



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

**ALAN DÉL CARLOS GOMES CHAVES**

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS USADAS NA**  
**IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS EM COMUNIDADES RURAIS NO**  
**MUNICÍPIO DE POMBAL/PB**

**POMBAL-PB**  
**2014**

ALAN DÉL CARLOS GOMES CHAVES

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS USADAS NA  
IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS EM COMUNIDADES RURAIS NO  
MUNICÍPIO DE POMBAL/PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindústrias, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Sistemas Agroindústrias – Linha de Pesquisa: Gestão e Tecnologia Ambiental em Sistemas Agroindustriais.

Orientador (es): Prof<sup>o</sup>. Dr. Sc. Manoel Moisés F. de Queiroz

Prof<sup>a</sup>. Dra. Sc. Aline Costa Ferreira

Prof<sup>a</sup>. Dra. Sc. Samara Sibelle Vieira Alves

POMBAL-PB

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL  
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG

DIS  
C512c

Chaves, Alan Dél Carlos Gomes.

Caracterização das águas subterrâneas usadas na irrigação de hortaliças em comunidades rurais no município de Pombal/PB / Alan Dél Carlos Gomes Chaves. - Pombal, 2014.

74fls.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Aline Costa Ferreira; Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Manoel Moisés F. de Queiroz; Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Samara Sibelle Vieira Alves".

Referências.

1. Qualidade da Água. 2. Irrigação de Hortaliças. I. Ferreira, Aline Costa. II. Queiroz, Manoel Moisés F. de. III. Alves, Samara Sibelle Vieira. IV. Título.

UFCG/CCTA

CDU 628.1+631.67+635.1/.8

ALAN DÉL CARLOS GOMES CHAVES

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS USADAS NA  
IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS EM COMUNIDADES RURAIS DO  
MUNICÍPIO DE POMBAL/PB**

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profº. Dr. Sc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz**  
**Orientador (UFCG/CCTA/UACTA)**

---

**Profº. Dr. Sc. Patrício Borges Maracajá**  
**Examinador Interno (UFCG/CCTA/UAGRA)**

---

**Profª. Dra. Sc. Aline Costa Ferreira**  
**Orientadora (UFCG/CCTA/UAGRA)**

---

**Profª. Dra. Sc. Samara Sibelle Vieira Alves**  
**Orientadora (UFCG/CCTA/UAGRA)**

---

**Prof. Dr. Sc. Ednaldo Barbosa Pereira Júnior**  
**Examinador Externo (IFPB/SOUSA)**

## DEDICATÓRIA

*À Deus todo poderoso, pela oportunidade de viver esta experiência impar na minha vida e por me dar força e sabedoria para finalizar este trabalho. Aos meus pais Maria de Fátima e Valdimiro, pelo incentivo, amor e compreensão. Aos meus irmãos Mona Lisa, Antônio Neto, Klécia e Rafaella, pela amizade e cumplicidade.*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por seu grande amor infinito, que deu seu próprio filho para ser crucificado por mim, como prova do seu amor, e pelo dom da inteligência e sua presença constante em minha vida.

A minha família, que sempre contribuiu para a minha educação.

À Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, e o Programa de Pós Graduação em Sistemas Agroindústrias - PPGSA pela oportunidade realização do mestrado;

Aos agricultores das Comunidades Várzea Comprida e Bezerra, em especial a Glauciene e sua família, que forneceu informações necessárias ao trabalho, para que a parte experimental deste trabalho fosse realizada nas comunidades. Obrigado pelo carinho e amizade.

Aos professores Dr. Manoel Moisés F. Queiroz, Dr. Patrício Borges Maracajá e Dra. Aline Ferreira e Dra. Samara Sibelle Vieira Alves pela orientação deste trabalho, ensinamentos, compreensão, amizade e companheirismo.

À banca avaliadora Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá (UFCG/CCTA) e Professor Dr. Ednaldo Barbosa Pereira Junior (IFPB/SOUSA), pela colaboração na orientação de pontos específicos e pelas sugestões apresentadas para a melhoria da dissertação.

A todos os professores da UFCG/CCTA, pelos ensinamentos a mim transmitidos.

A minha turma de mestrado pelos momentos ímpares de descontração e alegria juntas proporcionadas.

Aos amigos do grupo de oração Oráculo do Senhor da Renovação Carismática Católica de Condado-PB, pela oração e apoio durante a realização deste trabalho.

Obrigado de coração a todos que me acolheu aqui em Pombal, lugar que aprendi a amar.

Aos amigos pelo apoio incondicional neste trabalho, pelo companheirismo e carinho ao longo dessa jornada. De uma forma especial gostaria de agradecer ao Assis Clemente e Dona Eunilda, Vitoria Celestino, Ricardo Ricelli, Diego Crispim, Aline Ferreira, Angleib Rocha, Cristiane, Cleide Toscano, Andreza Fernandes, Josivan Almeida, Francisco Rodrigues, Diógenes Queiroz, Junior Lima, Caio Paixão, Diassis, Sebastião Claudio, Sueli Viana, Mara Celiany, Gilvanda Formiga, Elza Santos, Adriano e Marcia, Oriel e os amigos do CVT- Centro Vocacional Tecnológico na pessoa de Alfredina pela amizade e ajuda constante na realização deste trabalho, a eles agradeço com todo carinho.

A todos meus colegas da UFCG e do curso de Engenharia Ambiental pelo convívio e amizade, em especial Ricardo Ricelli Pereira de Almeida, Diêgo Crispim, Daniel Jackson, Luiz Joaquim, Gilliano e José Vieira de Sousa e demais colegas.

**OBRIGADO!**

Há pessoas que desejam saber só por saber, e isso é curiosidade; outras, para alcançarem fama, e isso é vaidade; outras, para enriquecerem com a sua ciência, e isso é um negócio torpe; outras, para serem edificadas, e isso é prudência; outras, para edificarem os outros, e isso é caridade.

*Santo Agostinho*

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	i
LISTA DE QUADROS .....	ii
LISTA DE SIGLAS .....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	iv
RESUMO .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	18
2.1 Objetivos Geral .....	18
2.2. Objetivos Específicos .....	18
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
3.1. Água .....	19
3.2. Qualidade da água .....	20
3.3. Poluição e contaminação de mananciais .....	21
3.4. Água subterrânea .....	22
3.5. Agrotóxicos .....	23
3.6. Agrotóxicos X Legislação Brasileira .....	25
3.7. A Irrigação .....	26
3.8. Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu .....	30
3.9. Desenvolvimento sustentável como elemento de convivência local .....	32
3.9.1. Desenvolvimento sustentável .....	32
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	33
4.1. Aspectos gerais .....	33
4.1.1. Etapa 1 .....	33
4.1.1.1. Reconhecimento da área .....	33
4.1.2. Etapa 2 .....	33
4.1.2.1. Identificação dos produtores e levantamento dos poços existentes na localidade .....	33
4.1.3. Etapa 3 .....	34
4.1.3.1. Escolha dos pontos de monitoramento .....	34
4.1.4. Etapa 4 .....	34
4.1.4.1. Monitoramento das águas subterrâneas .....	34
4.2. Localização da área de Estudo .....	35
4.3. Caracterização da bacia hidrográfica e das Fontes Hídricas estudadas .....	36
4.5. Coleta das Amostras das Águas .....	39
4.6. Vazão (Q) .....	41



4.7. Valores de pH das Águas de poços.....	43
4.8. Temperatura do Ar e da Água.....	43
4.9. Oxigênio Dissolvido (OD).....	44
4.10. Turbidez.....	45
4.12. Análises físico-químicas.....	46
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
5.1. Análise descritiva dos dados.....	48
5.2. Análise descritivas dos dados das Análises químicas .....	59
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>68</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Diretrizes para interpretação da qualidade da água para irrigação, conforme Ayres e Westcot (1999).....	31
<b>Tabela 2.</b> Valores para água de Classe 1 segundo Resolução nº 375/05 do CONAMA.....	41
<b>Tabela 3.</b> Variação do O <sub>2</sub> dissolvido em relação à temperatura.....	45
<b>Tabela 4.</b> Medição da Cor dos poços da Comunidade Bezerra - Pombal/PB.....	46
<b>Tabela 5.</b> Medição da Cor dos poços da Comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras-Pombal/PB.....	46

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Localização geográfica dos poços da Comunidade Bezerro/Pombal-PB.....	38
<b>Quadro 2:</b> Localização geográfica dos poços da Comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras/Pombal-PB.....	39
<b>Quadro 3:</b> Vazão (Q) dos poços da Comunidade Bezerro/Pombal-PB.....	43
<b>Quadro 4:</b> Vazão (Q) dos poços da Comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras Pombal/PB.....	43

**LISTA DE SIGLAS**

**AESA** - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

**ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

**CONAMA** - Conselho nacional do meio ambiente

**IBAMA** - Instituto brasileiro meio ambiente

**IBGE** - Instituto brasileiro geografia estatística

**MAPA** - Ministério agricultura pecuária abastecimento

**pH** - potencial hidrogênionico

**UTM** - (Universal Transversa de Mercator).

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Transporte e destino dos agrotóxicos.....	25
<b>Figura 2.</b> Sistema de irrigação por aspersão.....	28
<b>Figura 3.</b> Sistema de irrigação por aspersão hidráulica.....	28
<b>Figura 4.</b> Sistema de irrigação por gotejamento.....	29
<b>Figura 5.</b> Sistema de irrigação por micro aspersão.....	29
<b>Figura 6:</b> Sistema localizado com emissor do tipo Microjet.....	29
<b>Figura 7:</b> Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu.....	32
<b>Figura 8:</b> Poço tubular: saída da bomba.....	36
<b>Figura 9.</b> Localização do município de estudo.....	36
<b>Figura 10:</b> saída da bomba protegida com coberta.....	37
<b>Figura 11:</b> saída da bomba sem cobertura.....	37
<b>Figura 12:</b> Rio do Peixe no período da seca 11/13.....	38
<b>Figura 13:</b> Rio Piranhas no período da chuva.....	38
<b>Figura 14:</b> CYPERPOUR 15 – antiparasitário animal.....	39
<b>Figura 15:</b> Lixo lançado a céu aberto.....	39
<b>Figura 16:</b> Culturas cultivadas.....	40
<b>Figura 17:</b> Garrafa usada para coleta de água.....	40
<b>Figura 18:</b> Ficha de anotação de campo.....	41
<b>Figura 19:</b> Amostras das águas para análise.....	41
<b>Figura 20:</b> Balde volumétrico.....	42
<b>Figura 21:</b> Medição de volume.....	42
<b>Figura 22 –</b> pH das águas dos poços da comunidade Bezerro e rio Piranhas.....	49
<b>Figura 23 –</b> pH da água dos poços da comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras .....	50
<b>Figura 24 –</b> Condutividade elétrica da água nos poços da comunidade de Bezerro e o rio Piranhas.....	52

<b>Figura 25</b> – Condutividade elétrica da água nos poços da comunidade de Várzea Comprida dos Oliveiras.....	53
<b>Figura 26</b> – Turbidez das águas dos poços de Bezerro e rio Piranhas.....	54
<b>Figura 27</b> – Turbidez das águas dos poços da Várzea Comprida dos Oliveiras .....	55
<b>Figura 28:</b> Oxigênio dissolvido nas águas dos poços da comunidade Bezerro e o rio Piranhas.....	56
<b>Figura 29:</b> Oxigênio dissolvido nas águas dos poços da comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras.....	57
<b>Figura 30:</b> Temperatura da água dos poços da comunidade Bezerro e o rio Piranhas .....	58
<b>Figura 31:</b> Temperatura da água dos poços da comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras.....	59
<b>Figura 32:</b> Concentrações dos principais sais encontrados nos poços da comunidade Bezerro e Várzea comprida dos Oliveiras.....	64

## CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS USADAS NA IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS EM COMUNIDADES RURAIS NO MUNICÍPIO DE POMBAL/PB

### RESUMO

A agricultura intensiva desenvolvida apresenta diferentes impactos ambientais na qualidade da água. É necessário, portanto, o monitoramento de diversos indicadores de qualidade e entre eles a avaliação de resíduos de agrotóxicos. O trabalho tem como objetivo estudar a qualidade da água subterrânea usada na irrigação para a produção de hortaliças localizada na Comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerro no Município de Pombal/PB, considerando seu uso para irrigação. Foi desenvolvido no município de Pombal/PB, por meio de visitas feitas nas comunidades Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerro que trabalham com a produção de hortaliças irrigadas com água subterrânea de poços tubulares na região, foram coletadas 19 amostras de água e analisadas *in loco* e encaminhada ao laboratório de análises de solo e água (IFPB/Sousa). Houve uma redução da condutividade elétrica das águas a partir de fevereiro, período marcado pelo início das chuvas, demonstrando o efeito da água da chuva na diluição dos sais. O Rio Piranhas apresentou maiores valores de Turbidez a partir de Fevereiro, pois as chuvas nesse período conseguem revolver os materiais depositados no fundo do rio e arrastar os que estão no leito do rio. Dois sais foram estudados, o bicarbonato foi o íon que apresentou os maiores valores nas águas, com poços 4, 6 e 10 apresentando 11,3, 10,34 e 10,42  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ . Cloreto e o Sódio apresentaram resultados variando de 0,4 a 2,7  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  e 0,2 e 3,68  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  respectivamente, não causando preocupação para o uso na irrigação, levando em consideração um manejo de irrigação eficiente. A relação adsorção de sódio apresentou os maiores valores nos poços 4 (2,67  $\text{mg L}^{-1}$ ) e 13 (2,6  $\text{mg L}^{-1}$ ).

**Palavras chaves:** Qualidade da água, poços tubulares cloreto e bicarbonato de sódio e monitoramento.

***CHARACTERIZATION OF GROUND WATER IRRIGATION USED IN  
VEGETABLES IN RURAL COMMUNITIES THE MUNICIPALITY OF  
POMBAL/PB***

***ABSTRACT***

The intensive agriculture developed has different environmental impacts on water quality. It is therefore necessary to monitor several quality indicators and including the assessment of pesticide residues. The work aims to study the quality of groundwater used for irrigation for vegetable production located in the Community of Lowland Long Calf Olives and the City of Pombal / PB, considering its use for irrigation. Was developed in the municipality of Pombal / PB, through visits in the communities of Long Lowland Olive Calf and working with the production of vegetables irrigated with groundwater from wells in the region, 19 water samples were collected and analyzed in situ and referred to the analysis of soil and water (IFPB / Sousa) laboratory. A reduction in the electrical conductivity of the water since February, a period marked by the onset of the rains, demonstrating the effect of rainwater dilution of salts. The Piranhas River showed higher turbidity from February, as rains in this period can revolve the materials deposited on the river bottom and drag those in the riverbed. Two salts were studied, bicarbonate ion was showed the highest values in water, wells 4, 6 and 10 showing 11.3, 10.34 and 10.42 mmol L<sup>-1</sup>. Sodium chloride and the presented results ranging from 0.4 to 2.7 mmol L<sup>-1</sup> and 0.2 and 3.68 mmol L<sup>-1</sup>, respectively, causing no concern for use in irrigation, taking into account a management efficient irrigation . The sodium adsorption ratio showed the highest values in four wells (2.67 mg L<sup>-1</sup>) and 13 (2.6 mg L<sup>-1</sup>).

**Key words:** Water Quality, wells tubular, chloride and sodium bicarbonate and monitoring.



## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os recursos naturais fundamentais, a água é o que possui maior destaque, pois sua disponibilidade e acesso são necessários a todo tipo de vida no planeta, bem como para a maioria dos meios de produção (SARDINHA et al.,2008).

As três categorias principais de uso da água são as agrícola, industrial e doméstico; destacando-se o setor agrícola como o maior usuário na maioria dos países em desenvolvimento. Estima-se que nesses países a irrigação utiliza 70% de toda a água retirada de rios, lagos e mananciais subterrâneos (PRUSKI et al.,2004).

A agricultura intensiva desenvolvida apresenta diferentes impactos ambientais na qualidade da água. É necessário, portanto, o monitoramento de diversos indicadores de qualidade e entre eles a avaliação de resíduos de agrotóxicos.

A maioria dos contaminantes químicos presentes em águas subterrâneas e superficiais está relacionada às fontes industriais e agrícolas. A variedade é enorme, com destaque para os agrotóxicos, compostos orgânicos voláteis e metais (HU; KIM, 1994).

A procura por maior produtividade no meio agrícola tem levado ao consumo inadequado de produtos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos, implicando em sérios problemas para a qualidade e quantidade das águas superficiais (TELLES, 2002; MILHOME et al., 2009). Em água subterrânea estes compostos são considerados uma ameaça potencial à qualidade deste manancial, principalmente quando os aquíferos estão localizados ou próximos de uma região utilizada para atividades agrícolas (SÁ BARRETO, 2006).

Agrotóxicos e afins são produtos e componentes de diferentes processos, e de uso na produção, armazenamento e beneficiamento na agricultura, pastagem, proteção de florestas e outros ambientes, para preservá-los da ação danosa de seres nocivos e, ainda, as substâncias e produtos usados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento (BRASIL, 1989).

Os agrotóxicos assumem caráter destacado enquanto contaminantes pela intensidade podendo oferecer risco ambiental e grave problema a saúde. Sua presença nos mananciais pode trazer dificuldades para o tratamento da água em virtude da eventual necessidade de tecnologias mais complexas do que aquelas normalmente usadas para a potabilização. Portanto o uso e a decorrente exposição aos agrotóxicos

pode comprometer os usos múltiplos da água pela comunidade presente, principalmente às próximas áreas cultivadas.

O consumo de hortaliças é fundamental em qualquer cardápio nutricionalmente adequado, devido ao seu teor de vitaminas, minerais, fibras, aporte calórico baixo e por aumentar o resíduo alimentar no trato gastrointestinal (NASCIMENTO et al., 2005). Ultimamente tem se observado uma mudança na alimentação da população no que se refere ao aumento do consumo de hortaliças “in natura”, pois estes alimentos fornecem inúmeros benefícios ao organismo como, por exemplo, o desenvolvimento e regulação orgânica do corpo (OLIVEIRA et al., 2006).

No entanto, hortaliças consumidas cruas constituem um dos importantes grupos de alimentos responsáveis pela transmissão de doenças entéricas. A contaminação das mesmas pode ocorrer na horta, resultante da utilização de água de irrigação ou adubos inadequados, no transporte ou por manipulação nos pontos de venda; e as sucessivas manipulações aumentam as chances de contaminação (TAKAYANAGUI, 2001).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a qualidade da água subterrânea dos poços tubulares por meio de análises físico-químicas para irrigação de hortaliças nas comunidades Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerra no município de Pombal-PB.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar as propriedades rurais das Comunidades Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerra a partir de levantamento do uso da água dos mananciais na produção de hortaliças existentes na região.
- Analisar as águas dos mananciais subterrâneos das comunidades em estudo, através de análises físico-químicas, considerando o seu uso agrícola de forma a subsidiar o gerenciamento de recursos hídricos levando em consideração o enquadramento de classe dos corpos hídricos.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Água

A agricultura mundial necessita de água em quantidade e com qualidade para produzir alimentos (SOUTO, 2005). A água utilizada na irrigação vem de rios, córregos, poços e lagos próximo às hortas, quase não é utilizada a água de abastecimento público, uma vez que a demanda para irrigar é alta, tornando o custo elevado. Ela é transportada, sem qualquer tratamento prévio, através de canais ou bombas, desde o rio e riacho até as hortas (OLIVEIRA; GERMANO, 1992). E pode apresentar contaminantes biológicos como coliformes de origem fecal quando associada a descargas de esgotos domésticos ou até mesmo à presença de animais próximos a essas áreas (SOUTO, 2005).

Dessa forma, alimentos que entram em contato com águas contaminadas e são consumidos crus, constituem fontes prováveis de microrganismos (PACHECO et al. 2002). Os principais agentes biológicos encontrados nessas águas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitos. Esses organismos encontrados na água ou nos alimentos representam uma das principais fontes de morbidade no país, sendo responsáveis por inúmeros casos de doenças infecciosas, parasitárias, enterites e diarreias infantis, podendo levar até os indivíduos a morte (ALMEIDA FILHO, 2008). O controle sanitário da água utilizada nas práticas agrícolas é importante para a manutenção da saúde da população (MORETTI, 2003).

De acordo com Moretti (2003) os seguintes aspectos devem ser considerados para evitar a contaminação das fontes de água usadas na produção de hortaliças:

- Identificação das fontes de fornecimento de água;
- Observar a presença de criações de animais nas cercanias da fonte de água utilizada;
- Impedir de maneira sistemática a aproximação de animais silvestres e selvagens, bem como de pessoas não autorizadas às fontes de água;
- Evitar o armazenamento de esterco orgânico próximo às fontes de água;
- Possuir um cronograma de manutenção dos tanques de armazenamento de água;
- Realizar testes periódicos da qualidade da água utilizada.

### 3.2. Qualidade da água

A agroindústria contribui para a poluição/contaminação das águas com resíduos orgânicos gerados e não tratados e produtos químicos utilizados (defensivos, adubos) cujos resíduos infiltram-se no solo ou são carregados pela chuva para mananciais de superfície (ESTEVES, 1988).

O monitoramento de parâmetros de qualidade da água constitui-se em ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pela ação antrópica (MOLOZZIET al., 2006).

Para manter um controle de qualidade de água é necessário o monitoramento de indicadores, entre eles avaliação de resíduos de agrotóxicos, que chega na sua maioria a corpos d'águas subterrâneos e superficial no processo de lixiviação, contaminando e colocando em risco a qualidade da água para outros fins como a criação de peixes, irrigação, consumo humano e outros.

Os Guias da Organização Mundial da Saúde (OMS) têm sido utilizados como referência mundial na orientação dos padrões e nas legislações nacionais referentes à qualidade da água para consumo humano. Usualmente tem exercido grande influência na elaboração e atualização da legislação brasileira sobre potabilidade (HELLER et al., 2005).

Os impactos ambientais nos recursos hídricos gerados pelas atividades agrícolas, não podem ser dissociados dos impactos nas próprias áreas de produção, devendo seu monitoramento e as medidas preventivas, estarem sempre integradas de uma forma sistêmica (ANDREOLI, 1993).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua Resolução nº 357, de março de 2005, estabelece níveis de qualidade para águas ambientais, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar o uso das águas doce, salinas e salobra (BRASIL, 2005). Já a Resolução CONAMA nº 396, de abril de 2008 estabelece níveis de qualidade para águas subterrâneas considerando os usos preponderantes (BRASIL, 2008).

Os padrões de qualidade da água são utilizados para regulamentar os níveis de qualidade a serem mantidos em um corpo d' água, estando de acordo com o uso a que se destina. O uso dos padrões de qualidade atende a dois propósitos: manter a qualidade do curso d água ou definir a meta a ser atingida; base para definir os níveis de tratamento a

serem adotados na bacia, de modo que os efluentes lançados não alterem as características do curso de água estabelecidas pelo padrão (PORTO et al., 1991).

### 3.3. Poluição e contaminação de mananciais

A Lei federal 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, conceitua poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente,

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A poluição dos corpos d'água se dá de forma pontual e difusa e por origem natural ou antrópica (LIBÂNIO, 2005). A poluição pontual é aquela em que o poluente atinge o corpo d'água de forma concentrada no espaço; já nas fontes difusas de poluição, os poluentes a adentram o corpo d'água distribuídos ao longo de sua extensão (VON SPERLING, 2005).

Os diversos contaminantes químicos presentes em águas subterrâneas e superficiais podem ser retratados em termos de concentrações e variações de parâmetros físicos, químicos e biológicos (VON SPERLING, 2005).

As seleções dos parâmetros a serem amostrados devem estar associadas às características do local, usos da água e seus objetivos de qualidade. Neste sentido, devem ser avaliados parâmetros que forneçam, dentre outras, as seguintes informações essenciais: temperatura, pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos suspensos, ortofosfato, nitrogênio amoniacal, nitrato, cloretos, óleos e graxas, fenóis, arsênio, cádmio, cromo, ferro, manganês, mercúrio, fitoplâncton e clorofila A (VON SPERLING, 2001).

Na União Europeia os limites para água potável são mais rígidos, onde é permitida uma concentração máxima de  $0,1 \mu\text{g.L}^{-1}$  para qualquer agrotóxico individualmente e  $0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  para o total de agrotóxicos presentes na água para consumo humano. Para mananciais superficiais, o limite máximo permitido é da ordem de 1 a  $3 \mu\text{g.L}^{-1}$  (EUROPEAN COUNCIL, 1998).

Dos 22 agrotóxicos contemplados pela Portaria nº 518/2004, a maioria é da classe dos herbicidas. Quanto à classificação toxicológica, o predomínio ocorre para substâncias da Classe III (medianamente tóxico), seguido da Classe I (extremamente tóxico). Dentre essas substâncias, várias não possuem autorização de uso no Brasil de modo que a monografia do ingrediente ativo não está disponibilizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

#### 3.4. Água subterrânea

Considera-se água subterrânea toda água que se encontra abaixo da superfície terrestre, estando intimamente ligada com as águas superficiais, sendo resultante do processo lento de infiltração das águas das chuvas que preenchem os poros e interstícios do solo, formando os aquíferos (LIBÂNIO, 2005).

A captação de água subterrânea pode ser feita por poços rasos ou profundos, galerias de infiltração ou pelo aproveitamento das nascentes (BRASIL, 2006). No meio rural, os poços rasos e nascentes são as principais fontes de abastecimento de água e bastantes susceptíveis à contaminação (RIGOBELLO et al, 2009). Tal problema ocorre, na maioria dos casos, pela inexistência de redes coletoras de esgoto levando ao emprego de fossas negras e pela inadequada escavação e revestimento dos poços (LIBÂNIO, 2005).

Os poços rasos, conhecidos também como manuais ou freáticos, são escavações manuais ou mecânicas, de seção cilíndrica, com diâmetro variável (alguns centímetros até metros) cujas profundidades são definidas pelos níveis de água dos respectivos aquíferos. Em função das suas pequenas profundidades e da natureza das áreas onde são construídos, os poços rasos contribuem para a poluição do aquífero freático (HELLER e PÁDUA, 2006). Este tipo de poços é dividido em três tipos:

- Poços manuais simples: são escavações verticais realizadas a partir de ferramentas manuais; em geral possuem seções circulares e diâmetro próximo a um metro.
- Poços tubulares rasos: escavações verticais feitas a trado ou por cravação de hastes metálicas, geralmente em material inconsolidado;

- Poços amazonas: escavações verticais onde, em um só tempo, serve de local de produção e armazenamento de água. São poços rasos, geralmente com profundidades de até 10 metros e diâmetro entre 3 e 6 metros.

A Portaria MS no 518/2004, que dispõe sobre o padrão de potabilidade da água no Brasil, estabelece em seu Artigo 22 que toda água fornecida coletivamente deve ser submetida ao processo de desinfecção para garantir o atendimento ao padrão microbiológico. Neste sentido, o cloro, dióxido de cloro, ozônio e a radiação ultravioleta estão entre os desinfetantes mais utilizados (BRASIL, 2006).

### 3.5. Agrotóxicos

Agrotóxicos, pesticidas, defensivos agrícolas, praguicidas e biocidas são denominações diversas dadas às substâncias químicas ou misturas de substâncias, naturais ou sintéticas, que tem por objetivo matar, controlar ou combater, de alguma forma, as diferentes pragas (ácaros, roedores, ervas daninhas, bactérias e outras formas de vida animal ou vegetal) que atacam, lesam ou transmitem doenças às plantas, aos animais e ao homem (SANCHES et al., 2003).

Os agrotóxicos podem ser classificados em função do tipo de pragas que controlam, do grupo químico a que pertence, do seu modo de ação e dos efeitos à saúde e ao ambiente (MENEZES, 2006). Em função do tipo de praga, a classificação é feita em relação ao grupo de organismos-alvo envolvido no uso de agrotóxicos. Estes podem ser agrupados em várias classes: inseticidas (usado no controle de insetos), fungicidas (usado no controle de fungos), herbicidas (usado no controle de plantas invasoras), desfolhantes (controle de folhas indesejadas), fumigantes (controle de bactérias do solo), rodenticidas ou raticidas (controle de roedores/ ratos), nematicidas (controle de nematóides) e acaricidas (usado no combate a ácaros) (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

No caso do uso intensivo e indiscriminado de agrotóxicos, esta atividade é um problema crescente que contribui à poluição ambiental. A contaminação de mananciais superficiais e subterrâneos e, principalmente, a sua ocorrência em água para consumo humano tem sido alvo de constante preocupação (MENEZES, 2006).

O Brasil é considerado o terceiro maior exportador agrícola do mundo ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da União Europeia (IBAMA, 2010). Assim, em 2008, o Brasil se destacou por assumir o posto de maior mercado consumidor de



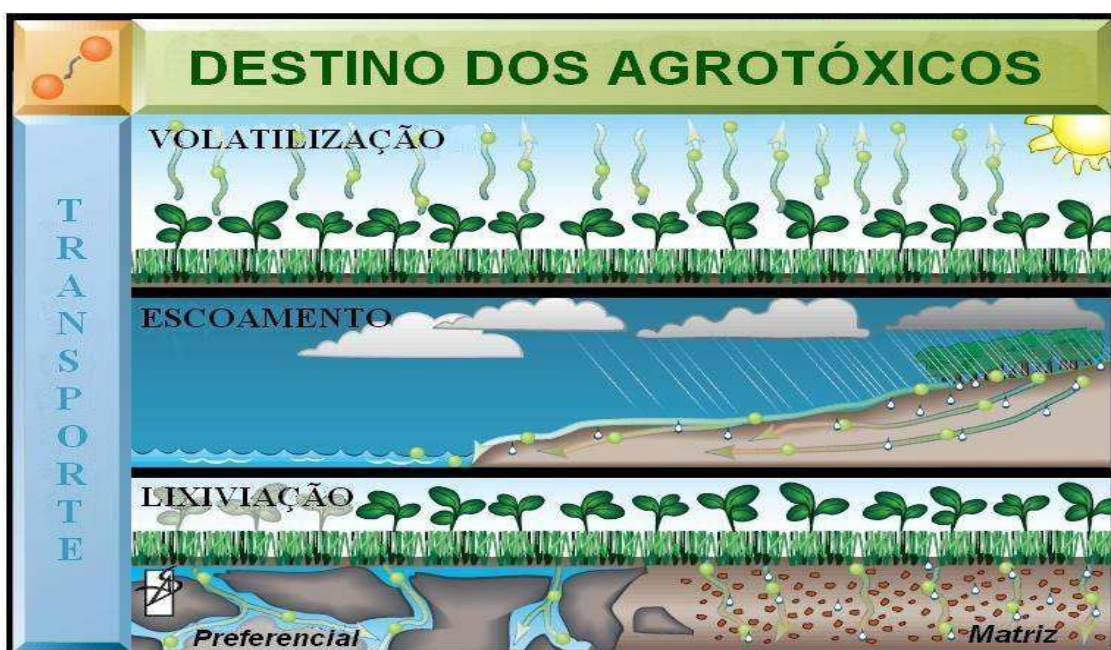
agrotóxicos do mundo. Segundo levantamento realizado pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG), as vendas de agrotóxicos somaram US\$ 7,125 bilhões seguidas daquelas registradas pelo 2º colocado (US\$ 6,6 bilhões), os Estados Unidos.

Os agrotóxicos também com relação aos organismos alvo podem ser: de contato, quando o organismo alvo é atingido diretamente pela substância; de ingestão, quando a substância atua após ser ingerida pelo organismo alvo; ou sistêmico, quando a substância é absorvida por uma parte da planta e translocado para todos os tecidos vasculares (MARASCHIN, 2003).

Quanto à categorização toxicológica, a ANVISA classifica os agrotóxicos em quatro diferentes classes associada a uma cor da faixa indicativa no rótulo do produto. A classe I (rótulo vermelho) abrange os compostos considerados altamente tóxicos para seres humanos; a classe II (rótulo amarelo), os mediamente tóxicos; a classe III (rótulo azul), os pouco tóxicos; e a classe IV (rótulo verde), os compostos considerados praticamente não tóxicos para seres humanos (SANCHES et al., 2003).

O agrotóxico, quando aplicado no solo, pode permanecer na sua forma original ou sofrer processos de transformação, seja química ou biológica. Nesse sentido, a redução de sua concentração a 50% da massa inicial aplicada no solo é expressa como a meia vida (DT<sub>50</sub>) do produto no solo (OLIVEIRA, 2007).

**Figura 1-** Transporte e destino dos agrotóxicos no solo, na água e no ar.



Fonte: Adaptado de BLESSING (2001).

A ocorrência de chuvas intensas, principalmente após aplicação de agrotóxicos, pode ocasionar aumento nas concentrações destas moléculas em água e, quanto mais distante os episódios de chuvas, menor é o potencial de lixiviação e escoamento destas substâncias químicas (DEUBERT, 1990; MENEZES, 2006).

### 3.6. Agrotóxicos X Legislação Brasileira

De acordo com PASCHOAL (1979) os primeiros produtos empregados no país para o controle de pragas foram os de origem mineral e os botânicos. O primeiro inseticida orgânico – sintético a ser usado foi o DDT, introduzido no Brasil em fins de 1943, sob a denominação de Gesarol. A partir de 1946-1947 outros produtos como o BHC e o Paration etílico foram introduzidos e usados nas lavouras.

O Brasil se tornou o terceiro consumidor mundial de agrotóxicos, sobre uma estrutura institucional precaríssima, em termos de legislação, pesquisa, fiscalização, comercialização, formação, ética profissional e extensão rural. (PASCHOAL, 1983).

A utilização dos agrotóxicos no Brasil foi regulamentada pela Lei Federal n ° 7.802, de 11 de julho de 1989. Conhecida como “Lei dos Agrotóxicos”, essa lei regulamentada pelo Decreto 4.074, de 4 de janeiro de 2002, dispõe sobre: a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins (BRASIL, 1989).

O atual padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde é explicitado segundo o tipo (inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção). Devido à sua relevância quanto ao uso no país e risco à saúde, os agrotóxicos (27 no total), foram considerados separadamente.

Agrotóxicos, pesticidas, defensivos agrícolas, praguicidas e biocidas são denominações diversas dadas às substâncias químicas ou misturas de substâncias, naturais ou sintéticas, que tem por objetivo matar, controlar ou combater, de alguma forma, as diferentes pragas (ácaros, roedores, ervas daninhas, bactérias e outras formas de vida animal ou vegetal) que atacam, lesam ou transmitem doenças às plantas, aos animais e ao homem (SANCHES et al., 2003).

Lei 9.974, de 6 de junho de 2000), regulamentada pelo Decreto 4.074, de 4 de janeiro de 2002, são definidos como produtos e/ou componentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso no setor de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas, em outros ecossistemas e em ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento (BRASIL, 2002).

No Brasil, o processo de registro dos agrotóxicos envolve três órgãos: Ministério da Saúde (MS), Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) e Ministério do Meio Ambiente, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Compete ao Ministério Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA, à avaliação e classificação toxicológica de agrotóxicos, e junto com o MAPA, são responsáveis pelo monitoramento dos resíduos de agrotóxicos e afins em produtos de origem vegetal. Ao IBAMA/MMA compete a avaliação e classificação do potencial de periculosidade ambiental (BRASIL, 2002a).

O convívio com agrotóxicos está incluído na rotina diária da população rural e da população urbana, que consome muitas vezes, inconscientemente alimentos e água com os resíduos destes produtos (MEDEIROS, 1988).

### 3.7. A Irrigação

Segundo Mantovani (2011) dentre os sistemas de irrigação existentes destacam-se a irrigação por aspersão convencional, por canhão hidráulico, autopropelidos, pivô central e o gotejamento (irrigação localizada). O autor ainda afirma que a escolha de qualquer um destes sistemas vai depender de vários fatores como: tipo de solo, topografia e tamanho da área, fatores climáticos, fatores relacionados ao manejo da cultura, déficit hídrico, capacidade de investimento do produtor e o custo do sistema de irrigação.

Na irrigação por aspersão (Figura 2) a água é direcionada às plantas através de um mecanismo pressurizado que faz com que o jato de água se divida em pequenas

gotas antes de ser distribuído sobre o terreno. O mecanismo que faz com que o jato de água seja fracionado é chamado de aspersor, existindo características e modelos variados de acordo com o fabricante e a finalidade do equipamento (FERREIRA, 2005).

O sistema de canhão hidráulico (Figura 3) é uma variação do sistema de aspersão convencional na qual a modificação é o uso de aspersores maiores, que possibilitam um maior espaçamento entre linhas e aspersores diminuindo desta forma a mão-de-obra e permitindo irrigar áreas maiores.

**Figura 2:** Sistema de irrigação por aspersão hidráulico



Fonte: Chaves, 2014.

**Figura 3:** Sistema de aspersão por canhão hidráulico



Fonte: Chaves, 2014.

A irrigação localizada, conhecida internacionalmente como micro irrigação, é a aplicação de água no solo numa faixa restrita ao sistema radicular. Desta forma, apenas a superfície do solo é molhada diminuindo conseqüentemente a evaporação direta da água do solo para a atmosfera e permitindo uma maior eficiência de aplicação e controle da água aplicada quando comparada ao sistema de irrigação por aspersão e por superfície (RODRIGO LÓPEZ et al., 1992).

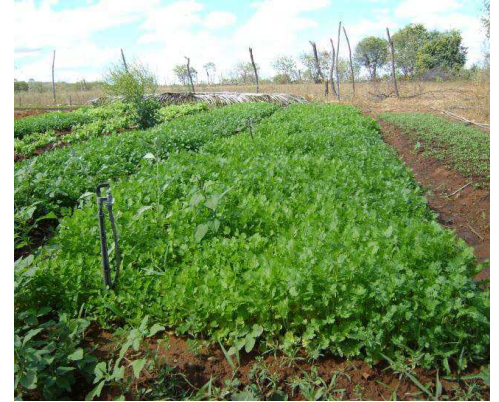
De acordo com Silva et al., (2003), os sistemas localizados mais difundidos são o sistema por gotejamento (Figura 4) e microaspersão (Figura 5).

**Figura 4:** Sistema de irrigação por gotejamento



Fonte: Chaves, 2014.

**Figura 5:** Sistema de irrigação micro aspersão



Fonte: Chaves, 2014.

Os gotejadores são conectados às linhas laterais, capazes de dissipar a pressão disponível na linha lateral e aplicar vazões pequenas e constantes. A vazão geralmente varia entre 1 a 20 L.h<sup>-1</sup>, aplicada gota-a-gota, sob pressões de serviço variando entre 5 e 25 mca (BERNARDO et al., 2005).

De acordo com Amaral (apud PIZARRO CABELLO, 1990) Os micro aspersores são pequenos aspersores de plástico, instalados geralmente sobre a linha lateral, com vazões aplicadas de forma pulverizada na faixa de 20 a 150 L.h<sup>-1</sup>, sob pressões de serviço variando de 10 a 20 mca. É um tipo de emissor que oferece mais vantagem às culturas de maior espaçamento e que possuem grande expansão do sistema radicular (banana, limão, manga, etc), pois apresentam em relação aos gotejadores, maior raio molhado e vazões mais elevadas (Amaral apud LOPES, 2006).

Existem, além dos gotejadores e micro aspersores, emissores alternativos como o “Microjet” ou “Microspray” (Figura 9), que funcionam numa faixa intermediária entre os gotejadores e os micro aspersores de pressão e vazão.

**Figura 6:** Sistema localizado com emissor do tipo “Microjet



Fonte: Chaves, 2014.

Segundo Amaral (apud Silva et al.2003), relatam dentre os vários benefícios providos pelos sistemas localizados:

- Controle da quantidade de água a ser fornecida para a planta;
- Facilidade junto à água de irrigação de distribuição de fertilizantes e outros produtos químicos;
- Baixo consumo de energia;
- Eficiência potencial elevada de aplicação de água;
- Pouca mão-de-obra e facilidade de automação;
- Menor desenvolvimento de ervas daninhas entre linhas de plantio.

Como desvantagens a este tipo de equipamento, Lopes (2006) cita seu alto custo de implantação e sensibilidade a entupimentos. Destacam-se, também, como desvantagens deste sistema os vazamentos decorrentes de danos provocados por animais e tratos culturais inerentes, a necessidade de manutenção e monitoramento do mesmo (SKAGGS, 2001)

As diretrizes de classificação propostas pela FAO (AYERS & WESTCOT, 1999), também são muito recomendadas, sobretudo quando existem níveis elevados de sais.

**Tabela 1.** Diretrizes para interpretação da qualidade da água para irrigação<sup>1</sup>, conforme Ayres e Westcot (1999)

Problema Potencial da Água de Irrigação		Grau de Restrição de Uso		
Unidade		Nenhum	Baixo a moderado	Severo
<b>Salinidade</b>				
CEa <sup>2</sup>	dS m <sup>-1</sup>	< 0,7	0,7 - 3	> 3,0
SDT <sup>3</sup>	mg L <sup>-1</sup>	< 450	450 - 2000	> 2000
<b>Infiltração</b>				
RAS <sup>4</sup>	0 - 3 e CEa	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
	3 - 6	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
	6 - 12	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
	12 - 20	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
	20 - 40	> 5,0	5 - 2,9	< 2,9
<b>Toxicidade de íons específicos</b>				
Sódio (Na) <sup>5</sup>				
Irrigação superficial	RAS	< 3	3 - 9	> 9
Irrigação por aspersão	meq L <sup>-1</sup>	< 3	> 3	
Cloreto (Cl) <sup>5</sup>				
Irrigação superficial	meq L <sup>-1</sup>	< 4	4 - 10	> 10
Irrigação por aspersão	meq L <sup>-1</sup>	< 3	> 3	
<b>(Outros íons que afetam culturas sensíveis)</b>				
Nitrogênio (N – (NO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	< 5,0	5 - 30	> 30
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> ) (apenas aspersão convencional)	meq L <sup>-1</sup>	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
Ph			Faixa normal: 6,5 – 8,4	

<sup>1</sup> Adaptada da UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS (1974)

<sup>2</sup> CEa = Condutividade elétrica da água, em dS m<sup>-1</sup> a 25°C

<sup>3</sup> SDT = Sólidos Totais Dissolvidos (mg. L<sup>-1</sup>)

<sup>4</sup> RAS = Relação de Adsorção de Sódio, algumas vezes representada como Rna. Para determinado valor de RAS, a velocidade de infiltração aumenta à medida em que aumenta a salinidade. Avalia-se o problema potencial de infiltração através da RAS e da CEa.

<sup>5</sup> A maioria das culturas arbóreas e plantas lenhosas são sensíveis ao sódio e ao cloreto; no caso de irrigação por superfície, usam-se os valores indicados.

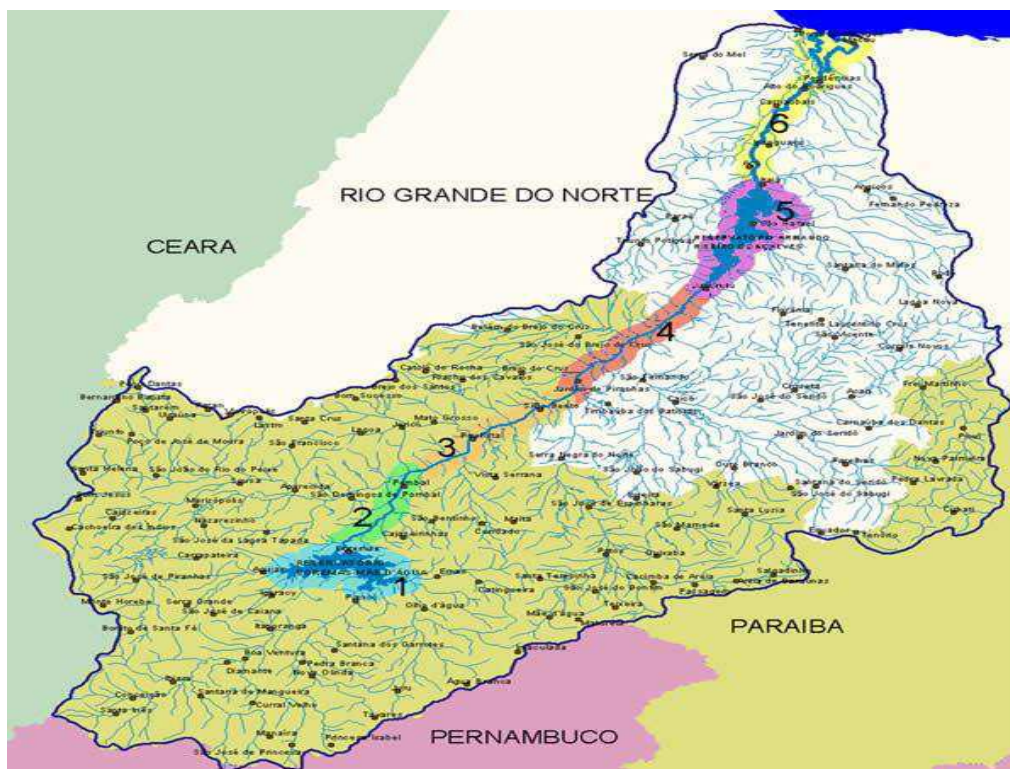
<sup>6</sup> Significa nitrogênio em forma de nitrato, expresso em termos de nitrogênio elementar.

### 3.8. Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu

O Piranhas-Açu, de domínio federal, é o principal rio da bacia, uma vez que nasce no município de Bonito de Santa Fé, no Estado da Paraíba, e segue seu curso natural pelo Estado do Rio Grande do Norte, desaguando no Oceano Atlântico, na Costa Potiguar.

Trata-se de uma importante Bacia para os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, pois é nela que estão localizados a barragem Armando Ribeiro Gonçalves e o sistema de reservatórios Coremas - Mãe D'Água, e a comunidade Várzea Comprida e Bezerro, local de estudo da pesquisa.

**Figura 7:** Mapa com a Localização da Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu.



Fonte: AESA, 2014.

A Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu, totalmente inserida no clima semiárido nordestino, possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km<sup>2</sup>, sendo 26.183,00 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e 17.498,50 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 40% da área no Estado do Rio Grande do Norte. Contempla 147 municípios, sendo 45 municípios no Estado do Rio Grande do Norte e 102 municípios no Estado da Paraíba e conta com uma população total de 1.363.802 habitantes, sendo que 914.343 habitantes (67%) no Estado da Paraíba e 449.459 habitantes (33%) no Estado do Rio Grande do Norte.



### 3.9. Desenvolvimento sustentável como elemento de convivência local

#### 3.9.1. Desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável é entendido como: “o que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. Este conceito é o mais difundido de desenvolvimento sustentável, criado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Comissão Brundtland, que se deu com fóruns de debate no período de 1983 a 1987. A Comissão foi criada pelas Nações Unidas com o propósito de avaliar os principais problemas do meio ambiente e desenvolvimento do planeta, visando formular propostas possíveis para solucioná-los, com a intenção de assegurar que o progresso humano seja sustentável para as futuras gerações em seu processo de desenvolvimento.

Deste modo, a contribuição desta pesquisa está em ajudar na promoção humana e social, com uma ótica da sustentabilidade em suas principais dimensões: social, econômica e ambiental.

Cabe frisar que a agricultura familiar pode contribuir enquanto elemento do desenvolvimento sustentável, pois trata-se de uma atividade produção que gera renda, requer tempo de dedicação e atividades produtivas, possibilitam o envolvimento dos membros da família e ações coletivas no processo produtivo local.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Aspectos gerais**

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Pombal - PB, por meio de visitas feitas nas comunidades Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerro as quais trabalham com a produção de hortaliças irrigadas com água subterrânea de poços tubulares na região, onde foram coletadas 19 amostras de água, onde parte das análises químicas, como por exemplo: pH, CE, Turbidez e Oxigênio dissolvido foram analisadas in loco e as demais analisadas foram realizadas no laboratório de análise de solo e água – (IFPB-Sousa).

A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas, sendo a primeira delas um reconhecimento da área de estudo. Na segunda etapa, foi feito um reconhecimento através de visitas in loco por parte dos produtores na comunidade, na qual foi feito também levantamento dos poços artesianos existentes na comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras e da comunidade Bezerro e levantamento das culturas agrícolas desenvolvidas na região e os agrotóxicos utilizados. A terceira etapa foi realizada através do georreferenciamento e definição dos poços tubulares e na quarta etapa foi feito o monitoramento das águas subterrâneas dos poços estudados.

#### **4.1.1. Etapa 1**

##### **4.1.1.1. Reconhecimento da área**

Foi feito reconhecimento da comunidade em estudo através de visitas de campo. Inicialmente, foi realizada uma entrevista verbalmente com moradores para conhecimento dos produtores da comunidade, quais as culturas predominantes na região, os agrotóxicos mais utilizados e as dificuldades enfrentadas por estes agricultores com relação às atividades agrícolas. Nesta primeira etapa as propriedades foram visitadas e os produtores informados sobre o trabalho a ser realizado.

#### **4.1.2. Etapa 2**

##### **4.1.2.1. Identificação dos produtores e levantamento dos poços existentes na localidade**

Foram realizados contatos direto com os produtores a partir de uma identificação, onde o critério de escolha dos informantes foi aleatório não importando o

sexo, mas um representante que se dispusesse a dar informações necessárias ao trabalho e que esteja envolvido com o projeto em andamento, obtendo assim, as seguintes informações: uso mais frequente da água disponível na propriedade; existência de tratamento na água usada para consumo, quantidade de pessoas que residem no local; tipo de tratamento de esgoto; culturas produzidas; uso de agrotóxicos; acesso a aquisição de agrotóxicos e orientação técnica quanto aos cuidados na aplicação dos produtos fitossanitários; reclamações referentes ao aspecto organoléptico da água (cor, odor e sabor) em relação à aplicação de agrotóxicos e alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas como o levantamento das culturas cultivadas em cada propriedade.

### **4.1.3. Etapa 3**

#### **4.1.3.1. Escolha dos pontos de monitoramento**

Os pontos de monitoramento dos poços subterrâneos foram definidos com base nos resultados de informações fornecidas previamente pelos agricultores da região, e em função da sua proximidade com áreas agrícolas.

Em cada monitoramento a ser realizado nas áreas selecionadas para este estudo foram efetuados:

- Condições ambientais: medição de vazão do nível d'água dos poços monitorados com intuito de relacionar a quantidade de água com o nível de água no poço; avaliação dos usos da água presente na propriedade; o regime de chuva na época de coleta, etc;
- Condições agronômicas: quais culturas cultivadas; área cultivada; agrotóxicos aplicados, forma e época de aplicação, se aplicaram algum agrotóxico na época do monitoramento, tipo de sistema de irrigação, etc.

### **4.1.4. Etapa 4**

#### **4.1.4.1. Monitoramento das águas subterrâneas**

Alguns poços foram selecionados para coleta de água. Um mapa foi elaborado da comunidade local contendo o georeferenciamento dos poços e a sua localização.

As amostras de água subterrânea foram coletadas no período seco, durante os meses de dezembro de 2013 a abril de 2014, nas saídas das bombas dos poços

artesianos após um descarte inicial desta. As quais não haveria saída de água das bombas, era coletada diretamente das residências que possuíam água subterrânea encanada, deixando-se escorrer a água por alguns minutos antes da coleta. A coleta de água dos poços foi realizada manualmente.

Antes do armazenamento das amostras, os recipientes foram ambientados três vezes com a própria amostra, descartando-as em seguida.

**Figura 8:** Poço tubular saída da bomba

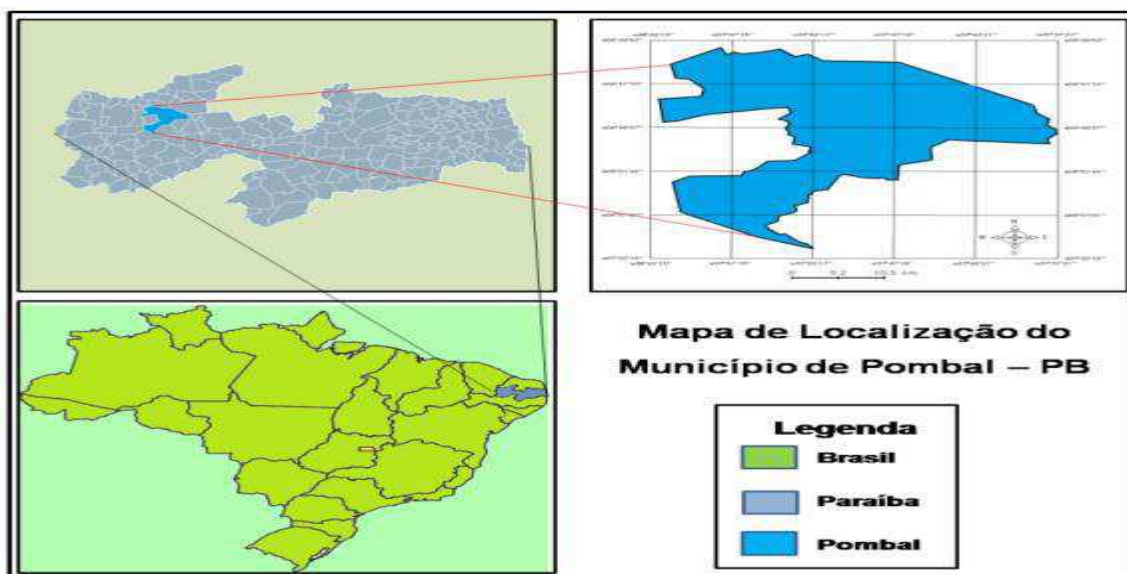


**Fonte:** Chaves, 2014.

#### 4.2. Localização da área de Estudo

A área em estudo está localizada na Mesorregião do Sertão e Microrregião Homogênea de Sousa, no Estado da Paraíba, situado na região nordeste do Brasil (**Figura 8**). O município é um dos mais antigos do estado da Paraíba, e a segunda maior do estado da Paraíba em extensão territorial possuindo 889km<sup>2</sup>. Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a população em 2010 era estimada em 32.443 habitantes.

**Figura 9.** Mapa de localização do município de Pombal dentro do Estado da Paraíba



**Fonte:** Google, 2014.

O estudo será desenvolvido nas comunidades Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerro, localizadas na zona rural a 11 km do município de Pombal - PB. As comunidades estão situadas na mesorregião do Sertão Paraibano e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude  $6^{\circ} 45' 23''$  S e longitude  $37^{\circ} 51' 49''$  O.

#### 4.3. Caracterização da bacia hidrográfica e das Fontes Hídricas estudadas

Das duas comunidades estudadas Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerro, soma - se um total de 18 (dezoito) poços tubulares, na qual a primeira consta com 11 (onze) poços e a outra com 07 (sete), sendo um poço usado só para consumo humano, 01 (um), Rio Piranhas analisado junto com os demais, principal corpo hídrico localizado entre as comunidades.

**Figura 10:** saída da bomba protegida com cobertura



**Fonte:** Chaves, 2014.

**Figura 11:** saída da bomba sem cobertura



**Fonte:** Chaves, 2014.

Segundo dados obtidos pela a AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, o principal rio da bacia de domínio federal é o rio Piranhas-Açu, uma nasce no município de Bonito de Santa Fé, no estado da Paraíba e segue seu curso natural pelo estado do Rio Grande do Norte, até desaguar no oceano Atlântico. Todos os poços estão localizados nessa importante bacia para o estado do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

**Figura 12:** Rio Piranhas no período da seca  
11/13



**Fonte:** Chaves, 2014.

**Figura 13:** Rio Piranhas no período da chuva  
02/14



**Fonte:** Chaves, 2014.

Os pontos de coleta de água foram georreferenciados através do aparelho de GPS e transferidos para localização em mapa com os dados de localização geográfica, que permitiu a obtenção dos pontos com latitude e longitude em projeção UTM (Universal Transversa de Mercator). No que diz respeito ao uso da água na irrigação, as utilizações deste recurso se diferenciam em vazão(Q) da água proveniente do uso do manancial subterrâneo por meio de bombas.

**Quadro 1:** Coordenadas geográfica dos poços da Comunidade Bezerra / Pombal-PB

POÇO	NOME DO POÇO	GEORREFERENCIAMENTO DO POÇO	
1	A - Horta	S 06° 45.154'	W 037° 52.081'
2	A – Consumo	S 06° 45.083'	W 037° 52.075'
3	B	S 06° 44.990'	W 037° 52.168'
4	C	S 06° 45.982'	W 037° 47.981'
5	D	S 06° 45.144'	W 037° 52.318'
6	E	S 06° 45.032'	W 037° 52.408'
7	F	S 06° 45.027'	W 037° 52.738'

**Fonte:** Chaves, 2014.

**Quadro 2:** Coordenadas geográficas dos poços da Comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras Pombal-PB.

POÇO	NOME DO POÇO	GEORREFERENCIAMENTO DO POÇO	
1	A	S 06° 44.842'	W 037° 51.709'
2	B	S 06° 44.814'	W 037° 51.761'
3	C	S 06° 44.876'	W 037° 51.640'
4	D	S 06° 44.935'	W 037° 51.660'
5	E	S 06° 45.199'	W 037° 51.568'
6	F	S 06° 45.192'	W 037° 51.533'
7	G	S 06° 45.471'	W 037° 51.656'
8	H	S 06° 45.445'	W 037° 51.832'
9	I	S 06° 45.277'	W 037° 51.852'
10	J	S 06° 45.294'	W 037° 51.147'
11	L	S 06° 45.475'	W 037° 51.458'

Fonte: Chaves, 2014.

De acordo com os dados coletados através das entrevistas, foram observados problemas graves como escassez de água, em especial nos períodos de seca, prejudicando as atividades agrícolas devidas o baixo nível de água do rio e dos poços. Durante as visitas realizadas para fazer as coletas de água foi observada a presença de embalagens de fertilizantes, antiparasitário e lixo próximo às plantações de hortaliças descartado de forma inadequada, bem como foi feita também uma sondagem junto aos proprietários sobre o uso desses produtos químicos nas culturas durante o seu plantio.

**Figura 14:** Antiparasitário animal



Fonte: Chaves, 2014.

**Figura 15:** Lixo lançado a céu aberto



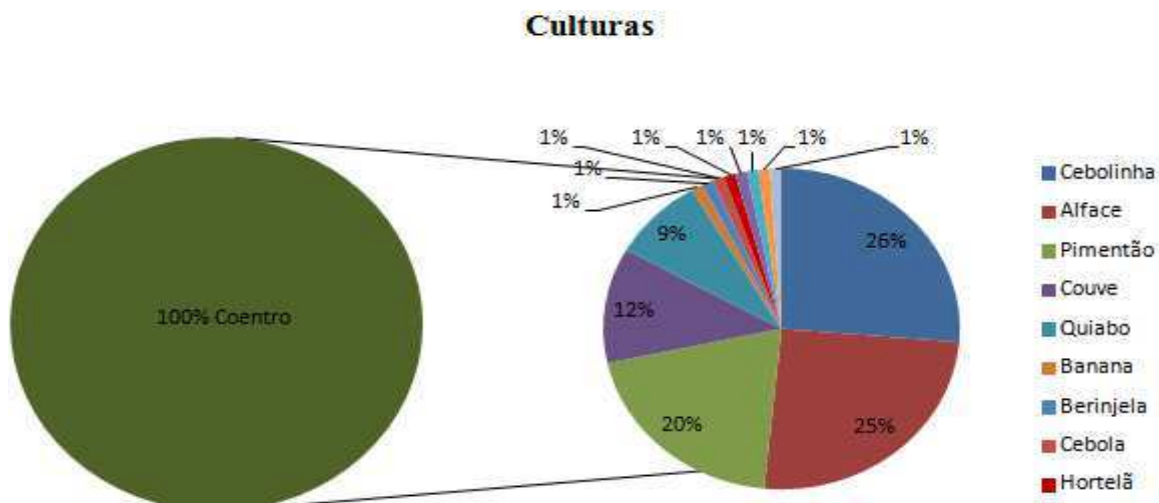
Fonte: Chaves, 2014.

#### 4.4. Culturas cultivadas nas propriedades

As principais culturas encontradas nas propriedades foram: Cebolinha, alface, pimentão, couve, quiabo, banana, berinjela, cebola e hortelã. A necessidade total de água pelas culturas depende essencialmente das condições climáticas, duração do ciclo e

dos sistemas de cultivo e de irrigação adotados. A eficiência de irrigação depende, principalmente, das características do sistema, do tipo de solo e do manejo de água.

**Figura 16:** Culturas cultivadas nas comunidades Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerro.



Fonte: Chaves, 2014.

#### 4.5. Coleta das Amostras das Águas

As amostras de água foram coletadas em fonte natural; em poços tubulares, no período de seca do ano de 11/2013 - 05/2014.

Nas comunidades em estudo foram contatados os Agricultores e a Presidente da Associação Comunitária de Produtores Rurais, ou outra pessoa com conhecimento da área para ajudar no reconhecimento do local.

As amostras foram coletadas com coletor tipo: garrafa pet de plástico com diâmetro de 10 e comprimento de 22 mm (**Figura 17**).



**Figura 17:** Garrafa usada para coleta de água



**Fonte:** Chaves, 2014.

As águas foram acondicionadas em garrafas plásticas (**Figura 17**), previamente lavadas e enxaguadas no momento da coleta, as quais foram totalmente cheias, vedadas e etiquetadas com número de identificação, nome da comunidade e tipo de fonte a qual pertenciam (**Figura 18 e 19**).

**Figura 18:** Ficha de anotação de campo



**Fonte:** Chaves, 2014.

**Figura 19:** Amostras das águas para análise



**Fonte:** Chaves, 2014.

Classe 1:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

**Tabela 2** – Valores para água de Classe 1 segundo Resolução nº 375/05 do CONAMA.

<b>Parâmetro</b>	<b>Valores</b>
pH	6,0 a 9,0
OD	Não inferior a 6 mg L <sup>-1</sup>
Turbidez	Até 40 unidades nefelométrica (NMP)
Cor	Nível de cor natural do corpo de água em mg Pt L <sup>-1</sup>
Conductividade	

#### 4.6. Vazão (Q)

As áreas estudadas estão localizadas em uma bacia hidrográfica que influencia na vazão dos poços estudados, que varia a quantidade de água presente conforme a estação do ano.

Para calcular a vazão média dos poços, foi utilizado um balde graduado com volume identificado de 20 litros, e de um cronometro digital para medir o tempo médio gasto para encher o balde em triplicata, em seguida usando a seguinte equação pode se calcular a possível vazão (Q) dos poços.

$$Q = V/t$$

Q= vazão

V= volume

t = tempo

**Figura 20:** Balde volumétrico.



Fonte: Chaves, 2014.

**Figura 21:** Medição de volume.



Fonte: Chaves, 2014.

**Quadro 3:** Vazão (Q) dos poços da Comunidade Bezerra / Pombal-PB.

POÇO	NOME DO POÇO	Vazão da Bomba $Q = V/t$	
		$Q_{\text{média}} = L/s$	$Q_{\text{média}} = m^3/s$
1	A- Horta	0,3896	0,0003896
2	A – Consumo	0,3109	0,0003109
3	B	0,5882	0,0005882
4	C	0,8333	0,0008333
5	D	0,7228	0,0007228
6	E	0,2817	0,0002817
7	F	2,1436	0,0021436

Fonte: Autor, 2014.

**Quadro 4:** Vazão (Q) dos poços da Comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras Pombal-PB.

POÇO	NOME DO POÇO	Vazão da Bomba $Q = V/t$	
		$Q_{\text{média}} = L/s$	$Q_{\text{média}} = m^3/s$
1	A	1,0086	0,0010086
2	B	0,8449	0,0008449
3	C	0,4698	0,0004698
4	D	1,1940	0,001194
5	E	0,2880	0,000288
6	F	1,1376	0,0011376
7	G	1,2285	0,0012285
8	H	1,6835	0,0016835
9	I	1,3898	0,0013898
10	J	0,7719	0,0007719
11	L	3,1596	0,0031596

Fonte: Autor, 2014.

Segundo a tabela 5, as maiores vazões foram encontradas nos poços F ( $2,14 \text{ L s}^{-1}$ ) e  $3,15 \text{ L s}^{-1}$  no poço L (tabela 6). O poço E (Tabela 5) e E (Tabela 6) foram os com menores vazões, com valores médios de  $0,2817$  e  $0,2880 \text{ L s}^{-1}$ , respectivamente.

#### 4.7. Valores de pH das Águas de poços

Os valores de pH das amostras de água dos poços foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela resolução nº 357 do CONAMA-MMA de 17/03/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, que é indicado de 6 a 9. Para a maioria das águas naturais o pH é influenciado pela concentração de  $\text{H}^+$  originado da dissociação do ácido carbônico, que gera valores baixos de pH, e das reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina (ESTEVEZ, 1998).

O pH indica a intensidade de acidez ou alcalinidade. Nas águas superficiais (rios e lagos) esse valor é influenciado por diversos fatores como a geologia da região, onde o corpo d'água se insere e por possíveis fontes de poluição (despejo de efluentes domésticos, industrial ou agrícola) (FRAVET, 2006).

#### 4.8. Temperatura do Ar e da Água

A temperatura desempenha um papel fundamental e importante no controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físicos, tais como viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização, calor latente de vaporização, condutividade térmica e a pressão de vapor. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade.

As variações de temperatura que se verifica no ar e na água, constituem importantes fatores nas reações energéticas e ecológicas aplicadas aos recursos hídricos, exercendo influencia direta sobre os vários tipos de organismos e sobre o teor de gases dissolvidos na água (BRANCO, 1986).

Na tabela a seguir estão demonstrados os valores da temperatura do ar e da água, registrados no período das coletas de água nas duas comunidades estudadas.

#### 4.9. Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido (OD) é uma variável química importante para as condições ambientais, embora não seja um parâmetro utilizado na caracterização da qualidade de água para irrigação, a medição de concentração de oxigênio dissolvido detecta os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica (CETESB, 2009).

A determinação do (OD) proporciona informações sobre as reações bioquímicas e biológicas que ocorre na água, além de indicar a capacidade que o corpo d'água tem de promover a autodepuração. A concentração de oxigênio dissolvido sofre variação em função da temperatura, altitude e da aeração.

Embora na prática, não seja um parâmetro utilizado na caracterização da qualidade de água para a irrigação, pode ser um indicativo da poluição, da concentração de sólidos dissolvidos e de matéria orgânica na água (LARCHER, 2000; MORAES, 2001; VON SPERLING, 2005).

O CONAMA através da Resolução de N° 357/05 determina que em qualquer amostra coletada, os valores de oxigênio dissolvido para as água de classe 1, 2 e 3, não podem ser inferior a 6, 5 e 4 mg/L, respectivamente.

**Tabela 3** - Variação do O<sub>2</sub> dissolvido em relação à temperatura.

Temperatura (°C)	Solubilidade de oxigênio (mg / L)
0	14,6
5	12,8
10	11,3
15	10,2
20	9,2
25	8,6

Fonte: Chaves, 2014.

Classe 1

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

## Classe 2

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- à aquicultura e a atividade de pesca.

## Classe 3

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- à pesca amadora;
- à recreação de contato secundário;
- à dessedentação de animais.

### 4.10. Turbidez.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias e plâncton em geral (CETESB, 2009).

A leitura da turbidez foi feita de maneira direta no turbidímetro modelo SL 2K, seguindo as instruções de orientação do manual do aparelho, expresso em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT).

A turbidez é um dos parâmetros na avaliação de qualidade da água para consumo humano, não tendo muita influência quando em relação ao uso da água para irrigação. Segundo Carvalho, 1994. Este parâmetro pode ser utilizado para medir a concentração de sedimentos em suspensão, que é de grande importância para a qualidade de água de irrigação.

#### 4.11. Cor.

**Tabela 4** – Medição da Cor dos poços da Comunidade Bezerra - Pombal/PB

POÇO	NOME	VALOR MEDIDO g/L
1	A – Horta	0,04
2	A – Consumo	0,06
3	B	0,02
4	C	0,02
5	D	0,00
6	E	0,04
7	F	0,03
8	RIO PIRANHAS	0,24

Fonte: Chaves, 2014.

**Tabela 5** – Medição da Cor dos poços da Comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras - Pombal/PB

POÇO	NOME	VALOR MEDIDO g/L
1	A	0,006
2	B	0,02
3	C	0,00
4	D	0,00
5	E	0,01
6	F	0,00
7	G	0,00
8	H	0,02
9	I	0,006
10	J	0,02
11	L	0,02

Fonte: Chaves, 2014.

#### 4.12. Análises físico-químicas

Todos os procedimentos de coleta, preparo dos frascos de coleta, transporte e acondicionamento das amostras destinadas as análises físico-químicas seguirão as recomendações do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20TH ed.” (APHA, 1998).

As amostras serão acondicionadas em caixas de isopor e preservadas em gelo até a chegada ao Laboratório de Análise de Solo e Água, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB-Sousa).

Nas amostra coletadas foram analisados: pH, CE e contração de  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $CaCO_3$ , RAS, turbidez, temperatura e oxigênio dissolvido (OD). Realizou-se, também, o calculo da RAS, RASaj e RAScor, segundo Medeiros & Gheyi (1997) e Ayers & Westcot (1999).

As coletas foram realizadas sempre período da manhã, sempre no mesmo ponto de referencia (fonte de água). Coletou sempre 100 mL da amostra em frasco para

análise in loco e outro frasco de 2 litros para análise em laboratório, previamente preparados.

As amostras para análise dos parâmetros turbidez, foi coletado em frasco de polietileno, previamente lavados (detergente neutro, água da torneira e água destilada/deionizada) e seco. A medição de temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), e condutividade foram realizada em campo, no momento da coleta. As temperaturas do ar e da água foram medidas com termômetros na hora de cada coleta.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Análise descritiva dos dados

Verificou-se um aumento do pH das águas dos poços da comunidade Bezerro (Figura 22) entre 27/12/2013 e 07/02/2014, sendo os poços B e A apresentaram os maiores valores (8,16 e 7,8) respectivamente (Figura 22). Águas com valores altos de pH podem prejudicar os sistemas de irrigação, pois os sais nesse pH acabam precipitando na água, causando obstruções nas tubulações e entupimentos nos bicos e emissores. Os poços C, D, E, F e G também apresentaram o mesmo comportamento dos poços A e B (Figura 22), com acréscimo dos valores até a respectiva data (07/02/2014).

Já o rio Piranhas apresentou uma pequena variação no pH da água durante o período de monitoramento, com pH variando de 6,98 a 6,5, entre 27/12/2013 a 17/04/2014, tendo uma tendência a diminuir bruscamente a partir de 27/03/2014 (Figura 22). Estes valores estão bem próximos dos observados por Fernandes e Santiago (2001), que foram 6,7 e 7,13. Apesar da maioria das águas possuírem pH pouco acima de 7,0, sabendo que o mesmo foi medido na saída da bomba, quando do sistema de irrigação, com o sistema parado, o mesmo tende a aumentar, fazendo com que o ISL aumente, conseqüentemente a solubilidade dos carbonatos diminui e pode ocorrer mais facilmente a precipitação e posterior obstruções de emissores, fato que confirma o escrito por, Egrega Filho et al., (1999) e Medeiros (2003)

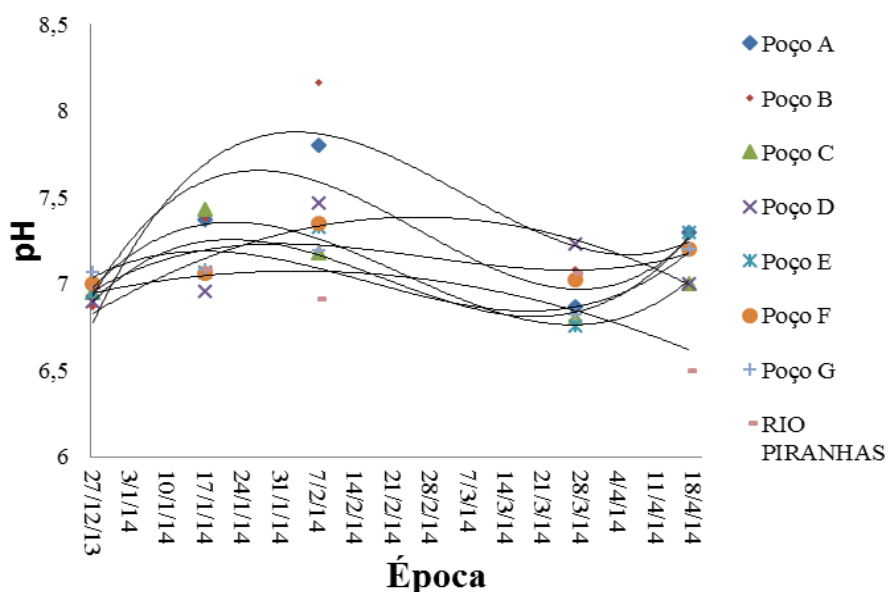
As águas dos poços da comunidade de Várzea Comprida dos Oliveiras apresentaram tendências semelhantes conforme a figura 23, com um pequeno acréscimo seguido de uma redução nos resultados, entre 26/12/2013 a 06/02/2014. Os valores de pH variaram de 5,23 no poço D no dia 06/02/2014 a 7,73 no poço A no 16/01/2014. Medeiros et al. (2003) avaliando o pH em dez poços entre os municípios de Mossoró-RN e Baraúna-RN, observaram um pH abaixo de 7.

Já Lima et al., (2007) trabalhando com mamona, utilizou uma água de poço próximo a Mossoró-RN, que apresentou o resultado de pH igual a 7,3 (pH 1:2,5). Rocha (2008) estudando a qualidade das águas de poços tubulares da bacia do Rio do peixe, encontrou valores de pH variando de 6,85 a 8,27. Em um trabalho realizado por Alencar (2007) no polo agrícola de Mossoró-RN (Pau Branco, Califórnia, Gangorra, Posto

fiscal) e Baraúna (Poço Baraúna, Catiguinha e Olho D'água da Escada), notou resultados que estão na faixa de 6,33 a 7,36.

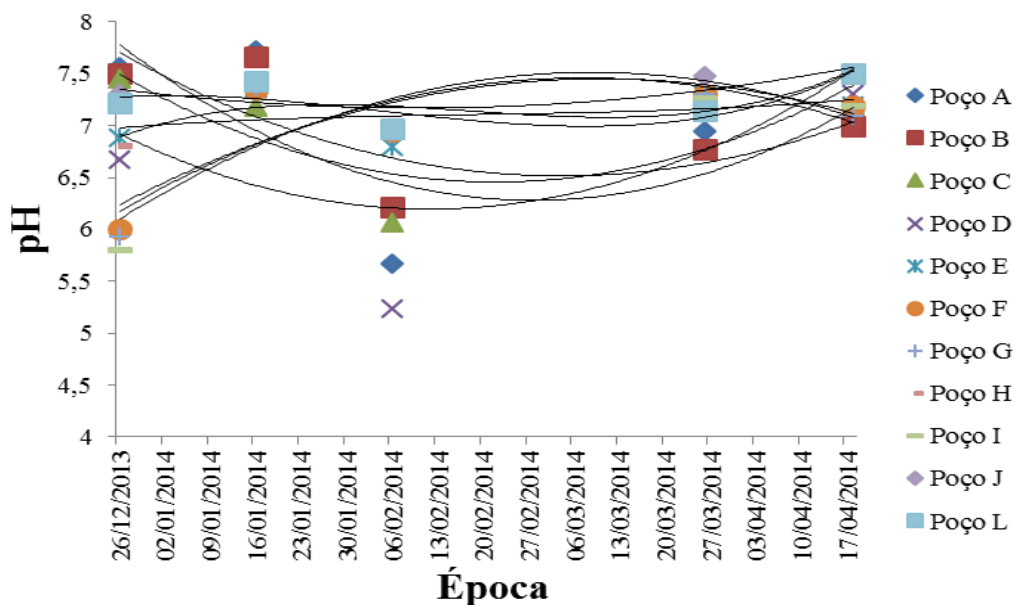
Resultados semelhantes foram verificados por Oliveira e Maia (1998), com valores de pH 6,9 a 7,6, com o poço da cidade de Governador apresentando 8,2.

**Figura 22:** pH das águas dos poços da comunidade Bezerra e do rio Piranhas



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$6E-06x^3 - 0,7956x^2 + 33174x - 5E+08$	0,7892
Poço B	$6E-06x^3 - 0,7357x^2 + 30681x - 4E+08$	0,7762
Poço C	$5E-06x^3 - 0,5815x^2 + 24243x - 3E+08$	0,9304
Poço D	$-0,0002x^2 + 12,658x - 263877$	0,732
Poço E	$5E-06x^3 - 0,6131x^2 + 25559x - 4E+08$	0,7069
Poço F	$2E-06x^3 - 0,2402x^2 + 10016x - 1E+08$	0,5397
Poço G	$2E-06x^3 - 0,2402x^2 + 10016x - 1E+08$	0,5397
Rio Piranhas	$-9E-05x^2 + 7,1654x - 149296$	0,6014

**Figura 23:** pH da água dos poços da comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras.



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$0,0004x^2 - 30,823x + 642623$	0,4419
Poço B	$0,0003x^2 - 21,524x + 448797$	0,5393
Poço C	$0,0003x^2 - 25,751x + 536810$	0,5784
Poço D	$0,0003x^2 - 26,427x + 550767$	0,3216
Poço E	7,3	
Poço F	$-0,0002x^2 + 18,415x - 384017$	0,6634
Poço G	$-0,0003x^2 + 20,938x - 436616$	0,6474
Poço H	$3E-06x^3 - 0,3931x^2 + 16387x - 2E+08$	0,6067
Poço I	$-0,0003x^2 + 22,371x - 466505$	0,633
Poço J	$9E-05x^2 - 7,2567x + 151235$	0,4289
Poço L	$2E-06x^3 - 0,2892x^2 + 12052x - 2E+08$	0,6591

A figura 24 revela o monitoramento da condutividade elétrica da água (CE) nos poços da comunidade de Bezerra, com comportamento semelhante ao do pH, com aumento da CE até o dia 07/02/2014 e uma redução a partir desta data na maioria dos poços, mostrando que há uma relação entre as duas variáveis.

Observou-se que o poço apresentou os maiores valores de CE, variando de 0,66 a 0,92 dS m<sup>-1</sup>, seguindo pelos poços G e D, que apresentaram resultados de 0,57, 0,55 e 0,87 e 0,88 dS.m<sup>-1</sup>. O rio Piranhas mostrou os menores resultados (0,08 a 0,22 dS.m<sup>-1</sup>) de CE, com o comportamento decrescente com o tempo, obtendo o menor valor na última coleta (17/04/2014).

Essa tendência coincidiu com o período das chuvas na região que vai de fevereiro a abril. Segundo a informação apresentada pela figura 25, os valores de

condutividade elétrica da maioria dos poços da comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras apresentaram uma redução a partir de 06/02/2014, com isso, podemos observar o efeito das chuvas na redução da condutividade elétrica da água, como já foi verificado com os poços da comunidade de Bezerra.

Com o aumento da precipitação pluviométrica há uma recarga na quantidade de água nos poços, assim os sais presentes nas águas são diluídos com o aumento do volume da água no poço. O poço I apresentou um comportamento diferente, com um aumento entre 26/12/2013 a 16/01/2014 (0,67 a 0,85 dS m<sup>-1</sup>) respectivamente, seguido de uma redução até 06/02/2014 (0,73 dS m<sup>-1</sup>), mantendo os valores constantes, e uma redução a partir de 26/03/2014 (0,6 dS m<sup>-1</sup>).

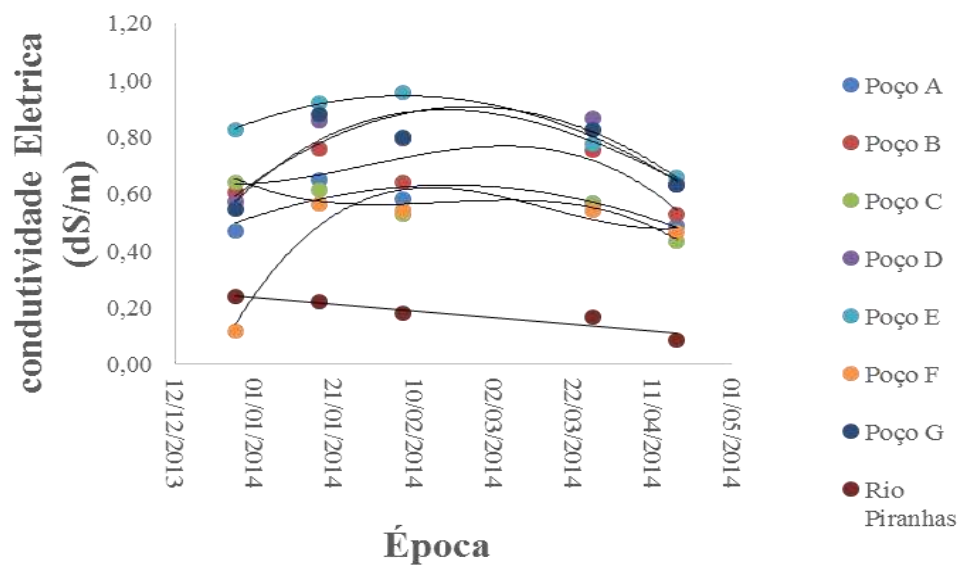
Verifica-se que a água dos poços estão classificados com salinidade moderada (0,7 a 3,0 dS m<sup>-1</sup>) (AYERS; WESTCOT, 1985).

A intensa evapotranspiração no semiárido brasileiro, muitas vezes, maior que as precipitações anuais, têm comprometido a qualidade das águas dos reservatórios (SILVA et al., 2004), elevando as concentrações de sais nas águas superficiais.

Medeiros et al., (2003) observaram CEs 1,17 a 2,98 dS m<sup>-1</sup> em diferentes poços na região de Mossoró – Baraúna-RN, semelhantemente, Oliveira e Maia (1998) observando a condutividade elétrica de poços de cidade do oeste potiguar, pode observar valores variando de 0,9 dS m<sup>-1</sup> em Ipanguaçu a 4,0 dS m<sup>-1</sup> em Grossos, resultado esse que pode ter sido influenciado pela aproximação dos poços ao mar. Andrade Junior et al., (2006) avaliando a qualidade da água de 225 poços na região semiárida do estado do Piauí no período de estiagem (estação seca), notaram que os maiores valores de CE estão presentes na porção leste da área estudada

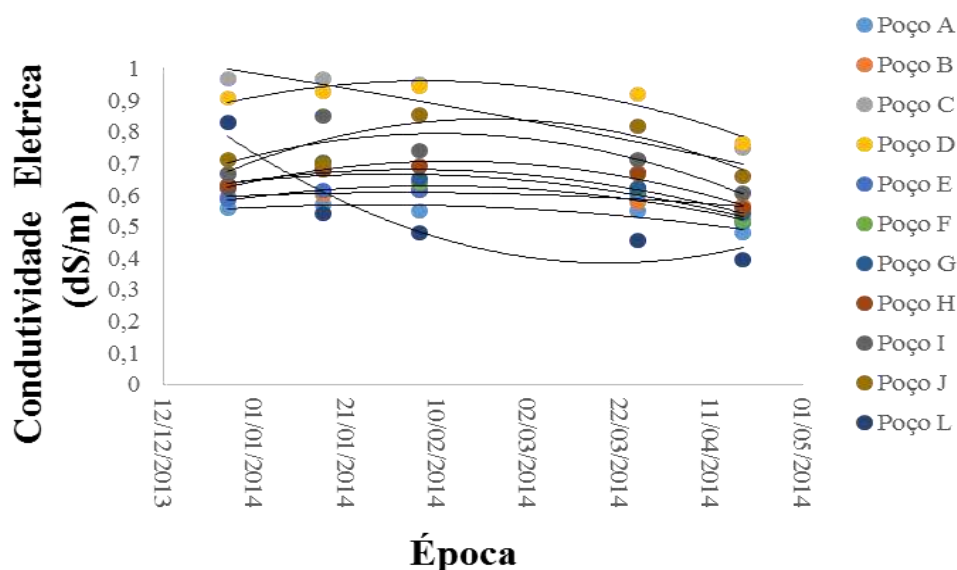
Santiago et al. (1999), em estudo realizado em Picos, encontraram valores de 2,5 dS m<sup>-1</sup> a 25°C, evidenciando que essas águas têm restrição para as atividades agrícolas, em virtude do risco de salinização dos solos.

**Figura 24:** Condutividade elétrica da água nos poços da comunidade de Bezerro e o rio Piranhas.



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$-5E-05x^2 + 3,8051x - 79314$	0,6628
Poço B	$-8E-07x^3 + 0,1017x^2 - 4238,1x + 6E+07$	0,5567
Poço C	$-8E-07x^3 + 0,1057x^2 - 4408x + 6E+07$	0,8665
Poço D	$-9E-05x^2 + 7,5827x - 158074$	0,7595
Poço E	$-6E-05x^2 + 5,3133x - 110721$	0,9845
Poço F	$1E-06x^3 - 0,1817x^2 + 7580,5x - 1E+08$	0,9053
Poço G	$4E-07x^3 - 0,0494x^2 + 2065,2x - 3E+07$	0,7611
Rio Piranhas	$-0,0012x + 50,324$	0,868

**Figura 25:** Condutividade elétrica da água nos poços da comunidade de Várzea Comprida de Oliveiras.



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$-1E-05x^2 + 0,9987x - 20805$	0,823
Poço B	$-8E-06x^2 + 0,6637x - 13829$	0,9151
Poço C	$-4E-06x^2 + 0,2917x - 6025,1$	0,8052
Poço D	$-4E-05x^2 + 3,0374x - 63295$	0,8825
Poço E	$-2E-05x^2 + 1,9062x - 39724$	0,891
Poço F	$-2E-05x^2 + 1,8803x - 39176$	0,8813
Poço G	$-3E-05x^2 + 2,1981x - 45803$	0,8462
Poço H	$-3E-05x^2 + 2,8396x - 59181$	0,9418
Poço I	$-4E-05x^2 + 3,5862x - 74736$	0,6615
Poço J	$5E-05x^2 + 4,2734x - 89081$	0,6701
Poço L	$6E-05x^2 - 4,7914x + 99944$	0,8897

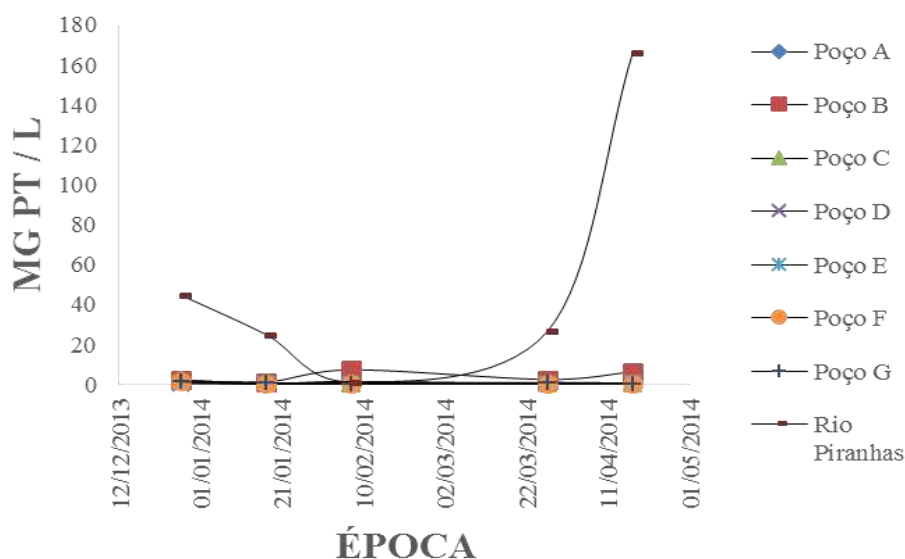
As águas do Rio Piranhas apresentaram um comportamento diferente das demais águas dos poços (Figura 26). Observou-se uma redução na turbidez da água entre 27/12/2013 e 07/02/2014, seguido de um aumento crescente dos valores até 17/04/2014. Verificou-se que os maiores valores de turbidez (44,8 e 166 mg Pt / L) encontrados nas águas do Rio Piranhas coincidiu com o período das chuvas, isto pode ser explicado pelo fato que as águas vindas das chuvas provocaria um movimento de partículas sólidas do fundo do rio, além do arrasto de matérias grosseiros do leito do Rio. Entre os poços da comunidade Bezerra, o poço B foi o que apresentou os maiores resultados, com valores de 7,34 e 6,33 mg Pt / L entre 07/02/2014 a 17/04/2014 respectivamente.

Para os poços da comunidade da Várzea Comprida dos Oliveiras, os maiores valores foram encontrados na coleta de 16/01/2014 (figura 27), com o poço J

apresentando 2,55 mg Pt / L. Os poços F e E apresentaram os menores valores na data de 26/03/2014 (0,18 a 0,23 mg Pt / L). Resultados semelhantes foram observados por Barcellos et al., (2000) e Silva, Araújo e Souza (2007) estudando a turbidez de poços rasos no município de Lavras-MG, onde encontraram valores de 2, 52 mg Pt / L e 5 mg Pt / L.

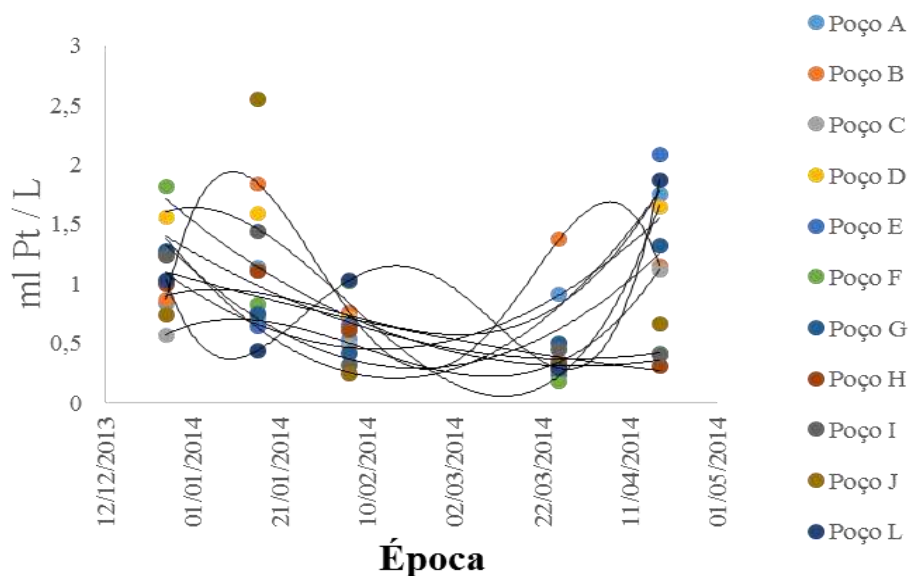
Normalmente as águas subterrâneas são isentas de cor, mas de forma atípica podem atingir valores até 100 mg Pt/L (FEITOSA E FILHO, 1997) o que provoca uma repulsa psicológica pelo consumidor. Rocha (2008) avaliando a qualidade das águas dos poços do estado do Piauí, observou que a turbidez apresentou um valor máximo de 787 mg Pt / L.

**Figura 26:** Turbidez das águas dos poços da comunidade Bezerra e do rio Piranhas.



Tratamentos	Equações
Poço A	0,56
Poço B	3,93
Poço C	0,88
Poço D	0,58
Poço E	0,54
Poço F	0,63
Poço G	0,92
Rio Piranhas	52,72

**Figura 27:** Turbidez das águas dos poços da comunidade várzea comprida dos Oliveiras.



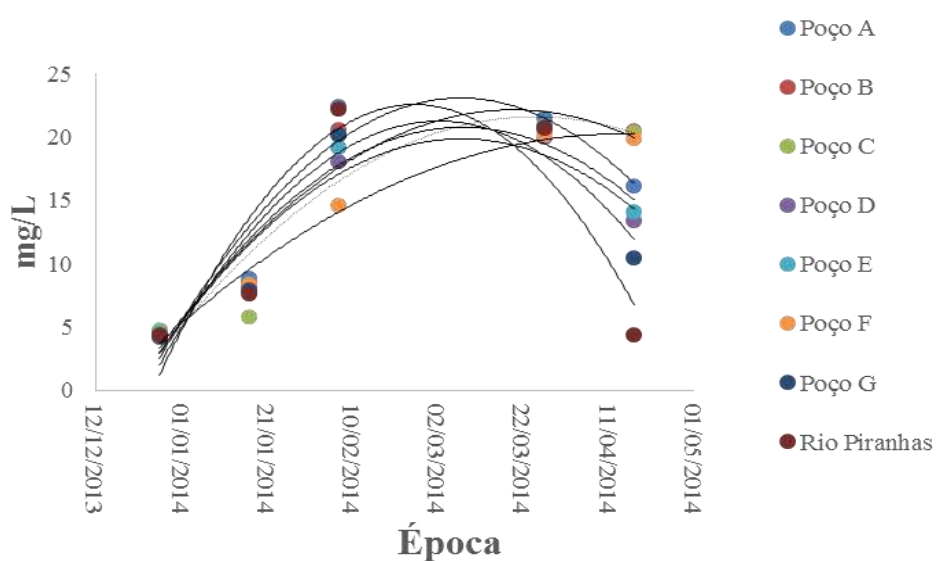
Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$4E-06x^3 - 0,5542x^2 + 23097x - 3E+08$	0,8772
Poço B	1,56	
Poço C	$5E-06x^3 - 0,5979x^2 + 24922x - 3E+08$	0,9975
Poço D	$9E-06x^3 - 1,1008x^2 + 45877x - 6E+08$	0,9756
Poço E	$0,0004x^2 - 35,605x + 742128$	0,706
Poço F	$-1E-07x^3 + 0,0178x^2 - 750,52x + 1E+07$	0,862
Poço G	$0,0003x^2 - 26,11x + 544275$	0,9644
Poço H	$= 3E-05x^2 - 2,2702x + 47476$	0,8762
Poço I	$0,0001x^2 - 10,08x + 210292$	0,6646
Poço J	$0,0003x^2 - 22,221x + 463120$	0,4526
Poço L	1,6	

Notou-se que as águas dos poços da comunidade Bezerra apresentaram comportamento semelhante entre as épocas de coleta para oxigênio dissolvido, com um pequeno acréscimo nos valores entre 27/12/2013 a 17/01/2014 (figura 28), seguido um aumento brusco entre 17/01/2014 e 07/02/2014. O poço A e o rio Piranhas apresentam os maiores valores (22,4, 21,5 e 22,2, 20,7) entre 07/02/2014 e 27/03/2014. Já os poços da comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras apresentaram um grande aumento entre 16/01/2014 e 06/02/2014, com valores variando de 20,6 a 21,1 mg / L, mantendo os valores quase constantes (figura 29). O poço H demonstrou uma oscilação entre os valores, com uma redução entre 06/02/2014 a 26/03/2014 (20,7 e 15,5 mg / L), seguido de um aumento até 20,2 mg / L (28/04/2014).



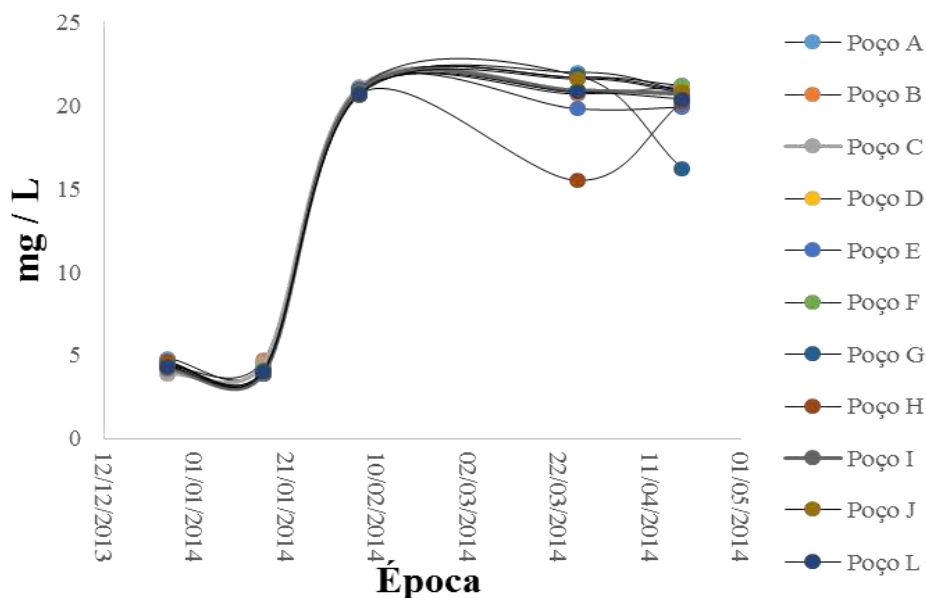
Um trabalho desenvolvido por Barcellos et al., (2000) nas águas de mananciais do município de lavras-MG, verificaram valores de 5,2 de mg / L para poços rasos. Resultados similares foram encontrados por Manchester et al., (2013) avaliando as águas de minas do município de Teófilo Otoni-MG, verificaram resultados próximos de 6 mg / L. Nascimento e Barbosa (2005) encontraram valores de 6,4 mg / L nas águas da Bacia do Caia no município de Salvador-BA.

**Figura 28:** Oxigênio dissolvido na água dos poços da comunidade Bezerro e do rio Piranhas.



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$-0,0041x^2 + 343,88x - 7E+06$	0,8922
Poço B	$-0,0027x^2 + 228,87x - 5E+06$	0,9061
Poço C	$-0,0024x^2 + 201,67x - 4E+06$	0,8473
Poço D	$0,0034x^2 + 281,3x - 6E+06$	0,9083
Poço E	$-0,0036x^2 + 296,22x - 6E+06$	0,896
Poço F	$-0,0014x^2 + 118,79x - 2E+06$	0,998
Poço G	$-0,0045x^2 + 374,3x - 8E+06$	0,8427
Rio Piranhas	$-0,006x^2 + 499,66x - 1E+07$	0,7859

**Figura 29:** Oxigênio dissolvido na água dos poços da comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras.



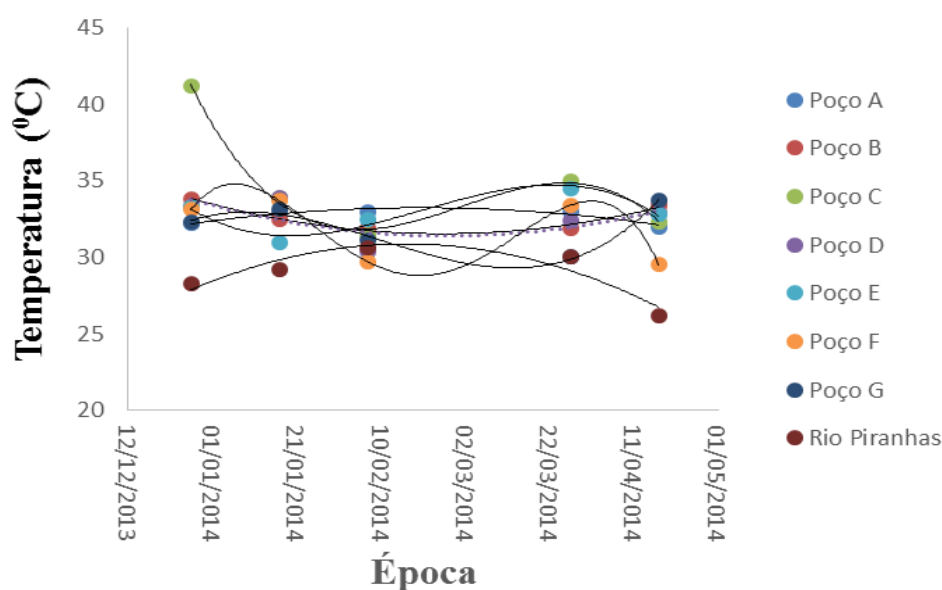
Tratamentos	Equações
Poço A	14,56
Poço B	14,34
Poço C	14,24
Poço D	14,32
Poço E	13,84
Poço F	14,46
Poço G	13,44
Poço H	12,98
Poço I	14,12
Poço J	14,3
Poço L	14,04

A Temperatura da água dos poços da comunidade Bezerra manteve valores constantes durante o período de monitoramento, com uma pequena redução mais acentuada no poço C (41,2 a 33,9 °C) entre 27/12/2013 a 17/01/2014 e 27/03/2014 a 17/04/2014, já o poço G apresentou um aumento entre 27/03/2014 e 17/04/2014, mostrando valores de (30 a 33,7 °C) (figura 30). Os maiores valores foram encontrados no início do monitoramento, com valor de 41 °C no poço C. Já os poços da comunidade várzea comprida da Oliveiras apresentaram os menores valores entre 26/12/2013 e 16/01/2014 e a partir de 26/03/2014 (figura 31). O poço D foi o tratamento que obteve

os maiores resultados, com média de 35 °C. Os poços E e F demonstraram os menores valores médios de graus Celsius entre os poços (3,54 e 3,56 °C).

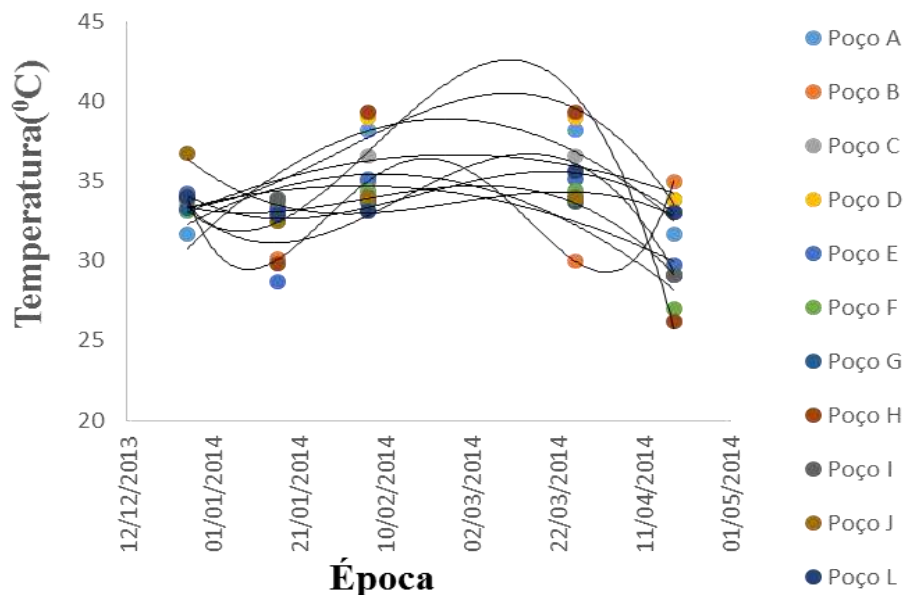
Em uma pesquisa desenvolvida por Barcellos et al. (2000) nas águas de poços rasos, em Lavras-MG, encontraram valores médios de 23 °C. Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento e Barbosa (2005), onde eles avaliaram a qualidade da água de um aquífero freático na cidade de Salvador, encontraram valor médio de 26,5 °C.

**Figura 30:** Temperatura da água dos poços da comunidade Bezerro e do rio Piranhas.



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$-0,0004x^2 + 29,402x - 612856$	0,9009
Poço B	$0,0007x^2 - 54,385x + 1E+06$	0,9649
Poço C	$-5E-05x^3 + 6,5749x^2 - 274168x + 4E+09$	0,9955
Poço D	$0,0006x^2 - 54,194x + 1E+06$	0,4202
Poço E	$-3E-05x^3 + 3,3963x^2 - 141589x + 2E+09$	0,9392
Poço F	34,6	
Poço G	$3E-05x^3 - 3,6252x^2 + 151096x - 2E+09$	0,9784
Rio Piranhas	$-0,0012x^2 + 95,987x - 2E+06$	0,8593

**Figura 31:** Temperatura da água dos poços da comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras.



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$-0,0023x^2 + 188,36x - 4E+06$	0,865
Poço B	32,4	
Poço C	$-0,0009x^2 + 77,748x - 2E+06$	0,7102
Poço D	$-3E-05x^3 + 3,8234x^2 - 159320x + 2E+09$	0,8815
Poço E	$-5E-05x^3 + 6,6609x^2 - 277649x + 4E+09$	0,6725
Poço F	$= -0,0016x^2 + 129,63x - 3E+06$	0,7908
Poço G	$-2E-05x^3 + 2,6978x^2 - 112430x + 2E+09$	0,9931
Poço H	$= -9E-05x^3 + 10,875x^2 - 453224x + 6E+09$	0,8885
Poço I	$= -0,0009x^2 + 73,411x - 2E+06$	0,7711
Poço J	$2E-05x^3 + 2,7577x^2 - 114984x + 2E+09$	0,8018
Poço L	$-3E-05x^3 + 3,1305x^2 - 130501x + 2E+09$	0,9724

## 5.2. Análise descritivas dos dados das Análises químicas

Conforme os resultados obtidos, observou-se que o Bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) foi o ânion que apresentou os maiores resultados em todos os poços e no Rio Piranhas, com valores variando de 11,32  $\text{mmol}_c / \text{L}$  no poço 4 (figura 32D) a 1,58  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  (figura 32T). Os poços 18, 10 e 6 apresentaram concentrações de 11, 10,42 e 10,34  $\text{mmol}_c / \text{L}$  de  $\text{HCO}_3^-$ . Medeiros et al (2003) encontrou valores de  $\text{HCO}_3^-$  acima de 5  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  estudando as concentrações de sais em poços da região de Mossoró-Baraúna.

Resultados acima de  $5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  na água de irrigação podem provocar precipitação de fertilizantes fosfatados, quando adicionados, causando obstrução dos emissores. Nas águas que contêm concentrações elevadas de íons de  $\text{HCO}_3^-$ , há tendência de ocorrer precipitação de cálcio e magnésio, sob forma de carbonatos, reduzindo, assim, as concentrações desses íons, aumentando o a proporção de sódio (BERNARDO, SOARES, MANTOVANNI, 2011). Resultados semelhantes foram encontrados por Alencar (2007) avaliando a qualidade das águas dos poços do calcário jandaira, verificou valor médio de  $4,0 \text{ mmol}_c / \text{L}$ .

Silva et al. (2003) avaliando a qualidade química das águas de poços da região sudeste do estado do Piauí, encontraram valores de 134, 170 e 313  $\text{mg} / \text{L}$  de  $\text{HCO}_3^-$  para poços dos municípios de Padre Marcos, Picos e Pio IX respectivamente. Lima et al., (2007) avaliando o efeito da salinidade na cultura da mamona, obtiveram seis níveis de salinidade na água de irrigação (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5  $\text{dS m}^{-1}$ ), e concentrações de  $\text{HCO}_3^-$  (2,3, 4,0, 3,3, 3,5, 3,3, 3,7  $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ), observando assim uma relação entre as duas variáveis, um pequeno aumento do teor de  $\text{HCO}_3^-$  com aumento da salinidade.

O carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) apresentou os maiores valores nos poços 11, 18 e 10 (Figura 32L, 32S e 32J), com 1,34, 1,14 e 1,12  $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , e menor foi verificado na água do Rio Piranhas, com  $0,0 \text{ mmol}_c / \text{L}$ . Os poços 2, 5 e 17 apresentaram resultados de 0,72, 0,64 e 0,94  $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ . Rocha (2008) avaliando a concentração de  $\text{CO}_3^{2-}$  nas águas de poços na bacia do Rio dos peixes, verificaram  $0,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ . No entanto, o valor de pH medido no campo foi igual a 8,41 na localidade de Canabrava, indicando a presença de carbonatos, o que não ocorreu na análise laboratorial. A sua ausência pode ser explicada devido à reação entre o dióxido de carbono presente no ar atmosférico com os carbonatos para formar bicarbonatos.

Entre os íons estudados neste trabalho, o potássio e o sulfato foram o que apresentaram os menores resultados entre os poços, com exceção do rio Piranhas, onde o carbonato que apresentou menor valor. Foi verificado que os valores de potássio variaram de 0,02 a 0,12  $\text{mmol}_c / \text{L}$  nos poços 12 e 16 (Figura 32M e 32Q). O potássio apresentou os menores valores entre os íons analisados, com valor médio de  $0,07 \text{ mmol}_c / \text{L}$ .

Alencar (2007) monitorando a qualidade das águas de poços da região Mossoró- Baraúna, observou resultados  $0,06 \text{ mmol}_c / \text{L}$  de potássio em poços do município de Baraúna e  $0,41 \text{ mmol}_c / \text{L}$  nos poços da comunidade Gangorra, pertencente ao

município de Mossoró. Costa e Gheyi (1984) observaram valores de potássio 0,03 a 0,31 em poços do município de São Bento-PB e Brejo do Cruz-PB. Lima et al., (2007) observou uma relação entre CE (condutividade elétrica) da água com o teor de potássio, com a obtenção de cinco níveis de água salina (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 dS m<sup>-1</sup>) no trabalho, os valores de potássio aumentaram linearmente (0,24, 0,34, 0,40, 0,46, 0,51 e 0,58 mmol<sub>c</sub> / L).

O sulfato apresentou resultados que variaram de 0,05 mmol<sub>c</sub> / L no poço 5 (Figura 32E) a 0,86 mmol<sub>c</sub> / L no poço 3 (figura 32C). Notou-se o sulfato apresentou um valor médio de 0,21 mmol<sub>c</sub> / L. A presença de um íon em excesso poderá provocar deficiência ou inibir a absorção de outro, devido à precipitação.

O excesso de sulfato pode ocasionar a precipitação do cálcio, afetando o crescimento da planta pela falta do elemento precipitado e não pelo excesso de outro íon. Segundo Pizarro (1978), as culturas bananeira e o Alface são afetadas pelo alto teor de sulfato na água de irrigação. Em uma pesquisa realizada por Costa e Gheyi (1984) avaliando a qualidade das águas nos poços da microrregião do município de Catolé do Rocha-PB, observaram valores de sulfatos 0,5 mmol<sub>c</sub> / L em poços de Jerico-PB e 1,00 mmol<sub>c</sub> / L em Bom sucesso.

De acordo com o apresentado, os íons o cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e o magnésio (Mg<sup>2+</sup>) foram em média o segundo e o terceiro mais concentrado nas águas avaliadas neste trabalho. O cálcio apresentou valores de 3,3 mmol<sub>c</sub> / L no poço 16 (Figura 32Q), 2,4 mmol<sub>c</sub> / L nos poços 5 e 6 (Figuras 32E e 32F), 1,4 mmol<sub>c</sub> / L no poço 10 (Figura 32J) e 0,9 mmol<sub>c</sub> / L no poço 11 (Figura 32L), com valor médio 1,9 mmol<sub>c</sub> / L. O íon Mg<sup>2+</sup> também apresentou o maior e o menor resultado nos poços 16 e 11 (figura 32Q e 32L), como foi visto para o Ca<sup>2+</sup>, mostrando assim, uma relação entre esses dois elementos na água. Os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> na água de irrigação são afetados pela concentração de bicarbonato na água, pois um aumento no teor de bicarbonato na água de irrigação ocasionara formação de precipitados, no caso, o carbonato de cálcio e de magnésio (CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>).

Medeiros et al., (2003) verificou que em todos os poços analisados a concentração de cálcio estava bastante alto, sendo que as águas das comunidades de Boa Água, Cacimba Funda, Mata Fresca e Serra Mossoró as que apresentaram maiores valores para esses íons. Medeiros et al., (2003) também mostrou uma tabela com uma relação entre a salinidade da água e teor de Ca+Mg, obtendo uma equação  $Y = 4,75X +$

4,56, Martins (1993) e Silva Júnior et al. (1999) encontraram resultados semelhantes com outras águas do Nordeste do Brasil. Oliveira e Maia obtiveram resultados similares a esse trabalho, estudando a concentração de sais em poços na chapada do Apodi, encontrou valor médio de 3,33 mmol<sub>c</sub> / L de cálcio e 2,9 mmol<sub>c</sub> / L de magnésio.

Junior, Gheyi e Medeiros (1999) observaram valores de Ca<sup>2+</sup> (1,47, 4,2, e 2,75 mmol<sub>c</sub> / L) em poços dos municípios de Pau dos Ferros-RN, Boqueirão-PB e Picuí-PB, respectivamente, e 1,08, 4,96, e 5,70 mmol<sub>c</sub> / L de Mg<sup>2+</sup> nos respectivos municípios. Alencar (2007) observou valores de Cálcio que variaram entre 6,2 e 26,5 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup> na 1ª coleta e 7,1 e 23,7 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup> na 4ª coleta, onde apenas a localidade de Gangorra apresentou valores considerados acima dos normais (>20 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup>). Com relação ao Mg<sup>2+</sup>, os valores variaram entre 2,69 e 8,53 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup> na 1ª leitura e entre 2,6 e 15,4 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup> na 4ª, com a localidade de Gangorra apresentando os maiores valores nas 48 duas épocas. Estes valores são considerados por Ayers & Westcot, (1999) acima do normal (0- 5 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup>).

O cloreto (Cl<sup>-</sup>) e o sódio (Na<sup>+</sup>) na água dos poços e do Rio Piranhas apresentaram valores médios de 1,5 e 1,67 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> simultaneamente. No poço 13 foi observado o maior valor de Cl<sup>-</sup> (2,5 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>) ,já no poço 1 foi verificado o menor valor de Cl<sup>-</sup> (0,6 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>).

Resultados semelhantes foram encontrados por Junior, Gheyi e Medeiros (1999), Medeiros et al., (2003), onde encontraram valores de Cl<sup>-</sup> variando entre 4,4 e 6,9 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>.

O Cl<sup>-</sup> é um íon que se tornara toxico para planta quando a mesma absorve em excesso, O cloreto não é retido nem adsorvido pelas partículas do solo, deslocando-se facilmente com a água do solo, mas é absorvido pelas raízes e translocado às folhas, onde se acumula pela transpiração. A sensibilidade das culturas a este íon é bastante variável como, por exemplo, as frutíferas, que começa a mostrar sintomas de danos a concentrações acima de 0,3 % de cloreto, em base de peso seco, as espécies tolerantes podem acumular até 4,0 a 5,0 % de cloreto sem manifestar qualquer sintoma de toxicidade (DIAS, BLANCO, 2010).

Alencar (2007) estudando as concentrações de sais nas águas de irrigação, observou que em quase todos os poços da região Mossoró-Baraúna apresentou resultados no teor de cloreto acima de 10 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, o mesmo também observou uma relação entre CE x Cl<sup>-</sup>, pois com o aumento linear da concentração de Cl<sup>-</sup> houve também

um ascensão linear na curva de Condutividade elétrica. Maia, Morais e Oliveira (1998) também observaram uma forte relação entre CE x Cl<sup>-</sup>, com R<sup>2</sup> igual a 0,85.

O sódio obteve os maiores resultados nos poços 3, 4 e 15, com valores de 3,68, 3,08 e 2,97 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, e o menor foi encontrado estudando o poço 14. Resultados similares foram notado por Medeiros et al., (2003), onde os valores variaram de 2,9 a 4,9 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>.

A toxicidade ao sódio é mais difícil de diagnosticar que ao cloreto, porém tem sido identificada claramente como resultado de alta proporção de sódio na água. Ao contrário dos sintomas de toxicidade do cloreto, que têm início no ápice das folhas, os sintomas típicos do sódio aparecem em forma de queimaduras ou necrose, ao longo das bordas (DIAS, BLANCO, 2010).

O excesso de sódio no solo, mais precisamente, com PST (percentagem de sódio trocável) acima de 15%, pode acarreta em um problema desastroso no solo, chamado de sodicidade. O sódio além de causar toxidez na planta, pode ocasionar a desestruturação do solo. De modo generalizado, os solos sódicos, ou seja, com excesso de sódio trocável, apresentam problemas de permeabilidade e qualquer excesso de água causará encharcamento na superfície do solo, impedindo a germinação das sementes e o crescimento das plantas, por falta de aeração.

Resultados obtidos por Alencar (2007) demonstraram uma baixa concentração de sódio, sendo inferior a cálcio, mostrando que não há muito problema por parte do mesmo. Lima et al., (2007) verificou que há uma relação entre CE x Na<sup>+</sup>, com valores de CE (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 dS m<sup>-1</sup>) e Na<sup>+</sup> (3,67, 7,49, 10,96, 13,96, 16,82 e 29,77 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>). Maia, Morais e Oliveira (1998) obtiveram um coeficiente de relação R<sup>2</sup> igual 0,87, mostrando uma forte relação entre essas variáveis.

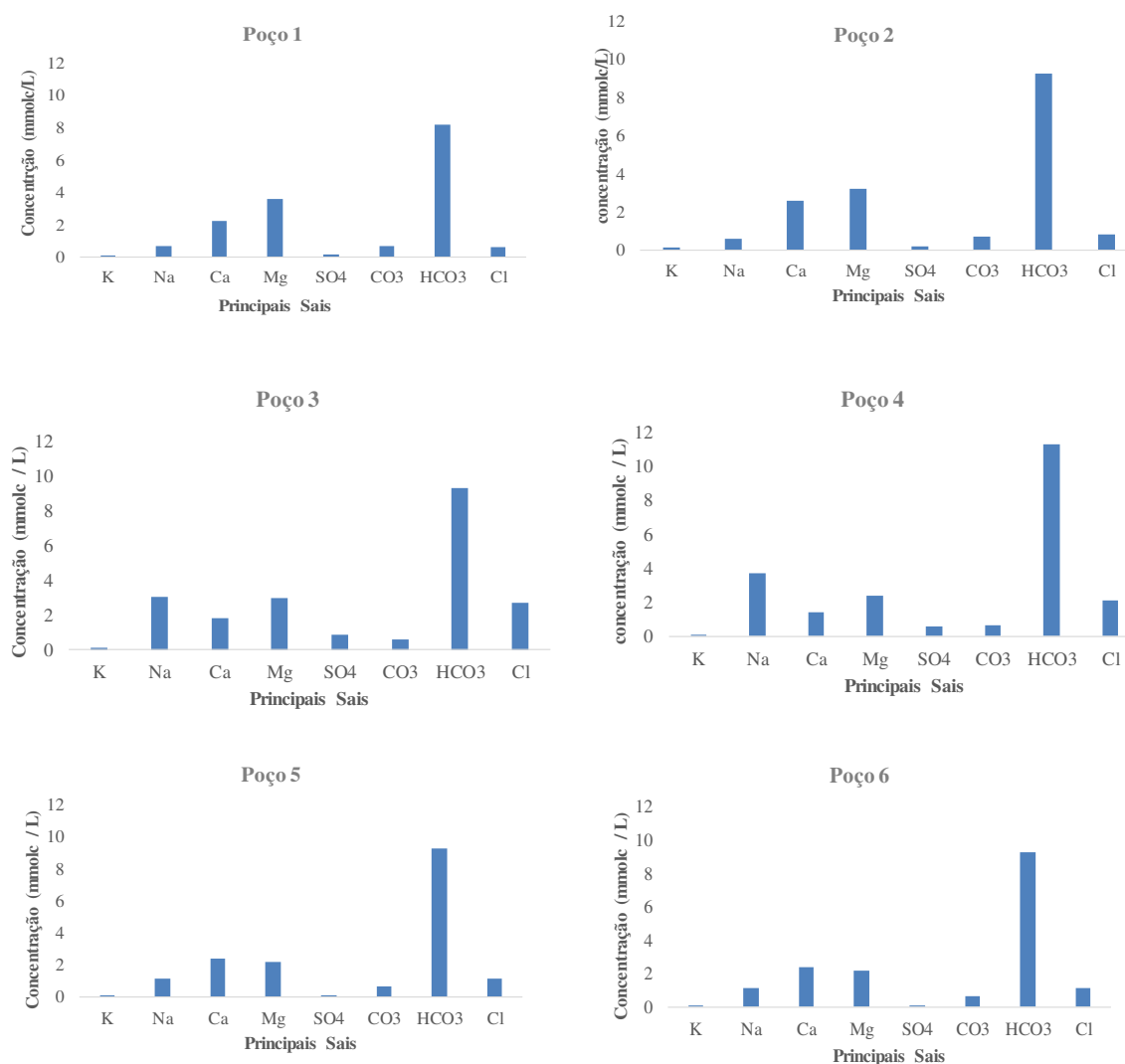
A RAS (relação adsorção de sódio) apresentou os maiores valores nos poços 4 e 10 e 11, com 2,76 e 2,46 mg L<sup>-1</sup> respectivamente (figura 32U). Resultados semelhantes foram encontrados por Medeiros et al., (2003), onde observaram valores de 2,31 a 2,43 mg L<sup>-1</sup>. Alencar (2007) observou que os poços da localidade de Gangorra apresentou os maiores valores médios na 1<sup>a</sup> e na 4<sup>a</sup> leituras, que foram de 7,21 e 4,74 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, e a localidade de Baraúna, os menores valores médios, que foram de 1,09 e 1,37 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

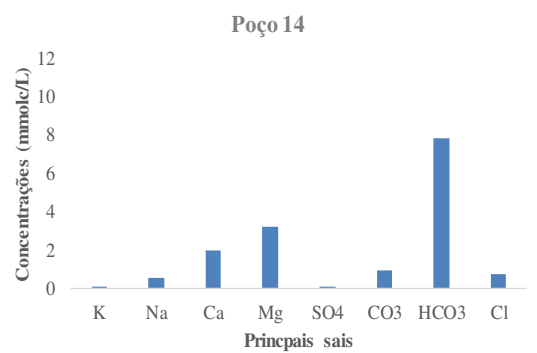
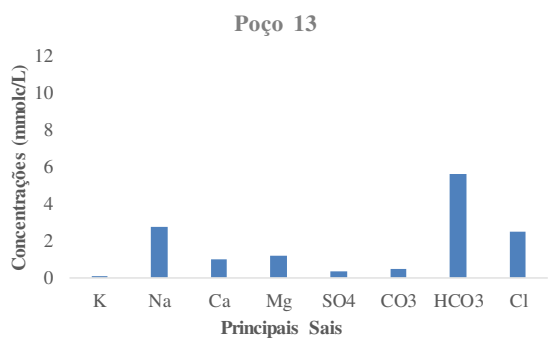
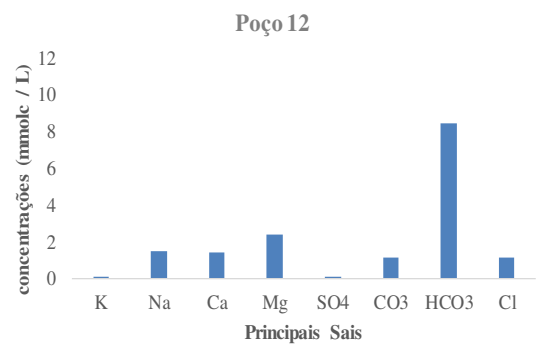
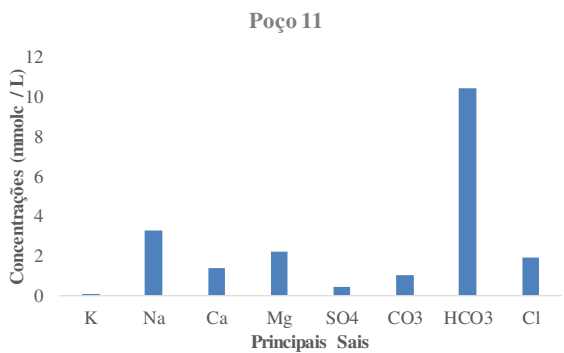
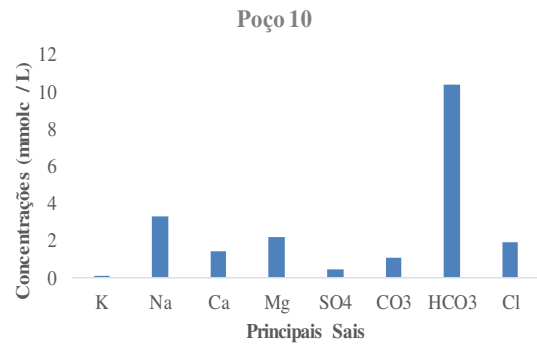
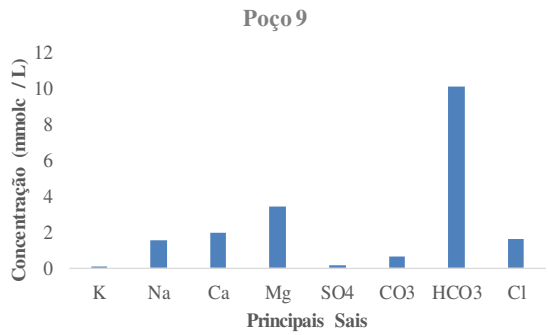
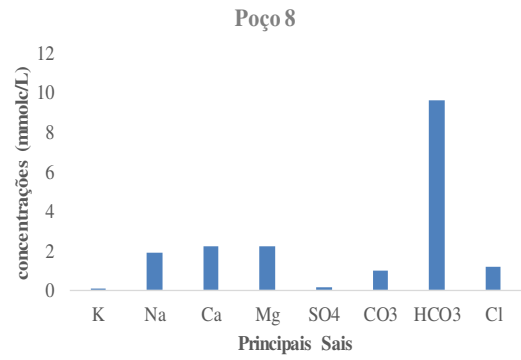
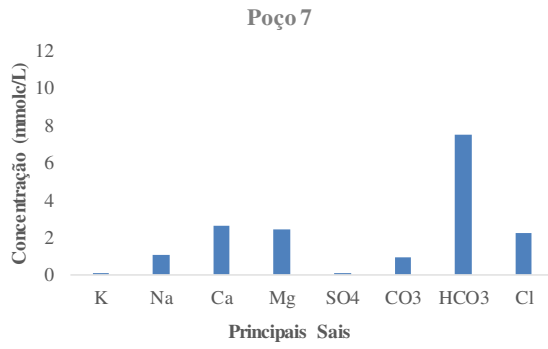
A sodicidade determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação se refere ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que tende a elevar a

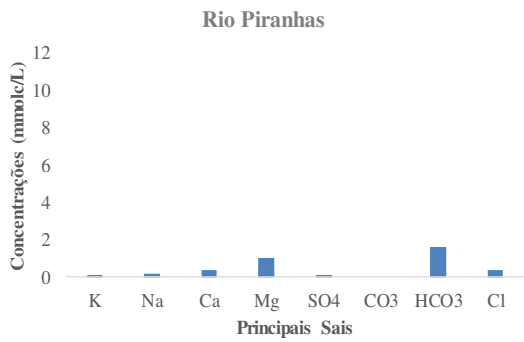
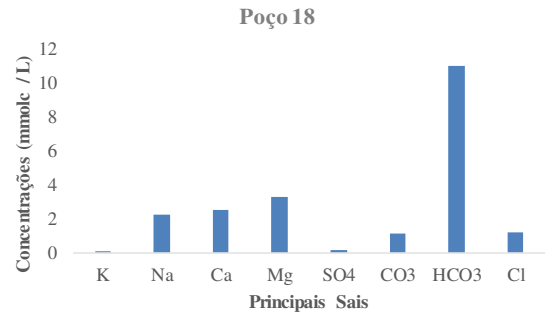
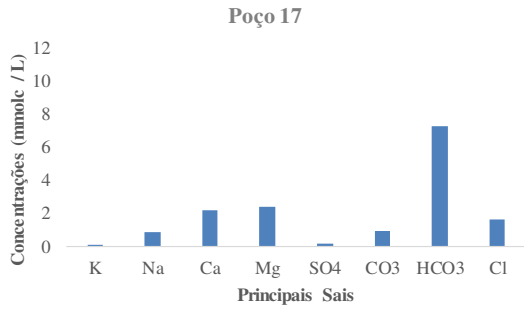
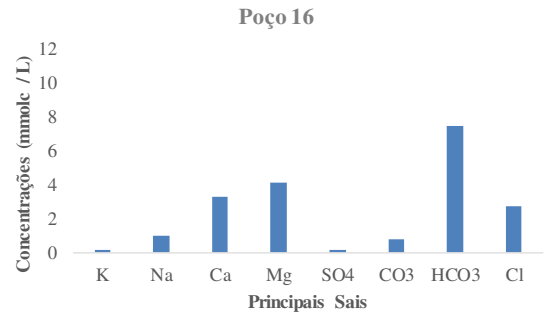
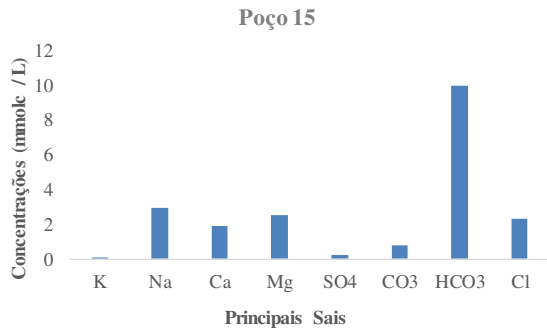


porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a sua capacidade de infiltração (PIZARRO, 1985). É de grande importância o controle criterioso da água usada na irrigação, principalmente quando de baixa condutividade elétrica (CE) e relações de adsorção de sódio (RAS) mais elevada, o que pode favorecer a dispersão dos colóides. Oliveira e Maia observaram que a RAS 1,6 a 3,5 mg L<sup>-1</sup> nos poços da região de Mossoró-Baraúna.

**Figura 32:** Concentrações dos principais sais encontrados nos poços da comunidade Bezerro e Várzea Comprida dos Oliveiras.







## 6 CONCLUSÕES

Houve uma redução da condutividade elétrica das águas a partir de fevereiro, período marcado pelo início das chuvas, demonstrando o efeito da água da chuva na diluição dos sais. O Rio Piranhas apresentou maiores valores de Turbidez a partir de Fevereiro, pois as chuvas nesse período conseguem revolver os materiais depositados no fundo do rio e arrastar os que estavam no leito do rio.

Dois sais estudados, o bicarbonato foi o íon que apresentou os maiores valores nas águas, com poços 4, 6 e 10 apresentando 11,3, 10,34 e 10,42  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ . Cloreto e o Sódio apresentaram resultados variando de 0,4 a 2,7  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  e 0,2 e 3,68  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  respectivamente, não causando preocupação para o uso na irrigação, levando em consideração um manejo de irrigação eficiente. A relação adsorção de sódio apresentou os maiores valores nos poços 4 (2,67  $\text{mg L}^{-1}$ ) e 13 (2,6  $\text{mg L}^{-1}$ ).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C.V. Influência da Agricultura na Qualidade da Água. Curitiba. OPS. 15 p, 1993.

AMARAL, A. B. Avaliação de mananciais subterrâneos e superficiais da bacia do Córrego Sossego considerando o uso para abastecimento doméstico e irrigação – contaminação por agrotóxico. Dissertação (Mestrado Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória/Espirito santo, 2011.

ALMEIDA FILHO, P. C. de. **Avaliação das condições ambientais e higiênico-sanitárias na produção de hortaliças folhosas no núcleo hortícola suburbano de Vargem Bonita, Distrito Federal.** Dissertação. (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental). Universidade Católica de Brasília, Brasília. 103p., 2008.

AESA: Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. [online] disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu/> acessado em: 10 de jan de 2014.

AYERS, R.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1.

AYERS, R.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** “Water Quality for Agriculture”. FAO. Tradução Gheyi. H. R. & Medeiros, JF de, UFPB. Campina Grande- PB, 217p. 1999.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. 7.ed. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária, 611p, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Lei nº 7.802*, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Poder Executivo. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1989.

BRASIL. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4074compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074compilado.htm)>. Acesso em: 28 junho. 2013.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece

as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.unesp.br/pgr/pdf/resolucao35705conama.pdf> >. Acesso em: 20 de agosto 2013.

BRASIL. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/agua\\_sub/arquivos/res39608.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/agua_sub/arquivos/res39608.pdf)>. Acesso em: 20 agosto 2013.

BRASIL. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4074compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074compilado.htm)>. Acesso em: 28 agosto. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 284 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos), 2006.

BARRETO, Aurelir N. Eficiência global do uso de água na agricultura Irrigada. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Aracaju, 2001. Anais... Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. 3. ed. São Paulo: CETESB, 1986. 640 p.

CETESB. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/125-variaveis-de-qualidade-das-aguas-e-dos-sedimentos>>. Acesso em: 18 jan. 2013.

CARNEIRO, Joaquim Osterne. Origem e evolução da irrigação no nordeste brasileiro. In: Revista do Instituto Histórico e Geográfico Paraibano, Ano XC, nº 34. João Pessoa: IHGP, 2001.

CURI, ROSIRES C. et al. Lucratividade de um perímetro irrigado em função da operação de um reservatório e da garantia de sustentabilidade do sistema. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.21, n.3, p.236-246, set. 2001.

DEUBERT, K. H. Environment fate of common turf pesticides: factors leading to leaching. **USGA Green Section Record**. Ann Arbor, v. 28, n. 4, p. 5-8, 1990.

EUROPEAN COUNCIL. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality intended for human consumption. **Official Journal of the European Communities**, 1998.L330, p. 32-54.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência. 602 p, 1998.

FRANÇA, Francisco Mavignier Cavalcante (coord). Políticas e estratégias para um novo modelo de irrigação documento síntese. Fortaleza: Banco do Nordeste, Banco Interamericano de Desenvolvimento e Ministério da Integração Nacional, 2001.

FRAVET, A. M. M. F. **Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu – SP**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 2006.

FERREIRA, P. de A. **Quantificação e análise do uso da água em práticas de agricultura irrigada na Bacia do Descoberto – DF**. 2005. 152 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

GHEYL, H. R. et al. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. João Pessoa: UFPB, 1997.

HELLER, L. et al. Terceira edição do guias da Organização mundial da Saúde: que impacto esperar na Portaria nº 518/2004? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIASANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande, MS. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2005.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L.de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

HU, H.; KIM, N.K. Drinking-water pollution and human health. In: CHIVIAN, E. *et al.* (Ed.). *Critical condition: human health and the environment*. 2. Ed. EUA: MIT Press, 1994. p. 31-45.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAISRENOVÁVEIS – IBAMA. Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental. 84 p. 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução de C. H. B. A. Prado e A. C. Franco. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Ed. Átomo – Campinas –SP. 2005.

LOPES, M. E. P. de A. **Avaliação do uso da água em sistemas de irrigação localizada nas culturas do café e do mamão**. 2006. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

MARASCHIN, L. **Avaliação do grau de contaminação por pesticidas na água dos principais rios formadores do pantanal mato-grossense.** Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente do Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2003.

MEDEIROS, M.L.M.B.; NIEWEGLEWSKI, A.M.A; FOWLER, R.B.; ROLAND, T.R.; ZAPPIA, U.R.S.; FRANCO, P.L.P. Problemática de Agrotóxicos no Paraná. Curitiba, SUREHMA, 1988. 14 p.

MENEZES, C. T. **Método para priorização de ações de vigilância da presença de agrotóxicos em águas superficiais:** Um estudo em Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Saneamento) – Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

Medeiros, J.F. de. Gheyi, H.R. Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais. In: Gheyi, H.R; Queiroz, J.E.; Medeiros, J.F. de. Manejo e Controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, SBEA, 1997. Cap.8, p.239-284.

Molozzi, J.; Pinheiro, A.; Silva, M. R. da Qualidade da água em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.9, p.1393-1398, 2006.

MORETTI, C. L. Boas práticas para a produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, julho, 2003 – Suplemento CD.

MORAES, A. J. **Manual para avaliação da qualidade da água.** São Carlos: Rima, 2001. 43p.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, Laércio. **Café :produtividade, qualidade e sustentabilidade.** Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2000. Disponível em: <[http://www.sbicafe.ufv.br/PDF/Conteudo/155552\\_Art01f.PDF](http://www.sbicafe.ufv.br/PDF/Conteudo/155552_Art01f.PDF)>. Acesso em: 29 jun. 2011.

MILHOME, M. A. L.; SOUSA, D. O. B.; LIMA, F. A. F.; NASCIMENTO, R. F. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14, n.3, p.363-372, jul./set. 2009.

NASCIMENTO, A. R. et al. Incidência de Escherichia coli e Salmonella em alface (*Lactuca sativa*). **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.19, n.128, p.121- 124, 2005.

OLIVEIRA, E. S. DE. **Indicadores geoambientais de qualidade das águas na bacia do Córrego Sujo, médio vale do Rio Paraíba do Sul.** Tese (Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente) – Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007.



OLIVEIRA, M. L. S. et al. Análise microbiológica de alface (*Lactuca sativa*L.) e tomate (*Solanumly copersicon* L.) comercializados em feiras-livres da cidade de Belém, Pará. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.19, n.143, p.96-101, 2006.

OLIVEIRA, C. A; GERMANO, P. M. Estudo da ocorrência de enteroparasitas em hortaliças comercializadas na região metropolitana de São Paulo, SP. **Revista de Saúde Pública**. v. 26, p.283-289, 1992.

PASCHOAL, A.D. Pragas, Praguicidas e a Crise Ambiental: Problemas e soluções. FGV, Rio de Janeiro, 1979. 102 p.

PASCHOAL, A.D. Biocidas - morte a curto e a longo prazo. Rev. Bras. Tecnol. Brasília. v. 14 (1) p.24-40. 1983.

PACHECO, M. A. S. R. et al. Condições higiênicas-sanitárias de verduras e legumes comercializados no CEAGESP de Sorocaba – SP. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.16, n.101, p.50-55, 2002.

PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF):** goteo, microaspersión, exudación. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 471p. 1990.

PORTO, R.L.; BRANCO, S.M.; CLEARY, R.W.; COIMBRA, R. M.; EIGER, S.; LUCA,S.J.; NOGUEIRA, V.P.Q.; PORTO, M.F.A. **Hidrologia Ambiental**. Edusp-Editora da USP.441p.1991

PRUSKI, F. F.; PEREIRA, S. B.; NOVAES, L. F.; SILVA, D. D.; RAMOS, M. M. Precipitação média anual e vazão específica média de longa duração, na Bacia do São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8,n.2/3, p.247-253, 2004.

RIGOBELLO, E. C.; MINGATTO, F. H.; TAKAHASHI, L. S.; ÁVILA F. A. de. Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da Região de Dracena. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.,**Curitiba, v. 7, n. 2, p. 219-224, abr./jun. 2009.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**. v.10, n.14, p.149-158, jul./dez. 2009. Disponível em:<<http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0120110910074119.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2013.

RODRIGO LÓPEZ, J., HERNÁNDEZ ABREU, J. M.; PÉREZ REGALADO, A.;GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, J. F. **Riego localizado**. Madri: Mundi-Prensa, 504p,1992.

ROMPRÉ, A.; SERVAIS, P.; BAUDART, J.; DE-ROUBIN, M. R.; LAURENT, P. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging. **Journal of Microbiological Methods**, [S.l.], v. 49, p. 31-54, 2002.

SÁ BARRETO de, F. M. **Contaminação da água subterrânea por pesticidas e nitrato no município de Tianguá, Ceará**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil,

Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; DE JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.13, n.3,p.329-338, 2008.

SANCHES, S. M.; SILVA, C. H. T. P.; CAMPOS, S. X.; VIEIRA, E. M. Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.13, p. 53-58, jan./dez. 2003.

SILVA, J. G. F. da; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M. Irrigação localizada. In:MIRANDA, J. H. de; PIRES, R. C. de M. (eds.). **Irrigação** (Serie Engenharia Agrícola). Piracicaba-SP: FUNEP, v.2, p.259-309, 2003.

SOUTO, R. A. de. **Avaliação sanitária da água de irrigação e de alfaces (*Lactuca sativa L.*) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia. 70 p., 2005

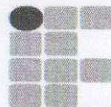
TAKAYANAGUI, O. M. et al. Fiscalização de verduras comercializadas nomunicípio de Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.34, n.1, p.37-41, 2001.

TELLES, D. D. A. Água na agricultura e pecuária. In: REBOLSAS, A. C.; BRAGA, B.;TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

VON SPERLING, E. Monitoramento Simplificado de Mananciais Superficiais. In: 21ºCONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 4, 2001, João Pessoa: ABES, 2001. p.1-3.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

## **ANEXO 01**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO E ÁGUA  
Rua Presidente Tancredo Neves s/n Bairro Jardim Sorrilândia  
Sousa-PB CEP 58.805.029 Fone: 0x83 556 1029/522 2727



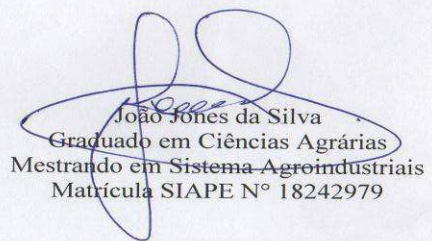
<b>Proprietário:</b> ALAN – UFCG - MESTRADO	<b>Propriedade:</b> ** ** *	<b>Localidade:</b> Várzea Comprida dos Oliveiras
<b>Município:</b> Pombal	<b>Estado:</b> PB	<b>Data Entrada:</b> 04/06/2014
		<b>Data de Saída:</b> 15/07/2014

LAB. Nº	Fonte	pH	CE dS m <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Análise Química de Água					Cl <sup>-</sup>	NaCl	CaCO <sub>3</sub>	RAS (mmol <sub>c</sub> L) <sup>0,5</sup>	Classe
							Mg <sup>+2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mmol <sub>c</sub> L					
962	P. Tubular	8,2	0,56	0,10	0,64	2,2	3,6	0,16	0,68	8,32	0,60	270,0	225,0	0,38	C2 S1	
963	P. Tubular	8,2	0,59	0,11	0,57	2,6	3,2	0,16	0,72	9,26	0,80	291,0	239,0	0,33	C2 S1	
964	P. Tubular	8,5	0,88	0,09	3,06	1,8	3,0	0,86	0,56	9,34	2,70	427,0	365,0	1,98	C3 S1	
965	P. Tubular	8,2	0,90	0,09	3,68	1,4	2,4	0,58	0,64	11,32	2,10	445,0	370,0	2,67	C3 S1	
966	P. Tubular	8,1	0,60	0,03	1,10	2,4	2,2	0,05	0,64	9,32	1,10	294,0	250,0	0,72	C2 S1	
967	P. Tubular	8,0	0,61	0,03	1,24	2,4	2,1	0,07	0,64	10,34	1,30	299,0	249,0	0,84	C2 S1	
968	P. Tubular	8,1	0,65	0,05	1,05	2,6	2,4	0,06	0,90	7,50	2,20	311,0	266,0	0,66	C2 S1	
969	P. Tubular	8,2	0,66	0,04	1,91	2,2	2,2	0,16	1,00	9,64	1,20	322,0	275,0	1,29	C2 S1	
970	P. Tubular	8,2	0,68	0,04	1,53	2,0	3,4	0,12	0,62	10,10	1,60	349,0	284,0	0,93	C2 S1	
971	P. Tubular	8,2	0,77	0,04	3,30	1,4	2,2	0,43	1,04	10,42	1,90	383,0	325,0	2,46	C3 S1	
972	P. Tubular	8,3	0,47	0,03	1,67	0,9	0,9	0,05	1,34	6,92	0,60	227,0	194,0	1,76	C2 S1	
973	P. Tubular	8,8	0,58	0,02	1,48	1,4	2,4	0,11	1,12	8,46	1,10	283,0	237,0	1,07	C2 S1	
974	P. Tubular	8,2	0,63	0,04	2,73	1,0	1,2	0,33	0,50	5,62	2,50	312,0	258,0	2,60	C2 S1	
975	P. Tubular	8,4	0,54	0,10	0,55	2,0	3,2	0,10	0,92	7,84	0,70	267,0	209,0	0,34	C2 S1	
976	P. Tubular	8,2	0,80	0,09	2,97	1,9	2,5	0,21	0,78	9,98	2,30	398,0	334,0	2,00	C3 S1	
977	P. Tubular	8,0	0,81	0,12	0,96	3,3	4,1	0,16	0,76	7,46	2,70	411,0	312,0	0,50	C3 S1	
978	P. Tubular	8,3	0,55	0,07	0,87	2,2	2,4	0,16	0,94	7,24	1,60	275,0	233,0	0,57	C2 S1	
979	P. Tubular	8,2	0,71	0,08	2,25	2,5	3,3	0,12	1,14	11,0	1,20	398,0	318,0	1,32	C2 S1	
980	P. Tubular	7,7	0,10	0,12	0,20	0,4	1,0	0,08	0,00	1,58	0,40	45,10	40,20	0,24	C2 S1	

- C2 S1:** Água de salinidade média e baixa quantidade de sódio, apropriada para irrigação em solos que apresentem boa drenagem, sem risco de causar salinização e alcalinização, embora plantas sensíveis ao sódio possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.
- C3 S1:** Água de salinidade alta e baixa quantidade de sódio, não podendo ser usada em solos que apresentem drenagem deficiente. Mesmo nos de boa drenagem recomenda-se práticas de controle de salinidade e o cultivo de plantas muito tolerantes aos sais.



Hermano Oliveira Rolim  
Engº Agrônomo M.Sc. Manejo de Solo  
CREA-PI 952D Reg. Nac. 190199884-3



João Jones da Silva  
Graduado em Ciências Agrárias  
Mestrando em Sistema Agroindustriais  
Matrícula SIAPE N° 18242979

