 a 1000 µg L⁻¹.

O limite de quantificação é de 0,5 ng.L⁻¹ em água foi obtido com base baseando-se na menor concentração detectável no aparelho a partir do volum extraído da amostra original. Os valores foram divididos em duas curvas para atenuar o coeficiente angular. Um branco foi feito a partir do uso de água deionizada, repetindo todos os processos de extração e não foi encontrado nenhum composto que pudesse indicar contaminação. A partir destas curvas foram calculadas as concentrações e obtidos os resultados experimentais (Tabela 12).

Tabela 12: Resultados obtidos na análise por CG-EM

Lote (2009)	P.M (ng/L)	Lote (2010)	P.M (ng/L)
5	<0,5	5	<0,5
5(tanque)	<0,5	NC	NC
8	2,18	8	nd
10	3,52	10	nd
14	<0,5	14	nd
41	2,19	41	<0,5
40	<0,5	NC	NC
204	<0,5	204	<0,5
201	<0,5	201	5,41
199	<0,5	199	3130
90	<0,5	90	165,9
93	<0,5	93	135,0
86	1,90	NC	NC
75	nd	75	2,02
Lagoa	<0,5	Lagoa	<0,5
ALA	<0,5	NC	NC
217	<0,5	NC	NC

NC – Não coletada em 2010; nd – Não detectada; < 0,5 – Detectada, porém abaixo do limite de quantificação; **amostras que ultrapassaram o limite da Resolução CONAMA 396.**

Os lotes que foram acrescentados no ano de 2010 não apresentaram resultados quantificáveis e, portanto não foram mencionados na Tabela 12.

Como citado anteriormente, os compostos organofosforados são considerados tóxicos, e principalmente o paration metílico que se encontra proibido na União Europeia e em outros países do mundo. No entanto, a utilização de organofosforados na região

estudada pode ser uma indicação de que este composto esteja contaminando as águas dos corpos aquáticos e aquelas consumidas pelos assentados, sendo assim uma ameaça a saúde humana e ao ambiente.

A Portaria 518 do MS apenas cita a questão da inibição da acetilcolinesterase para compostos organofosforados. Segundo esta Portaria, a avaliação de carbamatos e organofosforados na água é recomendada através da determinação da inibição da enzima acetilcolinesterase. O valor máximo permitido na Portaria 518 para sua inibição é 15% ou 20%. Essa análise foi realizada em um trabalho paralelo (VIDAL, 2011), na qual foram utilizadas as mesmas amostras e campanhas para análise de organofosforados e carbamatos através do método da inibição da acetilcolinesterase (Método Ellman). Os resultados obtidos por Vidal (2011) estão de acordo com os resultados obtidos neste estudo, especificamente para as concentrações mais altas de paration metílico que foram encontradas nas amostras analisadas por CG-EM.

A Resolução CONAMA 357 apresenta um limite de 40 ng/L para o paration metílico, porém, nas amostras de águas superficiais coletadas neste estudo, este composto não foi encontrado acima do limite legal. A Resolução CONAMA 396 embora apresente limites aceitáveis para vários agrotóxicos, dentre eles vários organofosforados, tampouco faz menção ao paration metílico. No entanto, é importante frisar que foi possível detectar a presença de paration metílico nas águas coletadas nos poços mais próximos às áreas de plantio. O paration metílico foi detectado em maiores concentrações, especialmente em três amostras coletadas na campanha de 2010. Uma hipótese para este comportamento do paration metílico de que o ano de 2010 foi mais chuvoso, o que pode aumentar o processo de lixiviação associado ao transporte propiciado pelas águas das chuvas, que terminaram carreando maiores concentrações deste composto para o interior dos corpos aquáticos e para o lençol freático.

5.2.2 Análise de agrotóxicos por CLAE

Na análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência foram analisados os agrotóxicos: Carbaril (carbamato) e Diuron (herbicida derivado da uréia). Abaixo estão as curvas obtidas para quantificação das amostras (Figura 13). O limite de quantificação foi obtido através da menor concentração detectável (0,25 ng/L).

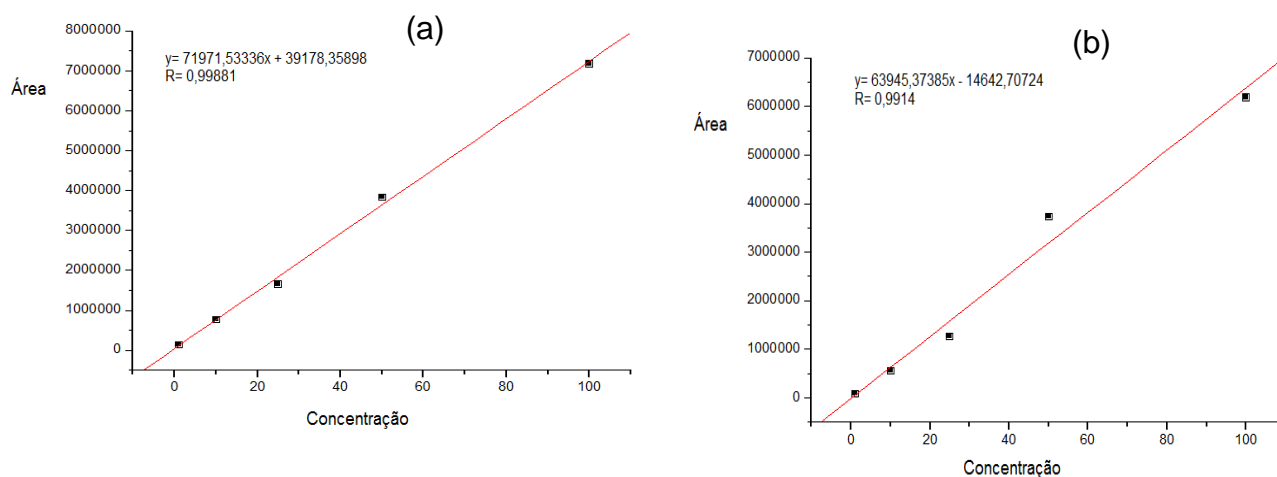


Figura 13: Curvas de Calibração. a) Carbaril. b) Diuron.

Obtidas as curvas de calibração foram injetadas as amostras e os resultados estão apresentados na tabela 13.

Tabela 13: Resultados da análise de CLAE:

Lote	Carbaril (ng.L ⁻¹)	Diuron (ng.L ⁻¹)
5 (açude)	n.d.	3,65
14	6,18	n.d.
41	<0,25	n.d.
40	<0,25	n.d.
201	3,60	2,13
199	<0,25	n.d.
90	40,4	n.d.
93	<0,25	n.d.
Lagoa	n.d.	<0,25
217	1,18	n.d.

<0,25 – abaixo do limite de quantificação; n.d. - não detectado

Os resultados apresentados na tabela 13 mostraram a presença dos agrotóxicos carbaril e diuron nas amostras do ano de 2009. No ano de 2010 e nas demais amostras não foram detectados nenhum dos agrotóxicos analisados por CLAE. Por outro lado, foi possível observar que o Diuron foi detectado em águas superficiais, enquanto que o carbaril não foi o foi. As legislações consideradas no presente estudo não apresentamlimites máximos para estes dois agrotóxicos. No entanto, é importante ressaltar que, como já mencionado, ambos causar doenças.

Finalmente, na análise da determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase a amostra coletada no Lote 90 chamou a atenção por apresentar uma alta atividade (VIDAL, 2011). Entretanto, na análise por CG-EM não se mostrou significativa em 2009.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de abastecimento de água das zonas rurais são precários e na maioria das vezes, como no Assentamento Zumbi dos Palmares nem existe, sendo necessária uma avaliação da qualidade da água que essas famílias consomem. Outro fator importante é o risco de contaminação dessas águas, seja de poços rasos ou artificiais, por agrotóxicos. Por isso, esse estudo se mostrou necessário e importante, pois deveria haver um monitoramento periódico, devido ao elevado grau de toxicidade da água em contato com as famílias e com a degradação ambiental. Nos resultados foi detectada uma série de problemas associados aos parâmetros físico-químicos e biológicos, na qual foi possível concluir que nenhuma das amostras analisadas está dentro de todos os parâmetros estabelecidos pelas legislações abordadas nesse estudo e, portanto não estão próprias para o consumo humano. Em alguns casos é possível realizar tratamentos de acordo com a finalidade do uso da água, seja para recreação, dessedentação de animais, entre outras atividades comuns às famílias.

Os resultados de cada parâmetro analisado foram distribuídos para as famílias tomarem consciência da qualidade da água de seus poços. Também foram explicados alguns tratamentos que poderiam ser realizados para diminuir os danos à saúde e viabilizar a utilização da água para algumas atividades (Anexo 1).

Quanto à presença de agrotóxicos foi detectado paration metílico na maioria das amostras, e a maioria se enquadraram nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, porém apresentaram inibição da acetilcolinesterase o que significa que alguns dos poços analisados estão comprometidos para o consumo. O carbaril e o diuron foram detectados apenas nas campanhas de 2009, apenas em alguns poços e lagos em concentrações baixas, exceto pela amostra do lote 90 que apresentou altas concentrações para o agrotóxico carbaril.

Os resultados deste trabalho mostram o aparecimento de vários compostos xenobióticos nas águas devido a contaminação através da agricultura, mesmo em pequenas propriedades. O fato destes compostos nem sempre estarem na legislação vigente não significa que não tenham importância toxicológica. Na realidade, os mesmos fazem parte dos chamados “candidatos a contaminantes”, denominação dada pela EPA (United State Environmental Protection Agency) àqueles compostos que devem ser avaliados por estarem presentes em águas potáveis e poderem ser ameaça de riscos para a saúde humana.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 21. Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. *Água em Rev: Suplemento das Águas*; 1996. p.14-33.
- ANA – Agência Nacional de Águas – Águas Subterrâneas, Superintendência de Informações Hidrológicas, Brasília, 2002.
- ANVISA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Anvisa divulga resultado do monitoramento de agrotóxico em alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/DIVULGA/NOTICIA_S/2007/300407.htm>. Acesso em: 02/05/2011.
- ASSIS J. C. Água sob medida. *Agroanalysis* 1998;18:83-8 *apud* MORAES, S. D. L. E JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, v.36, n.3, p- 370-374, 2002.
- BAIRD, C. e Cann, M. *Química Ambiental*. 4º. Ed. Porto Alegre: Bookman, 844p., 2011.
- BANCO MUNDIAL, 2011
<http://economia.ig.com.br/brasil+esta+ficando+velho+antes+de+ficar+rico+diz+banco+mundial/n1300031919498.html> . Acessado em 01/05/2011.
- BERTI, A. P.; DÜSMAN, E.; SOARES, L. C.E GRASSI, L. E. A. Efeitos da contaminação do meio ambiente aquático por óleos e agrotóxicos. **Sabios: Rev. Saúde e Biol.**, v. 4, n. 1, p. 45-51, 2009.
- BOUCHARD, D. C.; WILLIAMS, M. D. & SURAMPALLI, R. Y., 1992. Nitrate contamination of ground water sources and potential health effects. **Journal of the American Water Works Association**, v.84, p.85-90 *apud* FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. DE. Importância da análise da água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad. Saúde Pública* vol.17 no.3 P. 651-660, 2001.
- BRASIL - Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Departamento Técnico - Normativo. Divisão de Meio Ambiente e Ecologia Humana. Organização Pan-Americana de Saúde: *Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos*, Brasília, 1996.
- BRASIL- Ministério da Saúde, Portaria 518/04, Brasília, 2004.
- BRASIL - CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, nº 357, Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- BRASIL - CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, nº 396, Ministério do Meio Ambiente, 2008.

- BULL C, HATTAWAY D. *Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo*. Petrópolis: Vozes; 1986
- CABRAL, M. F.; SOUZA, D.; ALVES, C. R.; MACHADO, S. A. S. Estudo do comportamento eletroquímico do herbicida ametrina utilizando a técnica voltametria de onda quadrada. **Eclética Química**, v. 28, n.2, 2003.
- CAMPOS, M. L. A. M. *Introdução à Biogeoquímica de Ambientes Aquáticos*. São Paulo: Átomo, 2010. 209p.
- CARSON, R. L. *Silent Spring*. 1962. Boston: Houghton Mifflin *apud* BAIRD, C. e Cann, M. *Química Ambiental*. 4^o. Ed. Porto Alegre: Bookman, 844p. 2011.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Estado de Meio Ambiente, Variáveis de qualidade da água, 2001.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Estado de Meio Ambiente, Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo, Série de Relatórios, 2009.
- COLOSIO, C.; TIRAMANI, M.; MARONI, M. Neurobiological Effects of Pesticides: State of the Art. **NeuroToxicology**, v. 24, p. 577–591, 2003.
- D' AMATO, C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT (Dicloro difenil tricloroetano): Toxicidade e contaminação ambiental. Uma revisão. **Quím. Nova** v.25 n.6, P. 995-1002,2002.
- DILLE, J. R.; SMITH, P. W. Central nervous system effects of chronic exposure to organophosphate insecticides. **Aerosp Med**; v.35, p. 325–34, 1964. *Apud* COLOSIO, C.; TIRAMANI, M.; MARONI, M. Neurobiological Effects of Pesticides: State of the Art. **NeuroToxicology**, v.24, p. 577–591, 2003.
- DOMINGUES, M. R.; BERNARDI, M. R.; ONO, E. Y. S. E ONO, M. A. Agrotóxicos: Risco à saúde do trabalhador rural. *Semana: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 25, p. 45-54, jan./dez. 2004.
- DORES, E. F. G. De C.; FREIRE, E. M. De L. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para o consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – análise preliminar. **Quím. Nova** v..24, n.1p. 27-36, 2001.
- DORES, E. F. G. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por agrotóxicos: vias de contaminação e dinâmica dos agrotóxicos no ambiente aquático. **Pesticidas Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 9, 1-18, 1999.
- DURHAM W. F.; WOLFE H. R.; QUINBY G. E. Organophosphorous insecticides and mental alertness. **Arch Environ Health**, v.10, p.55–66 1965. *Apud* COLOSIO, C.; TIRAMANI, M.; MARONI, M. Neurobiological Effects of Pesticides: State of the Art. **NeuroToxicology**, v.24, p. 577–591, 2003.
- FERREIRA, H. S. Pesticidas no Brasil: impactos ambiental e possíveis conseqüências de

sua interação com a desnutrição humana. **Rev Bras Saúde Ocup** 1993;80:51-60

GERSON, S.; SHAW, F. B. Psychiatric sequelae of chronic exposure to organophosphorous insecticides. *Lancet* 1961;1:1371-4 *apud* COLOSIO, C.; TIRAMANI, M.; MARONI, M. Neurobiological Effects of Pesticides: **State of the Art NeuroToxicology** 24 (2003) 577-591.

GRAYMORE, M.; STAGNITTI, F. E ALLINSON, G., 2001 - Impacts of atrazine in aquatic ecosystems. *Environ. Int.* 26 (78): 483 - 95. 2007 cap. 4 p. 32 a 73 *apud* SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente) disponível em: <http://www.sudema.pb.gov.br/artigo.php?id=31052007020104> acessado em 02/05/2011.

GRIZA, F. T.; ORTIZ, K. S.; GEREMIAS, D.; THIESEN, F.V. Avaliação da contaminação por organofosforados em águas superficiais no município de Rondinha - Rio Grande do Sul. **Quím. Nova** vol.31 no.7, p. 1631-1635 São Paulo 2008.

GROB, D.; GARLICK, W. L.; HARVEY, A. M. The toxic effect in man of parathion (p-nitrophenyl diethyl thiofosfate). *Bull Johns Hopkins Hosp* 1950;87:106-29 *apud* COLOSIO, C.; TIRAMANI, M.; MARONI, M. Neurobiological Effects of Pesticides: **State of the Art NeuroToxicology** 24 (2003) 577-591.

GUIMARÃES, R. M.; ASMUS, C. I. R. F.; COELI, C. M. E MEYER, A. Janelas Críticas para o Sistema Endócrino-Reprodutor: Utilização de Períodos Fisiológicos para a mensuração de Risco à Saúde Humana por Exposição à Organoclorados. **Cad. Saúde Colet.**, 17 (2): 375 - 390, 2009.

INSTITUTO BARSILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, Produtos Agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil – Uma abordagem Ambiental, 2009.

KARR JR. Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. Disponível em, <http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1941848.pdf?acceptTC=true> . Acesso em: 20 de abril de 2011.

LOSI-GUEMBAROVSKI, R.; SANTOS, F. V.; DIAS, F. L.; FREDERICO, R. G.; CÓLUS, I. M. S.; **Food Chem. Toxicol.** 2004, 42, 1245.

MACHADO, C. J. S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. **Ambiente & Sociedade**. Vol. VI nº. 2 p.121-136. 2003.

MACHADO NETO J. G. Quantificação e controle da exposição dérmica de aplicadores de agrotóxicos em culturas estaqueadas de tomate, na região de Cravinhos-SP [Tese]. Jaboticabal(SP): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da UNESP; 1990.

MANUAL DE VIGILÂNCIA DA SAÚDE DE POPULAÇÕES EXPOSTAS A

AGROTÓXICOS, OPAS/ OMS – Brasília, 1996.

MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; PIRES, M. A. F.; **Quim. Nova** 2007, 30, 1171

MERTEN G. H. E MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: Um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v.3, n.4, p. 33-38 2002.

METCALF D. R.; HOMES J. H. E. E. G. psychological, and neurological alterations in humans with organophosphorous exposure. *Ann NY Acad Sci* 1969;160:357–65 *apud* COLOSIO, C.; TIRAMANI, M.; MARONI, M. Neurobiological Effects of Pesticides: **State of the Art NeuroToxicology** 24 (2003) 577–591.

MORAES, S. D. L. E JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, 36(3), 370-4, Mar, 2002.

MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S.; MEYER, A.; SILVA, J. J. O.; SARCINELLI, P. N.; BATISTA, D. F.; EGLER, M.; FARIA, M. V. C.; ARAÚJO, A. J.; KUBOTA, A. H.; SOARES, M. DE O.; ALVES, S. R.; MOURA, C. M. E CURI, R. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, Rj. **Ciênc. saúde coletiva** vol.7 no.2 p.299-311, 2002.

OMS (Organisation Mondiale De La Santé); *Critères d' Hygiene de l'Environnement. DDT et ses Derivés.* Grande Bretagne, 1982, vol. 9 *apud* D'Amato, C.; TORRES, J. P. M. E MALM, O. DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano): Toxicidade e Contaminação Ambiental – Uma Revisão. **Quím. Nova** vol.25 no.6 p.995-1002 . 2002.

PRIMEL, E. G. Aplicação de extração em Fase Sólida e Técnicas Cromatográficas para a Determinação de Herbicidas em Águas de Superfície e Acompanhamento da Degradação a Campo e no Laboratório, Tese de Doutorado, UFSM, Santa Maria, RS, 2003.170p. *Apud* MARTINS, M. L. Determinação de Pesticidas e Compostos Relacionados em Água de Superfície e Efluente Industrial Empregando Extração em Fase Sólida e Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas, Dissertação de Mestrado, UFSM, Santa Maria, RS, 2004. 144p.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides – Uma Visão Geral. **Alim. Nutr.**, Araraquara ISSN 0103-4235 v.18, n.3, p. 339-349, jul./set. 2007.

SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F. Agrotóxicos e Ambiente – EMBRAPA. 1ª ed. Brasília, DF, 2004.

SILVA, G. S. Avaliação do Estado de Degradação e Capacidade de Suporte da Bacia do Rio Itibaia – Região de Campinas/Paulínia – SP. 2004. 155p. Tese de Doutorado – UNICAMP. Campinas – SP, 2004.

- SILVA, I. L. A. DA. Monitoração de Pesticidas em Ambientes de Intensa Atividade Agrícola na Região Norte Fluminense. UENF, Campos dos Goytacazes/RJ, 2006.
- SILVA, R. C. A. Qualidade Bacteriológica e Físico-química do Manancial Subterrâneo de Feira de Santana – BA. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (1999).
- SPERLING E.V. Considerações sobre a saúde de ambientes aquáticos. *Bio* 1993;2(3):53-6 *apud* MORAES, S. D. L. E JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, 36(3), 370-4, Mar, 2002.
- SOUZA JUNIOR, J. L.; ALVES, M. G.; ALMEIDA, R. M. R.; MORAIS, O “Estudos Preliminares sobre a qualidade das águas subterrâneas no município de São Francisco do Itabapoana-RJ”, XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2002.
- SPERLING, M. V.; *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*, 2ª ed., Universidade Federal de Minas Gerais: Belo Horizonte, 1996, 452p. vol. 1
- SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. (2008) *Química Ambiental*. Trad. Sod a direção de BAZITO R. C.; FREIRE R. S. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 334 p.
- TOCHETTO, M. Herbicidas. Disponível em: <http://marta.tocchetto.com/site/?q=taxonomy/term/3>. Acessado em: 18/05/2010.
- TOMITA RY, BEYRUTH Z. Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático. *Biológico* 2002; 64:135-42.
- VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas: Conceitos, Origem e Evolução. EMBRAPA – Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Documentos online (2006) – acessado em 01/05/2011 disponível em: www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do58.pdf.
- VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E. E FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do sudeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública** vol.22 no.11.p. 2391-2399 2006.
- VIGNA, C. R. M.; MORAIS, L. S. R.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C.S.F. Poly (methyloctylsiloxane) immobilized on silica as a sorbent for solid-phase extraction of some pesticides. **Journal of Chromatography A**, 1114 (2006) 211–215.
- VIDAL, S. DA P. Determinação da inibição da acetilcolinesterase nas águas de poços superficiais no Assentamento Zumbi dos Palmares por agrotóxicos organofosforados. UENF, Campos dos Goytacazes/RJ, 2006.
- WHITE PA, RASMUSSEN JB. The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters. **Mutat Res** 1998;410:223-36.
- WREGGE M. A ética da água. *InformANDES* 2000;(96):12 *apud* MORAES, S. D. L. E JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, 36(3), 370-4, Mar, 2002.

ANEXO



Análises de Águas de Poços do Assentamento Zumbi dos Palmares
Grupo de Pesquisa em Química Ambiental



Ponto coletado: Lote 75

Resultados das análises

Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	331
Fosfato (mg/L)	0,063
COD (carbono orgânico dissolvido) (mg/L)	42,73
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	540
Coliformes totais (NMP/100 mL)	2400
pH	4,05
Turbidez	1,26
Pesticidas encontrados	-

Resultado final: Água imprópria para o consumo humano.

Possui alta concentração de matéria orgânica, pH levemente ácido e alta concentração coliformes

Recomendações: Deve ser fervida por 15 minutos, filtrada e adicionado o hipoclorito de sódio.

Vermelho – Fora dos parâmetros da Portaria 518 e CONAMA 357



Financiamento:

Apoio:

Comissão Pastoral da Terra