



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

JÉSSICA FERREIRA DOS SANTOS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA
DA ÁGUA DO POÇO VALDEMIRO FRANCISCO MOTA, DO
MUNICÍPIO BREJO DO CRUZ - PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE – PB
2015**

JÉSSICA FERREIRA DOS SANTOS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA
DA ÁGUA DO POÇO VALDEMIRO FRANCISCO MOTA, DO
MUNICÍPIO BREJO DO CRUZ - PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Química do Centro de Ciências
e Tecnologia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito para obtenção do Título
de Graduação em Química Industrial.

ORIENTADORA: Me. GEOVANA DO SOCORRO VASCONCELOS MARTINS

**CAMPINA GRANDE – PB
2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S237a Santos, Jéssica Ferreira dos.
Análise físico-química e bacteriológica da água do poço
Valdemiro Francisco Mota, do município Brejo do Cruz - Paraíba
[manuscrito] / Jessica Ferreira dos Santos. - 2015.
59 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.

"Orientação: Profa. Ma. Geovana do Socorro Vasconcelos Martins, Departamento de Química".

1. Água subterrânea. 2. Qualidade da água. 3. Qualidade físico-química. 4. Análise microbiológica. I. Título.

21. ed. CDD 628.114

JÉSSICA FERREIRA DOS SANTOS

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA
DA ÁGUA DO POÇO VALDEMIRO FRANCISCO MOTA, DO
MUNICÍPIO BREJO DO CRUZ - PARAÍBA

Aprovado em: 09 / 12 / 15 /

Nota: 9,7 (nove e sete)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Química do Centro de Ciências
e Tecnologia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito para obtenção do Título
de Graduação em Química Industrial.

Geovana do Socorro Vasconcelos Martins

Profa. Me. Geovana do Socorro Vasconcelos Martins
(Orientadora-CCT-DQ/UEPB)

Márcia Ramos Luiz

Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz
(Examinadora-CCT- DESA/UEPB)

Adriana Valéria Arruda Guimarães

Profa. Me. Adriana Valéria Arruda Guimarães
(Examinadora - CCT- DQ/UEPB)

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai todo poderoso que me ajuda e fortalece cada dia, me guiando sempre pelo melhor caminho. E a Nossa Senhora dos Milagres por todas as graças alcançadas.

A meu Pai José Elias dos Santos e minha Mãe Deuzanira Ferreira dos Santos por me ensinarem a ser tudo que hoje sou e orientarem sempre pelo melhor caminho.

Aos meus queridos irmãos, Josenilson e José Elias Júnior por juntos descobrir e ensinarem o verdadeiro significado da palavra Família.

A meu namorado e amigo João Alisson pelo apoio.

A todos meus familiares, em especial a minha avó Nilta Ferreira de Araújo por todas as orações e ensinamentos.

A minha orientadora Geovana do Socorro Vasconcelos Martins pelo conhecimento transmitido.

Aos colegas de curso e todos os professores do CCT, coordenação, departamento e direção do curso de Química Industrial.

Enfim, a todos aqueles que acreditaram e me ajudaram. Meus sinceros agradecimentos.

“Seja a Vossa Vida desprovida de apego. Alegrai-vos com tudo o que possuídes, porque por motivo algum te deixarei e nunca te abandonarei”. [Hb 13:5] “Não temas, porque EU SOU CONTIGO; não tenha medo, pois eu sou teu Deus. [Isaías 41:10a]”

RESUMO

Atualmente a água tornou-se um elemento em escassez. No sertão paraibano, na cidade de Brejo do Cruz, a população é parcialmente abastecida pelo poço Valdemiro Francisco Mota. Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea do principal poço do município de Brejo do Cruz, sertão da Paraíba, onde foram analisados os parâmetros físico-químicos (cor, turbidez, pH, condutividade, salinidade, acidez, alcalinidade, cloreto e dureza) e microbiológicos. As coletas realizaram-se durante seis meses, entre dezembro de 2014 a maio de 2015. Os dados coletados foram interpretados e comparados com as legislações do Ministério da Saúde, ANVISA, CONAMA, para a obtenção de um diagnóstico prévio da qualidade da água. Os resultados desta pesquisa permitiram concluir, que do ponto físico químico todos os parâmetros analisados da água possui aspectos e características com boa qualidade, estabelecidas dentro dos padrões. Na análise microbiológica, ocorreram algumas alterações decorrentes de modificações naturais quanto a sua composição que pode ter sido influenciada por vários fatores poluentes.

Palavras Chaves: Água Subterrânea, qualidade de água, qualidade físico-química, análise microbiológica.

ABSTRACT

Today water has become an element in shortage. In Paraiba backlands in the town of Brejo do Cruz, the population is partially fueled by well Valdemiro Francisco Mota. This study aims to assess the quality of underground water from the main well Swamp county Cruz, backlands of Paraiba, where the physical and chemical parameters were analyzed (color, turbidity, pH, conductivity, salinity, acidity, alkalinity, and chloride hardness) and microbiological. The collections were held for six months, from December 2014 to May 2015. The data were interpreted and compared with the legislation of the Ministry of Health, ANVISA, CONAMA, for obtaining a prior diagnosis of water quality. The results of this research led to the conclusion that the chemical physically all analyzed parameters of water has aspects and features with good quality, established within the standards. The microbiological analysis, certain changes due to natural changes as to their composition may have been influenced by several factors pollutants.

Keywords: Groundwater, water quality, physicochemical quality, microbiological analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição da Água no planeta.....	18
Figura 2 – Uso da água no mundo.....	19
Figura 3 - Ciclo Hidrológico.....	20
Figura 4 - Fonte de Poluição de águas subterrâneas.....	26
Figura 5 - Localização da Cidade de Brejo do Cruz - PB.....	35
Figura 6 – Caixa de água do poço.....	36
Figura 7 – Poço Valdemiro Francisco Mota.....	36
Figura 8 – Coleta da água do poço para consumo.....	37
Figura 9 – Colorímetro digital.....	38
Figura 10 – Turbídímetro digital.....	39
Figura 11 – pHmetro.....	39
Figura 12 – Determinação de dióxido de carbono.....	40
Figura 13 – Condutivímetro.....	42
Figura 14 – Titulação para determinação da dureza.....	43
Figura 15 – Colorímetro digital Hach modelo 890.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fontes geradoras de poluição da água e impactos causados.....	28
Tabela 2 – Resultados das análises físicas da água do poço.....	46
Tabela 3 – Resultados de CO ₂ , Alcalinidade e O ₂ consumido da água do poço.....	47
Tabela 4 –Valores de Condutividade, salinidade, STD e temperatura da água do poço.....	48
Tabela 5 –Valores químicos da água do poço.....	50
Tabela 6 - Níveis de nitrato, amônia e sulfato.....	51
Tabela 7 - Boletim microbiológico do poço.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional das Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LAAG – Laboratório de Análises de Água

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MS - Ministério da Saúde

OMS – Organização Mundial da Saúde

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

RDC - Resolução de Diretoria Colegiada

STD – sólidos totais dissolvidos

UEPB - Universidade Estadual da Paraíba

VMP - Valores Máximos Permitidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral.....	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1	Água.....	17
3.1.1	<i>Ciclo Hidrológico</i>	19
3.2	Águas Subterrâneas.....	21
3.2.1	<i>Qualidade e uso das Águas Subterrâneas</i>	21
3.2.2	<i>Características das águas subterrâneas</i>	22
3.3	Classificação das águas.....	23
3.4	Padrões de Qualidade da Água	24
3.5	Poluição das águas	25
3.6	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO DA QUALIDADE DA ÁGUA	27
3.6.1	<i>Cor</i>	27
3.6.2	<i>Turbidez</i>	27
3.6.3	<i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i>	28
3.6.4	<i>Dióxido de Carbono (CO₂) Livre</i>	28
3.6.5	<i>Alcalinidade</i>	29
3.6.6	<i>Oxigênio Dissolvido</i>	29
3.6.7	<i>Condutividade, Salinidade, Sólidos Totais Dissolvidos e Temperatura</i>	30
3.6.8	<i>Cloretos</i>	31
3.6.9	<i>Dureza total</i>	31
3.6.10	<i>Nitratos</i>	32
3.6.11	<i>Amônia</i>	33
3.6.12	<i>Sulfatos</i>	33
3.7	Teste Microbiológico.....	34
4	MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1	Parâmetros Físico-Químicos analisados	38
4.1.1	<i>Cor</i>	38
4.1.2	<i>Turbidez</i>	39
4.1.3	<i>pH (potencial Hidrogeniônico)</i>	39
4.1.4	<i>CO₂ Livre</i>	40
4.1.5	<i>Alcalinidade</i>	41
4.1.6	<i>Oxigênio Dissolvido</i>	41
4.1.7	<i>Sólidos Totais Dissolvidos</i>	41

4.1.8	<i>Cloretos</i>	42
4.1.9	<i>Dureza Total</i>	42
4.1.10	<i>Cálcio</i>	43
4.1.11	<i>Nitratos</i>	44
4.1.12	<i>Amônia</i>	45
4.1.13	<i>Sulfatos</i>	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
6	CONCLUSÃO.....	54
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação do uso adequado dos recursos hídricos vem aumentando, principalmente em relação à qualidade e potabilidade desses mananciais. A água é uma fonte natural essencial à vida, é, portanto direito de todos independente de suas condições socioeconômicas. Foi na água que a vida floresceu e seria difícil imaginar a existência de qualquer forma de vida na ausência deste recurso vital (MATTOS, SILVA, 2002).

A Organização das Nações Unidas (ONU) escolheu o período de 2005 a 2015 como a Década Internacional da Água, com o lema: “Água, fonte de Vida”. O ano de 2003 também foi um marco para o tema, sendo considerado o Ano Internacional da Água Doce. É um convite para parar e refletir sobre de que água estamos falando. Falamos de um elemento natural, cuja falta impede a vida na Terra (WWF-BRASIL, 2006).

A Lei das Águas define corpos hídricos como um via para a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), segundo seu uso predominante. A importância desse enquadramento pode ser vista no âmbito ambiental quanto no âmbito de gestão. No âmbito ambiental, serve como critério para proteção e recuperação dos corpos hídricos superficiais ou subterrâneos; no âmbito de gestão, serve como parâmetro para outorga dos direitos de uso de recursos hídricos (MMA-2006).

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) é responsável pela implantação das ações de saneamento em áreas rurais de todos os municípios brasileiros, inclusive no atendimento às populações remanescentes. As águas subterrâneas se apresentam como recurso para o abastecimento de regiões onde existem condições favoráveis para o aproveitamento, sendo a única fonte de suprimento de pequenos núcleos populacionais (FUNASA, 2013).

A água doce disponível para uso da humanidade encontra-se no subsolo, na forma de água subterrânea. No entanto, pelo fato de ser um recurso invisível, a grande maioria das pessoas, incluindo governantes e políticos, nunca a levam em consideração quando falam em água (ABAS, 2015).

As vantagens intrínsecas da captação de água subterrânea se devem às características da água bruta; consequência da percolação através dos poros presentes no solo e rochas, dispensando dessa forma quase a totalidade das etapas de potabilização e tratamento, restringindo-se dessa forma à desinfecção, fluoretação e às vezes correção do pH (BRASIL, 2006).

Em relação à captação de água subterrânea feita através de poços para o consumo humano e irrigação, atualmente, não é importante avaliar somente o aspecto quantitativo, a vazão, mas também o aspecto qualitativo. O uso da água destinada ao consumo pelo homem deve possuir parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos que atendam aos padrões de potabilidade, não oferecendo nenhum risco à saúde da humanidade (TUCCI, 2003).

A pesquisa teve o intuito de monitorar a qualidade da água subterrânea do principal poço público da cidade de Brejo do Cruz, sertão paraibano, para avaliar os parâmetros físico-químicos como cor, turbidez, pH, O₂, alcalinidade, CO₂, salinidade, condutividade, cloreto, dureza, cálcio, além do qualitativo de amônia, sulfato, e o quantitativo de nitrato, além do estudo bacteriológico. Diante da necessidade de obter água de boa qualidade para essa população, pois não existe estudo sobre a mesma e falta fiscalização por parte dos órgãos públicos para monitorar as condições e propriedades da água dessa cidade.

Desde muito tempo, o poço serve como fonte de água para o consumo humano, uma fonte esta que jorra água ao pé da serra sem cessar. O estudo desenvolvido fornece uma visão geral da importância das águas subterrâneas para o município de Brejo do Cruz, e mostra sua relação com a sociedade e com o meio ambiente, o qual garante a população que a água é de boa qualidade e apresentar aos gestores possíveis formas de controle para qualidade da mesma.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água subterrânea do poço Valdemiro Francisco Mota, no município de Brejo do Cruz – PB, visando promover o acompanhamento da qualidade da água.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a qualidade da água subterrânea.
- Determinar quais as consequências dos resultados obtidos.
- Verificar se os valores encontrados estão de acordo com a legislação em vigor.
- Apresentar possíveis formas e recursos para melhorar a qualidade da água.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Água

O conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela fórmula molecular H_2O . Isto porque a água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água (VON SPERLING, 2005).

A água é uma substância tão comum que suas propriedades físicas nem sempre são precisamente valorizadas. Não há dúvidas de que a água é líquida a temperaturas normais e que seus pontos de fusão e de ebulição são comparados com os de outras substâncias de tamanho molecular similar (SUTCLIFFE, 1998).

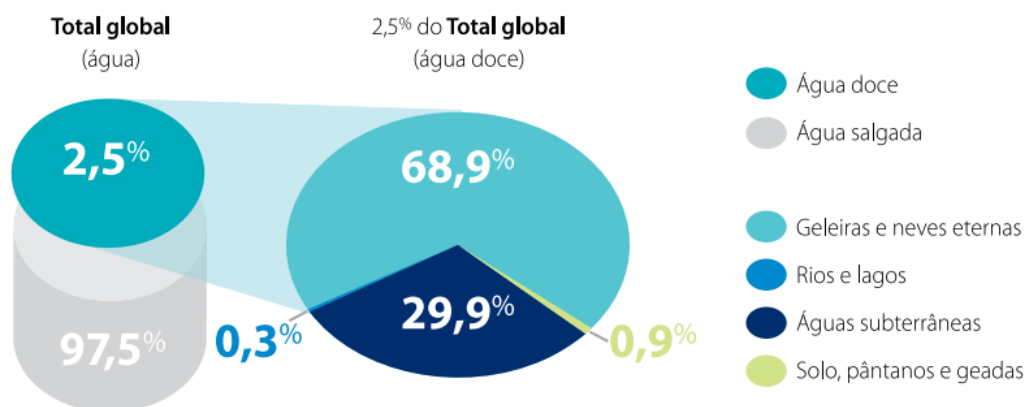
O ponto de fusão da água sob pressão atmosférica normal é $0^{\circ}C$, ao passo que o ponto de ebulição é $100^{\circ}C$. Nesse intervalo de temperatura a água se acha no estado líquido e seu calor específico é $1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}C^{-1}$. Esse valor é extremamente alto em comparação com o gelo (0,5); alumínio (0,2); ferro (0,1); mercúrio (0,03); ar (0,17) (REICHARDT, 1985).

Como a densidade da água pura e da água do mar varia em relação temperatura. Apesar de sua alta força de tensão, a água tem viscosidade relativamente baixa, podendo suas moléculas deslizar com relativa facilidade, e, em consequência disto, a água flui facilmente através de finos capilares, especialmente a temperaturas elevadas (SUTCLIFFE, 1998).

A superfície da Terra é dominada, em 75%, pelas águas. Os 25% restantes são terras emersas, acima da água. Quem pensa que tanta água está disponível para o consumo humano está enganado, pois somente 2,7% são de água doce e grande parte está congelada ou embaixo da superfície do solo (WWF-Brasil, 2006).

A Figura 1 representa a distribuição e realidade da água no planeta.

Figura 1 – Distribuição da Água no planeta

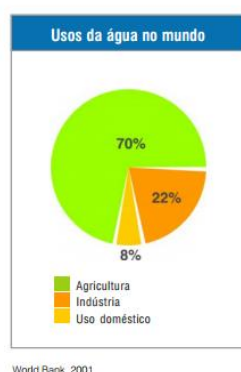


Fonte: MMA, 2006, Plano Nacional de Recursos Hídricos.

De acordo com a Figura 1, pode-se verificar que mais de 97% da água total é salgada, restando apenas 2,5% de água doce. Desses 2,5% de água doce se divide em 68,9% nas geleiras, 0,9% está no solo e pântanos, 0,3% se encontra em rios e lagos, e 29,9% é de água subterrânea. Segundo estimativas da Unesco, se continuar com o ritmo atual de crescimento demográfico e não seja estabelecido um consumo sustentável da água, em 2025 o consumo humano pode chegar a 90%, restando apenas 10% para os outros seres vivos do planeta (BRASÍLIA, 2005).

A Figura 2 representa o uso da água no mundo.

Figura 2 – Uso da água no mundo



FONTE: WWF-BRASIL (2006).

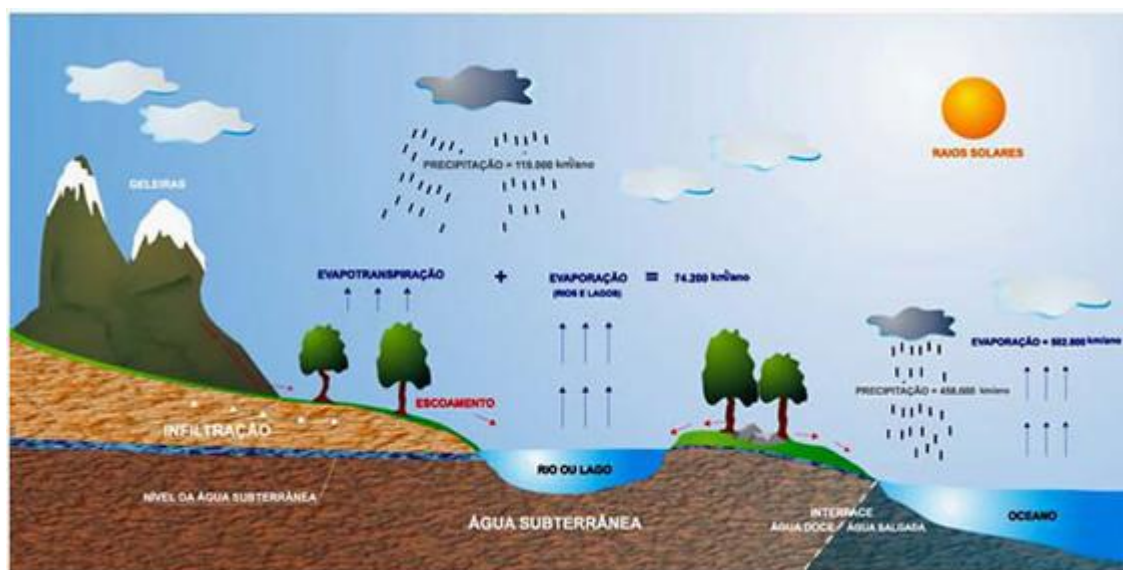
É interessante notar que os dados apresentados na Figura 2 mostram o uso da água no mundo e destaca que 70% destinado à agricultura, 22% para a o uso na indústria e somente 8% para uso doméstico. Se houvesse bom uso e boa gestão dos recursos hídricos a situação seria melhor. Afinal, o pior hábito é o desperdício e o desconhecimento. Muitos ainda pensam: “Tem muita água, então, para que economizar?” (WWF-BRASIL, 2006).

Embora o Brasil seja o detentor de aproximadamente 12% das águas doces do planeta, a maior parte (70%) dessa água está na bacia Amazônica. Os 30% restantes do volume de água doce disponível, têm que se abastecer 93% da população do Brasil, incluindo aqui a agricultura irrigada (MMA/ANA, 2007).

3.1.1 Ciclo Hidrológico

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2007), o ciclo hidrológico, ou ciclo da água, é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Esse movimento é alimentado pela força da gravidade e pela energia do Sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes. Na atmosfera, forma as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve.

Figura 3 - Ciclo Hidrológico



Fonte: BOSCARDIN et al. (2004)

A Figura 3 demonstra o ciclo da água, onde a água, existente em praticamente todo o planeta, na atmosfera, na superfície dos continentes, nos mares, oceanos e subsolo, encontra-se, nos seus diferentes estados físicos, em permanente circulação (Santos *et al.*, 2001).

A formação da hidrosfera, essa camada (troposfera) funcionava permanentemente por milhares de anos, saturada, ou seja, em pleno estado de precipitação, formou a hidrosfera terrestre, isto é, os mares, oceanos, rios, lagos, lagoas e os lençóis freáticos. Neste caso, a umidade da atmosfera era de absoluta saturação, pois a massa hídrica se encontrava na atmosfera em volta ao nosso planeta Terra, decorrente das leis cosmológicas e geofísicas, neste princípio, só depois de ter se completado o ciclo da formação da hidrosfera, é que se iniciou o ciclo hidrológico (REBOUÇAS, 1997).

MACEDO (1964) cita que o ciclo da água na Terra, ou ciclo hidrológico, comumente começa com a evaporação das águas dos rios, lagos, e principalmente, dos oceanos e mares, uma vez que cobrem cerca de três quartos da superfície terrestre. As principais fases desse ciclo foi escrita pelos autores da seguinte forma:

- A irradiação solar evapora a água na superfície da Terra, que sobe e atinge a atmosfera na forma de vapor, formando as nuvens. Sob determinadas condições atmosféricas, a umidade das nuvens se condensa e cai em maior proporção sobre a Terra na forma de chuva.
- Uma parte da precipitação escorre sobre a superfície em direção aos cursos d'água. Outra parte penetra no solo, sendo que uma parcela dessa água é retida na zona das raízes das plantas, retornando eventualmente à superfície pelos vegetais ou pela capilaridade do solo, e outra parte infiltra-se à maior profundidade até atingir os reservatórios de água subterrânea.
- A água infiltrada move-se através dos poros e fraturas das rochas, podendo reaparecer na superfície em locais de nível inferior ao que havia penetrado, juntando-se aos cursos superficiais, podendo retornar aos oceanos.

3.2 Águas Subterrâneas

A água subterrânea é a parcela da água que permanece no subsolo, onde flui lentamente até descarregar em corpos de água de superfície, ser interceptada por raízes de plantas ou ser extraída de poços. Tem papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. Sabe-se que cerca de 97% da água doce disponível para uso da humanidade encontra-se na forma de água subterrânea (ABAS, 2015).

Atualmente, mais da metade da água de abastecimento público no Brasil provém das reservas subterrâneas. A crescente preferência pelo uso desses recursos hídricos se deve ao fato de que, em geral, eles apresentam excelente qualidade e menor custo. (QFL, 2008).

As águas subterrâneas se apresentam como recurso para o abastecimento de regiões onde existem condições favoráveis para o aproveitamento, sendo a única fonte de suprimento de pequenos núcleos populacionais (REBOUÇAS, 2001).

As águas subterrâneas no nordeste brasileiro se originaram exatamente com as águas da superfície, isto é, águas que provêm das chuvas. A utilização das águas subterrâneas é feita desde muito tempo, que até hoje utilizam este recurso para atender suas necessidades hídricas. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada, que após essa precipitação, parte das águas se infiltra no subsolo e percola no subsolo durante períodos de tempo, decorrentes de fatores como a porosidade do subsolo, inclinação do terreno, tipos de chuvas, cobertura vegetal entre outros (ABAS, 2015).

3.2.1 Qualidade e uso das Águas Subterrâneas

Durante o percurso no qual a água percola entre os poros do subsolo e das rochas, ocorre a depuração da mesma através de uma série de processos físico-químicos, como a troca de íons, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH, entre outros) e bacteriológicos, feita pela eliminação de micro-organismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio, que agindo sobre a água, modificam as suas características, a qual se torna mais adequada ao consumo humano (ABAS, 2015).

As águas subterrâneas apresentam propriedades que tornam o seu uso mais vantajoso em relação ao das águas dos rios: são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação, determinando excelente qualidade e dispensando tratamentos prévios, pois não sofrem com influência de variações climáticas e apresentam grande proteção contra agentes poluidores que possibilitam a implantação de projetos de abastecimento à medida da necessidade (WREGW, 1997).

Segundo Leal (1999), a exploração de água subterrânea está condicionada a fatores quantitativos ligados à condutividade hidráulica e ao coeficiente de armazenamento dos terrenos, e fatores qualitativos, influenciado pela composição das rochas e condições climáticas e de renovação das águas. O aproveitamento das águas subterrâneas data de tempos antigos e sua evolução tem acompanhado a humanidade, sendo que o seu uso crescente se deve ao melhoramento de técnicas e métodos que permitem a extração de água nos poços.

O risco de doenças veicular hídrica no meio rural é consideravelmente alto, isso porque existe a possibilidade de contaminação bacteriana de águas captadas em poços mal vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais e nascentes que são fontes bastante susceptíveis à contaminação (AMARAL, 2003).

3.2.2 Características das águas subterrâneas

A qualidade da água é definida pelas características físicas, químicas e biológicas, que dentro dos valores encontrados para os parâmetros, se estabelece para uso industrial e consumo humano (BRASIL, 2014).

- Características físicas – envolvem aspectos como cor, sabor e turbidez.
- Características químicas – ocorre devido às substâncias dissolvidas na água, como dureza, salinidade, cloreto e nitrato.
- Características biológicas – são avaliadas através de exames bacteriológicos por contagem de coliformes e bactérias.

3.3 Classificação das águas

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 (BRASIL, 2005).

De acordo com a nova regulamentação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA): Resolução de Diretoria Colegiada – RDC N° 274, de setembro de 2005 – as águas são definidas em:

- Água Mineral Natural: é a água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas. É caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, e outros constituintes considerando as flutuações naturais;
- Água Natural: é a água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas. É caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, e outros constituintes, em níveis inferiores aos mínimos estabelecidos para água mineral natural. O conteúdo dos constituintes pode ter flutuações naturais (antiga água potável de mesa);
- Água Adicionada de Sais: é a água para consumo humano preparada e envasada, contendo um ou mais dos seguintes sais, de grau alimentício: bicarbonato, carbonato, cloreto, sulfato, citrato tanto de cálcio, de magnésio, de potássio, de sódio. Não deve conter açúcares, adoçantes, aromas ou outros ingredientes.

Pela RESOLUÇÃO do CONAMA, N° 357, de 17 de março de 2005, II CAPÍTULO, da CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA, Art 3º ao 6º, as águas podem ser doces, salinas e salobras (BRASIL, 2005).

- Das Águas Doces: possuem cinco classes destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento, a recreação, pesca, entre outros.

Para Rocha (2004) nas águas doces podemos destacar a sua classe especial destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção.

- Das Águas Salinas: possuem duas classes destinadas a preservação ambiental, a navegação, a recreação, etc.
- Das Águas Salobras: formadas de duas classes destinadas a conservação e preservação ambiental, a pesca, entre outros.

3.4 Padrões de Qualidade da Água

Alguns constituintes da água como ferro, cálcio, iodo, magnésio são nutrientes indispensáveis na constituição dos seres vivos. Por outro lado, o ferro, sulfato e manganês causam um sabor desagradável à água. Segundo (PARRON, 2011), concentrações de sódio acima de 20 mg L^{-1} podem ser prejudiciais à saúde.

Os padrões de potabilidade das águas subterrâneas e superficiais são de responsabilidade de órgãos competentes como o Poder Público, da Organização Mundial da Saúde, da ABNT, entre outros que orientam a sociedade quanto aos direitos e deveres para a proteção da água. O controle da qualidade da água se tornou uma medida de garantia da saúde da população, cabe aos órgãos competentes estabelecer potabilidades aceitáveis (BRASIL 2006).

De acordo com PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011, CAPÍTULO I, ART. 4º do Ministério da Saúde: "Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água".

Para a CONAMA, a RESOLUÇÃO nº 396, de 3 de abril de 2008 Art. 20. do Capítulo IV, diz: "Os órgãos ambientais em conjunto com os órgãos gestores dos recursos hídricos deverão promover a implementação de Áreas de Proteção de Aquíferos e Perímetros de Proteção de Poços de Abastecimento, objetivando a proteção da qualidade da água subterrânea".

3.5 Poluição das águas

A água é um excelente solvente e pode conter inúmeras substâncias dissolvidas. A sua fonte é causada pelo tempo natural das rochas, resultante do fluxo de água que dissolve os minerais das rochas e que resulta no fluxo de água que dissolve íons e transporta para os rios e oceanos, onde são incorporados aos sedimentos.

A Tabela 1 apresenta algumas fontes geradoras de poluição da água e dos impactos causados.

Tabela 1 – Fontes geradoras de poluição da água e impactos causados

FONTES GERADORAS DE POLUIÇÃO DA ÁGUA	IMPACTOS CAUSADOS, POR FALTA DE CUIDADO AMBIENTAL
Atividades Naturais	Lixo orgânico formado pelas fezes e urina de animais e pelas fibras vegetais.
Atividades Humanas	Esgoto doméstico (fezes, urina, higiene pessoal, lavagem de roupas, louças, etc.).
Atividades Comerciais	Lixo e esgotos gerados por postos de gasolina, restaurantes, laboratórios, hospitais, etc.
Atividades Industriais	Degradação e poluição, durante a extração da matéria-prima até a fabricação do produto nos cursos d' água.
Agricultura	Agrotóxicos, desmatamentos, queimadas, sedimentos provenientes de erosão, uso intensivo da água doce na irrigação.
Implantações de Obras	Mudanças no regime da água, desmatamento, construção de barragens, enchentes, etc.

Fonte: WWF Brasil (2006).

A Figura 4 mostra a poluição das águas (BRASIL, 2006).

Figura 4 – Fonte de Poluição de águas subterrâneas



Fonte: SILVA, 2003

A Figura 4 demonstra que a poluição da água é relacionada a uma variedade de atividades. As principais fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas são: os lixões; aterros mal operados; acidentes com substâncias tóxicas; descarte de matérias primas, produtos de atividades industriais; vazamento das redes coletoras de esgoto; o uso incorreto de agrotóxicos e fertilizantes; bem como a irrigação que pode provocar de salinização e aumentar contaminantes para a água subterrânea (CETESB, 2015).

Apesar dos aquíferos apresentarem uma proteção natural contra a poluição em função do solo sobreposto e das camadas confinantes, se a água subterrânea for contaminada, os custos e o tempo para descontaminação são superiores aos da água superficial, podendo inviabilizar seu uso. Quando se detecta poluição nas águas subterrâneas, necessita-se de um intenso trabalho de investigação para delimitar as plumas e determinar a origem da contaminação (CETESB, 2015).

Diferente da poluição causada pelos efluentes, que pode vir do ralo, da cozinha, do banheiro, a poluição difusa vem de tudo que está no ambiente, de todo o tipo de resíduo não orgânico. Uma embalagem de agrotóxico, o combustível vazando dos postos de gasolina, as garrafas de plástico, os papéis e outros tipos de lixo que se acumulam nas ruas, contribuem para formar a poluição difusa num determinado ambiente (BRASÍLIA, 2006).

3.6 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO DA QUALIDADE DA ÁGUA

O desenvolvimento dos recursos hídricos não pode se desassociar da conservação ambiental, já que na essência envolve a sustentabilidade do homem no meio natural (TUNDISI, 2003).

As substâncias presentes na água determinam seu conceito de qualidade estando relacionados com seu uso e características por ela apresentadas. Um conjunto de parâmetros compõe o padrão de potabilidade, que tornam a água própria para o consumo humano (BRASIL, 2006).

3.6.1 Cor

A cor da água é proveniente da matéria orgânica. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que, água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para cor aparente o Valor Máximo Permitido de 15 (quinze) uH como padrão de aceitação para consumo humano (FUNASA, 2013).

3.6.2 Turbidez

A turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, matéria orgânica e outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano (BRASIL, 2006).

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido é de 1,0 uT para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo, e 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano. Para água resultante de filtração lenta o Valor Máximo Permitido é 2,0 uT (BRASIL, 2009).

3.6.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) consiste na concentração dos íons H^+ nas águas e expressa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas de um determinado meio aquático. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra. (LIBÂNIO, 2008).

Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Tratando-se do termo analítico, a medição do pH é um dos testes mais importantes e frequentes da maioria das espécies químicas e nos exames de água devido sua interferência em diversos processos (POHLING, 2009).

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição. A dissolução de rochas, a fotossíntese e despejos domésticos e industriais são fontes que alteram o pH. Quando encontrado em valores baixos na água de abastecimento, contribuem para sua corrosividade e agressividade, enquanto incrustações são possibilidades do pH em valores elevados (MS, 2009).

3.6.4 Dióxido de Carbono (CO₂) Livre

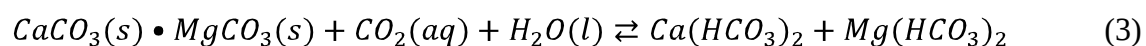
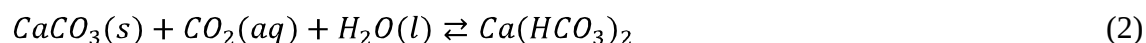
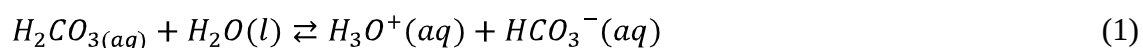
O gás carbônico livre existente em águas superficiais normalmente está em concentração menor do que 10 mg/L, enquanto que em águas subterrâneas pode existir em maior concentração. Para o Ministério da Saúde (2011), a origem da acidez tanto pode ser natural (CO₂) absorvido da atmosfera ou resultante da decomposição de matéria orgânica ou antropogênica (despejos industriais, passagem da água por minas abandonadas).

O gás carbônico contido na água pode contribuir significativamente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento de um sistema de abastecimento de água e por essa razão o seu teor deve ser conhecido e controlado (FUNASA, 2013).

3.6.5 Alcalinidade

A alcalinidade de uma água é a capacidade que esta apresenta para neutralizar ácidos (SILVA 2001). A alcalinidade na água apresenta pouca importância sanitária, exceto em concentrações elevadas resultantes de efluentes industriais fortemente alcalinos. Nas águas naturais a maior fonte de alcalinidade é o bicarbonato, a presença de carbonatos e hidróxidos pode ser significativa quando a atividade de algas é alta e também podem decorrer da poluição por efluentes industriais (POHLING, 2009).

Os bicarbonatos originam-se do ácido carbônico proveniente do dióxido de carbono dissolvido, de acordo com a Equação (1), e da interação deste com calcário (Equação 2) e dolomita. Os carbonatos também se originam desta dissolução, mas sem interação do CO₂. Os hidróxidos surgem da dissociação de sais de ácidos fracos e bases fortes, provenientes de poluição industrial, com a Equação (3) (POHLING, 2009).

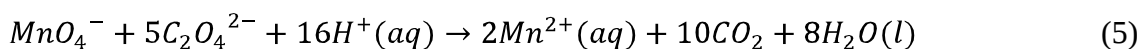
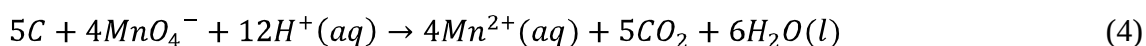


3.6.6 Oxigênio Dissolvido

Um dos mais antigos procedimentos na análise de água é o método de determinação de consumo de oxigênio através do permanganato de potássio, que consiste na determinação da oxidação de compostos orgânicos numa amostra. A intensidade da oxidação vai depender dos tipos de compostos orgânicos, da concentração do oxidante, do pH, temperatura e tempo de reação. Por causa da baixa capacidade de oxidação, este método não é aplicado em águas residuárias industriais e esgotos domésticos (POHLING, 2009).

Ao realizar a prática por meio do aquecimento, a matéria orgânica presente na amostra é oxidada e o íon manganês é reduzido para Mn²⁺, como descrito na Equação (4), ao ser adicionada a solução padrão de oxalato de amônio na amostra, ocorre à reação com o excesso de permanganato de potássio de acordo com a Equação (5).

Em seguida, titula-se o excesso do oxalato de amônio com a solução padrão de permanganato, observando a mudança de coloração de incolor para róseo.



3.6.7 Condutividade, Salinidade, Sólidos Totais Dissolvidos e Temperatura

Todas as caracterizações são realizadas de forma direta com leitura no mesmo equipamento, chamado de condutivímetro, tratando-se de determinações realizadas por método instrumental.

A condutividade ou condutância específica é a medida da capacidade de condução de corrente elétrica, que depende do número e do tipo de espécies iônicas dispersas na amostra em análise. A salinidade pode ser definida como sendo uma expressão de concentração de sais dissolvidos numa determinada solução, tratando-se de uma propriedade relevante da água, importante em estudos marinhos e na área do uso de águas naturais e efluentes na irrigação da agricultura (SILVA, 2001).

A temperatura está diretamente ligada à velocidade das reações químicas, à solubilidade das substâncias e ao metabolismo dos organismos presentes no ambiente aquático. A variação desse fator em águas naturais decorre na maioria das vezes da insolação, e sua alteração decorre de despejos industriais e águas de refrigeração de máquinas e caldeiras (LIBÂNIO, 2008).

A determinação dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos é utilizada nos estudos de controle de poluição das águas naturais, caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais e no controle de sistemas de tratamento de esgotos, resultando em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza química (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos) (FUNASA, 2013).

3.6.8 Cloretos

O íon cloreto (Cl^-) é um dos principais ânions inorgânicos presentes nas águas, principalmente nas águas residuárias. A composição química da água potável varia dependendo da concentração de cloretos, produzindo um sabor salgado. A maior concentração de cloreto em águas residuárias domésticas ocorre devido ao cloreto de sódio (NaCl) substância presente na alimentação humana (SILVA, 2001).

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Concentrações o íon cloreto na água podem trazer restrições ao sabor da água, dessa forma fazendo com que seja rejeitada pelo consumidor. Esse íon tem efeito laxativo em alguns casos. A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/L como o valor máximo permitido para água potável (MS, 2009).

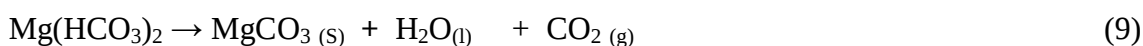
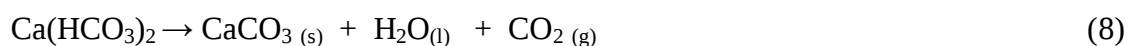
O cloreto presente em amostras de águas pode ser determinado por titulação com solução padrão de nitrato de prata. Durante a titulação os íons de cloreto são precipitados na forma de cloreto de prata, na Equação (6), o cromato de potássio é utilizado como indicador do ponto final da reação, onde este com o excesso de nitrato de prata, forma um precipitado avermelhado cuja reação está ilustrada na Equação (7).



3.6.9 Dureza total

A dureza é definida como a soma de cátions, que são na maioria das vezes cálcio e magnésio, expressados numa quantidade equivalente de carbonato de cálcio (CaCO_3). A dureza da água é propriedade decorrente da presença de metais alcalinos terrosos da dissolução de minerais do solo e das rochas ou do porte de resíduos industriais. (ROCHA, 2004).

A Dureza permanente (assim chamada porque não é removida pela fervura) é causada pelos sulfatos de cálcio e magnésio. Neste caso a água é amaciada fazendo-a passar por uma resina trocadora de íons, a qual substitui os íons de magnésio, cálcio por íons de Na^+ (ATKINS, 2008). Enquanto que a dureza temporária é devido a presença bicarbonato de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ e bicarbonato de cálcio $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Quando a água que contém esses sais é fervida ocorre a precipitação de sais neutros (os carbonatos) e a dureza é parcialmente removida, o que expulsa o CO_2 e desloca o equilíbrio (LEE, 1999), de acordo com o seguinte:



3.6.10 Nitratos

Os nitratos são indicadores de contaminações remotas, pois fazem parte da etapa final do ciclo da decomposição da matéria orgânica. Em concentrações acima de 50 mg.L^{-1} , pode promover em crianças uma descoloração da pele em consequência de alterações no sangue. Excesso de nitrato, acima de 10 mg L^{-1} e nitrito, maior que 1,0 mg L^{-1} na água pode causar metahemoglobinemia em crianças, que ocorre quando o nitrato reage com O_2 do sangue e reduz a capacidade de transportar hemoglobina. (BRASIL, 2011).

O composto de nitrogênio com oxigênio no estado de oxidação mais alto que pode ocorrer com o elemento nitrogênio, é o nitrato. Geralmente as concentrações de nitrato em nas águas superficiais são mínimas, mas em regiões com agricultura intensiva, pode-se elevar o nível de nitrato na água, devido a adubação do solo e escoamento pluvial. O nitrato pode ser formado a partir da oxidação aeróbica (nitrificação) do nitrito (POHLING, 2009).

3.6.11 Amônia

A presença de amônia na água é importante porque define a existência de contaminação microbiológica. As águas que contém nitrogênio amoniacal são consideradas de poluição recente e altamente perigosas à saúde. A amônia é um dos constituintes transitivos na água que faz parte do ciclo do nitrogênio. Esse composto é extremamente solúvel e reage formando hidróxido de amônio. A presença de dois ou mais compostos nitrogenados podem levar a formação de nitrosaminas, que são compostos cancerígenos (POHLING, 2009).

3.6.12 Sulfatos

Os sulfatos associados a íons de cálcio e magnésio causam dureza permanente e servem como indicativos de poluição por ser parte de uma das fases de decomposição da matéria orgânica, no ciclo do enxofre. A confirmação da presença de sulfato numa concentração muito alta em água faz com que seja necessário o uso de uma avaliação sanitária da sua área de captação, pois a água pode ter sido contaminada por esgoto doméstico, efluentes industriais, água residual, curtumes, dentre outros. O sulfato está presente tanto em águas naturais, superficiais e subterrâneas (POHLING, 2009).

Os seres humanos que consomem água contendo sulfato correm risco de contraírem doenças, doença de Alzheimer. Em pessoas que não estão acostumadas à água potável com níveis elevados de sulfato podem ocorrer disenterias e desidratação. O valor de 250 mg/L é o padrão de potabilidade determinado pela Portaria nº 2.914, de 14 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, O íon sulfato tem efeito laxativo no organismo humano (BRASIL, 2011).

3.7 Teste Microbiológico

Segundo a FUNASA (2013), a água potável não deve conter micro-organismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal.

Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia colie*.

De acordo com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que sejam determinados, na água, para aferição de sua potabilidade, a presença de coliformes totais e termotolerantes de preferência *Escherichia colie* a contagem de bactérias heterotróficas. A mesma portaria recomenda que a contagem padrão de bactérias não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônias por 1 mililitro de amostra (500/UFC/mL) (MS, 2009)

Uma série de doenças pode ser associada à água, seja em decorrência de sua contaminação por excretas de humanos ou de outros animais, seja pela presença de substâncias químicas nocivas a saúde humana. A análise bacteriológica de uma água consiste em duas partes principais: A determinação do número total de bactérias por mL (mililitro) de água e; A determinação da presença ou ausência na água de bactérias do grupo coliforme. O método de análise bacteriológica da água usado pela Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba – CAGEPA tem as seguintes etapas: no teste de presença/ausência de Colimetria total e *Escherichia coli*.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras das águas em estudo foram coletadas no principal poço de Brejo do Cruz entre os meses de Dezembro de 2014 a Maio de 2015, sendo as coletas realizadas em intervalos mensais, no total de seis coletas por período amostral, utilizando-se recipientes estéreis de polietileno de um litro devidamente identificados. As amostras foram coletadas após deixar a água escorrer por dois minutos, onde os frascos foram lavados três vezes com a própria água do ponto de coleta.

A cidade Brejo do Cruz é um município localizado na mesorregião do sertão da Paraíba. Com área territorial de 399 km², que de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2010 sua população era estimada em 13.123 habitantes. O município de Brejo da Cruz é considerado um dos mais antigos da Paraíba (IBGE, 2007).

Figura 5- Localização da Cidade de Brejo do Cruz - PB



Fonte: Google maps

A Figura 5 mostra a localização de Brejo do Cruz – PB.

O município está no interior da Paraíba, possui clima é classificado como semiárido quente com chuvas de verão, com sete a oito meses secos, e temperaturas variando entre 25 a 38 graus Celsius.

O cacimbão de Brejo do Cruz é o poço mais tradicional existente na cidade. Segundo moradores, o poço existe a mais de 70 anos, onde era guardado pelo zelador "Seu Valdomiro" que cuidou do local por muitos anos, até seu falecimento.

O cacimbão Valdemiro Francisco Mota sempre serviu a população por sua fonte incansável de água potável, de onde até hoje a comunidade retira água para consumo. Localizado ao lado da antiga usina de algodão, é citado pelo cantor Zé Ramalho na música Ahohai, um dos filhos da terra. Ao pé da serra, o local é ótimo para descansar e ficar mais perto da natureza, cercado de mangueiras, oliveiras e outras plantas.

A Figura 6 demonstra o bombeamento feito através da caixa d'água do poço.

Figura 6 – Caixa de água do poço



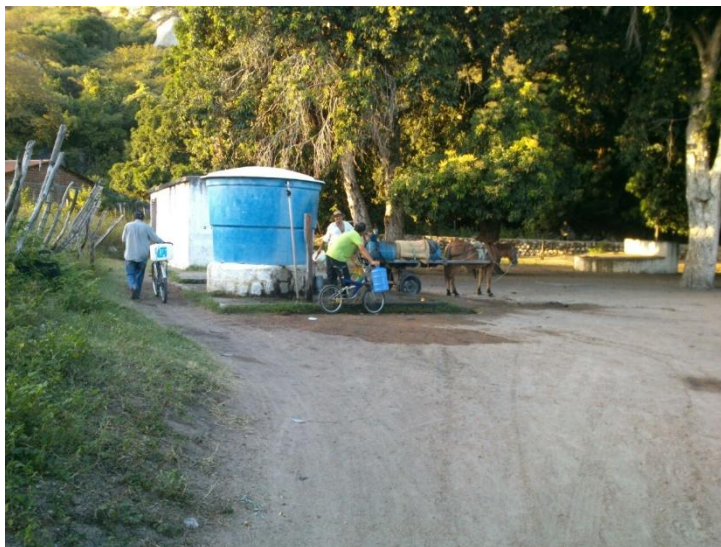
A Figura 6 mostra a caixa de água ligada a tubulação provinda do poço com três torneiras para coleta da mesma.

Figura 7 – Poço Valdemiro Francisco Mota



A Figura 7 demonstra o poço em estudo, feito de cimento e concreto com três tampas de madeira de fácil acesso a água.

Figura 8 – Coleta da água do poço para consumo



A Figura 8 mostra como a população coleta e recolhe a água para consumo próprio, usando muitas vezes meio inadequado e sem higienização.

As metodologias para o desenvolvimento das análises físico-químicas da água foram realizadas de acordo com a 4ª edição da FUNASA (FUNASA, 2013).

As amostras das águas em estudo foram enviadas para o Laboratório de Análises de Águas da CAGEPA, R1, Campina Grande – PB.

Neste trabalho, as análises podem ser consideradas como:

- Qualitativa, que determina ou identifica a espécie ou elementos químicos presentes na amostra como aspectos físico-químicos.
- Quantitativas, determina a quantidade de uma espécie ou elementos químicos presentes na amostra utilizando técnicas instrumentais.

As medidas de cor, turbidez, pH foram feitas usando instrumentos disponíveis no laboratório. A condutividade, salinidade, totais de sólidos dissolvidos e temperatura foram determinadas por um condutivímetro pelo método condutométrico medindo todos com o mesmo equipamento.

O teste de amônia, sulfato e nitrato foram feitos qualitativamente, sendo que após a confirmação somente do nitrato foi realizado, em seguida o teste quantitativo, realizado no equipamento da Hach DR 890, Colorímetro digital.

O teor de cloreto, dureza total, acidez e alcalinidade foram realizados usando métodos clássicos já estabelecidos pela literatura em acordo com os padrões de potabilidade da PORTARIA Nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde. O teste de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, foram analisados pelo método do *Colilert*. Os resultados obtidos neste trabalho foram comparados com os parâmetros impostos pela portaria 518 do Ministério da Saúde de 25 de março de 2004, visando à análise da potabilidade da água consumida pela população.

4.1 Parâmetros Físico-Químicos analisados

As descrições e análise dos parâmetros seguiram as recomendações do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e do Ministério da Saúde.

4.1.1 Cor

A determinação da cor foi realizada através de um colorímetro digital como mostra a figura 9. Onde a unidade de cor (μC ou μH) é a produzida por 1mg de platina em 1 L de água, na forma de cloroplatino de cobalto (Pt-Co) ou Hazen.

Figura 9 – Colorímetro digital



4.1.2 Turbidez

A determinação da turbidez foi proveniente de um turbidímetro digital mostrado na figura 10 abaixo, onde o mesmo foi calibrado com soluções padrões. É expressa em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU), que corresponde a 1mg.L^{-1} de formazina.

Figura 10 – Turbidímetro digital



4.1.3 pH (potencial Hidrogeniônico)

O pH foi determinado por um método instrumental, utilizou-se um pHmetro, calibrado com soluções padrões de 4, 7, com a finalidade de determinar o pH da solução como ácido ($\text{pH} < 7$), neutro ($\text{pH}=7$) ou alcalino ($\text{pH} > 7$).

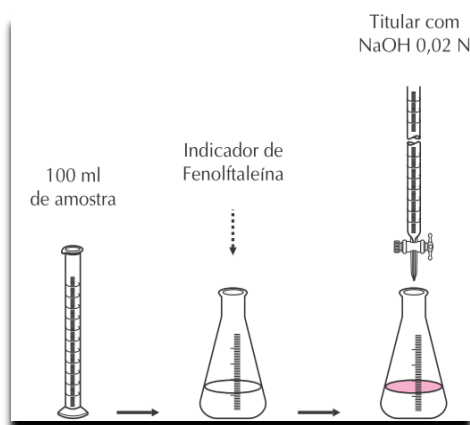
Figura 11 – pHmetro



4.1.4 CO₂ Livre

Para determinação do dióxido de carbono (CO₂) foram necessários 100 mL da amostra, onde a mesma não deve sofrer agitação, em seguida foram adicionadas 10 gotas do indicador fenolftaleína, para titulação com hidróxido de sódio 0,02N, gota a gota com leves movimentos circulares sobre a bancada até o surgimento de uma coloração rosa suave, mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Determinação de dióxido de carbono



O volume gasto é multiplicado pelo fator 0,88 e o valor é expresso em mg.L⁻¹ de CO₂ de acordo com a Equação (1):

$$\text{ppm (CO}_2\text{)} = \frac{V \cdot N (\text{NaOH}) \cdot \text{Eq (CO}_2\text{)} \cdot 10^3}{\text{Amostra}} \quad (10)$$

Em que:

V: Volume gasto na titulação.

N (NaOH): Normalidade da solução de hidróxido de sódio.

Eq (CO₂): Equivalente-grama do dióxido de carbono (44g/eq).

10³: Fator de transformação de g.L⁻¹ para mg.L⁻¹.

Amostra: Volume da amostra utilizada.

4.1.5 Alcalinidade

A análise de alcalinidade foi realizada utilizando-se uma amostra de água de 100 mL, a qual foram adicionadas 6 gotas do indicador metil-orange, ou 10 gotas de fenolftaleína. Em seguida titulou-se com ácido sulfúrico 0,02N até coloração alaranjada, onde juntamente a uma prova em branco observou-se a mudança de coloração.

O volume gasto é aplicado na Equação 11:

$$\text{ppm (CaCO}_3\text{)} = [V - PB] \cdot 10 \quad (11)$$

Em que:

V: Volume gasto na titulação.

PB: Prova em branco.

4.1.6 Oxigênio Dissolvido

A análise foi realizada utilizando-se uma amostra de 100 mL, a qual com auxílio do dosador volumétrico foram adicionados 10 mL de ácido sulfúrico 1:3, com função de acidificar o meio. Em seguida adicionaram-se 10 mL de permanganato de potássio 0,0125N com a finalidade de catalisar a amostra, que em seguida foi levada ao banho-maria por um período de 30 minutos, a uma temperatura entre 80 e 100 °C.

Após os 30 minutos foram adicionados 10 mL de oxalato de amônia 0,0125N para descolorir, e em seguida titulou-se com permanganato de potássio a 0,0125N até coloração rosa. O valor da titulação é expresso em mg.L^{-1} de oxigênio (valor este, de oxigênio consumido).

4.1.7 Sólidos Totais Dissolvidos

A determinação dos sólidos totais dissolvidos foi realizada por meio do método instrumental, com utilização de um condutivímetro representado na figura 13, calibrado com uma solução eletrolítica de calibração de 1413 μS . Este equipamento determina também a temperatura, salinidade e a condutividade da amostra.

Figura 13 – Condutivímetro

4.1.8 Cloretos

A análise de determinação dos cloretos foi realizada utilizando-se uma amostra de 100 mL, adicionando-se 1 mL de cromato de potássio a 5% e em seguida titulando-se com nitrato de prata a 0,0141N até a obtenção de uma coloração vermelho tijolo. O volume da titulação é introduzido na Equação (12), utilizada pra determinar o valor em ppm de CaCO_3 :

$$\text{ppm (Cl}^-) = \frac{(V - \text{PB}) \cdot N (\text{AgNO}_3) \cdot \text{Eq (Cl}^-) \cdot 10^3}{\text{Amostra}} \quad (12)$$

Em que:

V: Volume gasto na titulação.

PB: Volume gasto na titulação da prova em branco.

N (AgNO_3): Normalidade da solução de nitrato de prata (35,5).

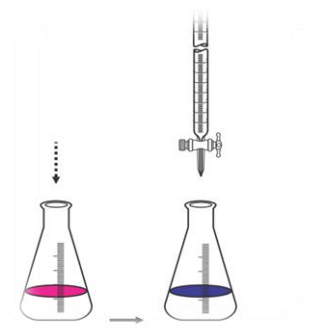
Eq (Cl^-): Equivalente-grama do íon cloreto.

Amostra: Volume utilizado da amostra.

4.1.9 Dureza Total

A determinação da dureza total foi realizada utilizando-se 50 mL da amostra, a qual foram adicionados 2 mL da solução tampão pH=10. Em seguida foi adicionada uma pitada do indicador Negro de Eriocromo T na amostra que a ser titulada com a solução de EDTA – Na_2 até coloração azul como mostra a Figura 14.

Figura 14 – Titulação para determinação da dureza



O volume gasto é aplicado na Equação (13) para determinar o valor em ppm de CaCO_3 :

$$\text{ppm (CaCO}_3\text{)} = \frac{(V - \text{PB}) \cdot N (\text{EDTA-Na}_2) \cdot \text{Eq (CaCO}_3\text{)} \cdot 10^3}{\text{Amostra}} \quad (13)$$

Em que:

V: Volume gasto na titulação.

PB: Volume gasto na titulação da prova em branco.

N (EDTA-Na_2): Normalidade da solução de EDTA-Na_2 .

Eq (CaCO_3): Equivalente-grama do carbonato de cálcio (50g/eq).

Amostra: Volume utilizado da amostra.

4.1.10 Cálcio

A determinação de cálcio foi realizada de forma semelhante a análise de dureza total. Utilizaram-se 50 mL da amostra a ser analisada, em seguida adicionaram-se 2 mL de hidróxido de potássio 10% e uma pitada do indicador murexida na amostra que foi titulada com EDTA-Na_2 , até uma mudança na sua cor de rosa claro para roxa.

O volume gasto na titulação é aplicada na Equação 14 para determinar o valor em ppm (CaCO_3):

$$\text{ppm (CaCO}_3\text{)} = \frac{(V - \text{PB}) \cdot N (\text{EDTA-Na}_2) \cdot \text{Eq (CaCO}_3\text{)} \cdot 10^3}{\text{Amostra}} \quad (14)$$

Em que:

V: Volume gasto na titulação.

PB: Volume gasto na titulação da prova em branco.

N (EDTA- Na_2): Normalidade da solução de EDTA- Na_2 .

Eq (CaCO_3): Equivalente-grama do carbonato de cálcio (50g/eq).

Amostra: Volume utilizado da amostra.

4.1.11 Nitratos

A determinação de nitrato foi realizada de forma qualitativa, também sendo necessário ser feita sua quantificação de modo instrumental no Colorímetro digital *Hach* DR 890, quando sua presença for confirmada na amostra. Na determinação qualitativa depositou-se em um tubo de ensaio 5 mL da amostra e em seguida adicionou-se uma pitada de brucina, fazendo-se movimentos para agitar a solução e homogeneizá-la. Logo após acrescentou-se 1 mL de ácido sulfúrico concentrado, de modo que o escoamento ocorresse rente ao fundo do tubo de ensaio. Caso fosse observada a formação de um anel rosa na região situada entre o ácido e a amostra, identificava-se a constância de nitratos.

A análise quantitativa de nitrato foi realizada no colorímetro digital da *Hach* modelo 890, como mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Colorímetro digital Hach modelo 890



4.1.12 Amônia

A determinação de amônia, foi realizada de forma qualitativa e caso fosse observada a presença na amostra, determinava-se por um método instrumental, dispondo do Colorímetro digital Hach DR 890 mostrado na figura 11. Em um tubo de ensaio foram inseridos 5 mL da amostra e 5 gotas do reativo de Nessler, caso a amostra se apresentasse sem alterar sua coloração inicial garantia-se que não foi observada presença de amônia, enquanto que, se sua coloração se revelasse amarela teríamos amônia presente.

4.1.13 Sulfatos

A determinação de sulfatos foi realizada de forma qualitativa, visto que como não deu presença no modo qualitativo não foi necessária a análise no modo instrumental. Depositou-se em um tubo de ensaio 10 mL da amostra, adicionaram-se 2 mL de cloreto de bário a 10% e 2 mL de ácido clorídrico 1:3 e, em seguida homogeneizou-se a solução. Após 3 minutos se houver o aparecimento de um precipitado branco ou a mesma ficar turva, identificaremos a presença de sulfato na amostra.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados obtidos para os parâmetros analisados obedeceram à portaria nº 518, do Ministério da Saúde, de 25 de Março de 2004, da Portaria nº 2914 do CONAMA, OMS e ANVISA, na qual resumem que água potável é toda aquela que não ofereça riscos à saúde, destinada ao consumo, de modo que parâmetros físicos, químicos e microbiológicos estejam dentro do padrão de potabilidade.

Os dados coletados possibilitaram montar uma pequena série com as principais variáveis das águas analisadas e, foram comparadas com os Valores Máximos Permitidos (VMP) preconizados pela Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), Portaria nº 2914 do CONAMA, Organização Mundial da Saúde e ANVISA, que estabelecem os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.

De acordo com os resultados obtidos, os parâmetros físico-químicos da água apresentaram em seu estado natural, boas condições de potabilidade de acordo com a legislação vigente. No entanto, requer obras de captação corretas, visando à conservação da qualidade da água subterrânea nesse rico ecossistema.

São necessárias mais pesquisas e também que haja monitoramento dos órgãos responsáveis para uma melhor utilização da água subterrânea em Brejo do Cruz, cabendo as nossas autoridades despertarem para o tema.

As Tabela 2, 3, 4 e 5 apresentam os parâmetros físico-químicos da água do poço.

Tabela 2 – Resultados das análises físicas da água do poço

Meses de Monitoramento	Valor Máximo Permitido – Portarias		
	OMS – 15uC	OMS – 5uT	OMS – 15uC
	ANVISA – 15uC	ANVISA (N.E)	ANVISA – 15uC
	MS – 15uC	MS – 5uT	MS – 15uC
Parâmetros analisados			
	COR	TURBIDEZ	pH
Dezembro 2014	0,6 UH	1,09 UNT	7,44
Janeiro 2015	0,5 UH	1,10 UNT	7,26
Fevereiro 2015	0,2 UH	0,92 UNT	7,50
Março 2015	0,4 UH	0,93 UNT	7,02
Abril 2015	0,1 UH	0,95 UNT	6,82
Mai 2015	0,2 UH	0,90 UNT	6,50
MÉDIA	0,33 UH	0,98 UNT	7,09

*(N.E) = Não Estabelecido *(UH) = Unidade Hazen *(UNT) = Nefelométrica

Em relação aos parâmetros analisados na Tabela 2, tem-se:

De acordo com a potabilidade, todas as coletas realizadas estão dentro do padrão para unidade de cor, onde seu limite máximo permitido pelos órgãos é de até 15 unidade de cor, e sua média foi de 0,33 uH. Quando a cor se manifesta em águas subterrâneas, é resultado da presença de ferro e manganês (LIBÂNIO, 2008).

Durante todos os meses o poço analisado apresentou normalidade dentro dos padrões estabelecidos para turbidez, com média de 0,98 onde seu limite estabelecido é até 5 UNT para consumo humano, e de 1 UNT em águas subterrâneas desinfetadas (NANES, *et al*, 2012).

Os valores do pH estão dentro dos limites da Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece valores entre 6,0 a 9,5 para serem adequados ao consumo humano. A média de pH foi 7,09, que de acordo com (LIBÂNIO, 2008) águas com pH entre 4,4 e 8,3 apresentam alcalinidade devido apenas bicarbonatos, pH entre 8,3 e 9,4 a carbonatos e bicarbonatos, e para pH maior que 9,4 a hidróxidos e carbonatos. Tratando-se do termo analítico, a medição do pH é um dos testes mais importantes e frequentes da maioria das espécies químicas e nos exames de água devido sua interferência em diversos processos (POHLING, 2009).

Tabela 3 – Resultados de CO₂, Alcalinidade e O₂ consumido da água do poço

Meses de Monitoramento	Valor Máximo Permitido – Portarias		
	OMS - (N.E)	OMS – (N.E)	OMS – (N.E)
	ANVISA – (N.E)	ANVISA (N.E)	ANVISA –
	MS – (N.E)	MS – (N.E)	(N.E) MS – (N.E)
Parâmetros analisados			
	CO ₂ LIVRE	ALCALINIDADE	O ₂ CONSUMIDO
Dezembro 2014	10,56 mg/L	13,50 mg/L	0,35 mg/L
Janeiro 2015	5,28 mg/L	12,90 mg/L	0,28 mg/L
Fevereiro 2015	5,30 mg/L	13,60 mg/L	0,90 mg/L
Março 2015	17,60 mg/L	12,95 mg/L	0,68 mg/L
Abril 2015	20,10 mg/L	13,10 mg/L	0,75 mg/L
Mai 2015	23,50 mg/L	12,20 mg/L	0,70 mg/L
MÉDIA	13,72 mg/L	13,04 mg/L	0,61 mg/L

*(N.E) = Não Estabelecido

Pela Tabela 3, notamos que, a entrada do CO₂ livre na água pode ser por absorção e dissolução, proveniente da movimentação da água quando está em contato com o ar, ou com chuva, e decomposição de matéria orgânica (POHLING, 2009).

O gás carbônico livre existente em águas superficiais normalmente está em concentração menor do que 10 mg/L, enquanto que em águas subterrâneas pode existir em maior concentração (ABAS, 2015), o que explica a variação nas análises realizadas onde sua média foi de 13,72 e as demais portarias não estabelecem valor específico.

Entre as impurezas encontradas nas águas, existem aquelas que são capazes de reagir com ácidos, podendo neutralizar certa quantidade desses reagentes. Alcalinidade: mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos (Brasil, 2011). A média de alcalinidade do poço foi 13,04, sendo que as portarias não estabelecem padrão para alcalinidade. A concentração de bicarbonato é função do CO₂, originário do ar atmosférico e do solo, da hidrólise de silicatos em presença de dióxido de carbono e também do pH (CUSTODIO *et al*, 1983). A Alcalinidade total avaliada refere-se principalmente a presença de ânions bicarbonato obtida através da titulação (MARION, *et al*, 2007).

O oxigênio dissolvido (OD) é parâmetro principal no metabolismo dos organismos aquáticos, e indispensável para seres vivos (BRASIL, 2011). Com relação ao OD, as amostras tiveram resultados de média 0,61 que é normalmente encontrado em águas subterrâneas (0 a 5 mg/L, segundo FEITOSA *et al*, 1997). Esse parâmetro não é estipulado pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

Tabela 4 – Valores de Condutividade, salinidade, STD e temperatura da água do poço

Meses de Monitoramento	Valor Máximo Permitido – Portarias			
	OMS – (N.E) ANVISA (N.E) MS – (N.E)	OMS – (N.E) ANVISA (N.E) MS – (N.E)	OMS – 1000mg/L ANVISA – 1000mg/L MS – 1000mg/L	OMS – (N.E) ANVISA – (N.E) MS – (N.E)
	Parâmetros analisados			
	CONDUTIVIDADE	SALINIDADE	SOLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	TEMPERATURA
Dezembro 2014	47,56 µS/cm	0,00 ‰	49,00	25,00 °C
Janeiro 2015	42,95 µS/cm	0,00 ‰	48,00	26,10 °C
Fevereiro 2015	64,72 µS/cm	0,10 ‰	64,00	26,20 °C
Março 2015	45,03 µS/cm	0,10 ‰	56,00	25,60 °C
Abril 2015	75,00 µS/cm	0,10 ‰	74,00	26,50 °C
Maio 2015	41,21 µS/cm	0,00 ‰	42,00	26,60 °C
MÉDIA	52,74 µS/cm	0,05 ‰	55,5	26,00 °C

*(N.E) = Não Estabelecido

De acordo com a Tabela 4, para os sólidos totais dissolvidos as amostras de acordo com a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde são consideradas como potáveis, uma vez que os resultados estão abaixo de 1000 mg/L e como doce, segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA, que estipula até 500 mg/L de sais como parâmetro máximo para a água ser considerada como doce. Esta observação mostra que existiram variações na constituição de cátions e ânions na água subterrânea nos períodos avaliados devidos alguns meses chuvosos, o que indica que ocorrem variações na composição físico-química (SILVA, 2006).

A condutividade da água depende da capacidade de difundir uma corrente elétrica e é inversamente proporcional à resistência elétrica da mesma. Esta capacidade é devido à presença de íons, sua concentração, bem como a temperatura do ambiente. Todas as análises deram dentro do padrão de potabilidade seguida (BRASIL, 2006). As análises mantiveram-se no padrão, visto que as portarias não estabelece valor específico;

De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986, pode ser classificadas como água doce, águas com salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰. Entretanto, são classificadas como uma água doce de classe especial, destinada ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Portanto como podemos ver nos resultados, a água do poço Valdemiro Francisco Mota pode ser classificada como uma água doce de classe especial e natural, a qual é extraída de fonte subterrânea.

Com relação a temperatura, as amostras coletadas apresentaram em média 25°C. A temperatura está diretamente ligada à velocidade das reações químicas, à solubilidade das substâncias. A variação desse fator em águas naturais decorre na maioria das vezes da insolação e, quando sua origem é modificada pelo homem, sua alteração decorre de despejos industriais, esgotos, etc. (LIBÂNIO, 2008). Variações de temperatura ocorrem devido à disposição de camadas de solo e rochas acima do lençol freático, que protegem a mesma do contato direto com a superfície do ar, resultando numa menor variação da sua temperatura (MARION *et al*, 2007). As portarias não estabelecem valor específico para temperatura.

Tabela 5 – Valores químicos da água do poço.

Meses de Monitoramento	Valor Máximo Permitido – Portarias			
	OMS – 250mg/L ANVISA-250mg/L MS – 250mg/L	OMS – 500mg/L ANVISA-(N.E) MS – 500mg/L	OMS – 75mg/L ANVISA – 250mg/L MS – (N.E)	OMS – 50mg/L ANVISA – 65mg/L MS – (N.E)
	Parâmetros analisados			
	CLORETO	DUREZA	CÁLCIO	MAGNÉSIO
Dezembro 2014	18,60 mg/L	25,00 mg/L	17,60 mg/L	7,40 mg/L
Janeiro 2015	15,40 mg/L	23,60 mg/L	18,60 mg/L	5,00 mg/L
Fevereiro 2015	27,00 mg/L	27,20 mg/L	21,20 mg/L	6,00 mg/L
Março 2015	16,90 mg/L	25,90 mg/L	19,40 mg/L	6,50 mg/L
Abril 2015	31,60 mg/L	26,60 mg/L	21,00 mg/L	5,60 mg/L
Maio 2015	11,95 mg/L	20,40 mg/L	15,60 mg/L	4,80 mg/L
MÉDIA	20,24 mg/L	24,78 mg/L	18,90 mg/L	5,88 mg/L

*(N.E) = Não Estabelecido

Na Tabela 5, com relação ao parâmetro Cloreto, todas as amostras estão dentro do padrão de potabilidade exigidos pelo ministério da saúde, que é de até 250mg/L. Em concentrações acima de 250mg/L confere gosto salgado à água. O íon cloreto em altas concentrações também pode indicar presença em águas residuárias (BARCELLOS *et al*, 2006). Níveis de cloreto em águas subterrâneas são maiores do que em águas superficiais, devido ao fato que o cloreto chega fácil ao lençol freático, pois durante a sua percolação pelo solo não é absorvido (POHLING, 2009). Visto que as alterações nos meses de fevereiro a abril foi decorrente ao período de chuva na região.

Para o parâmetro dureza que deu em média 24,7 mg/L, os valores estão de acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, de 2004, que limita a dureza em 500 mg/L CaCO₃ como padrão de potabilidade. Há indícios da possibilidade de um aumento na incidência de cálculo renal em cidades abastecidas com águas duras, o que traduz um efetivo problema de saúde pública. (NUVOLARI, 2011). A dureza e a alcalinidade guardam relação entre si, pois alguns dos compostos que conferem à água a sua alcalinidade são também responsáveis pela dureza, a fração correspondente aos carbonatos de cálcio e magnésio. (MABILIA *et al*, 2005).

Com relação ao cálcio e magnésio o poço analisado apresentou normalidade dentro dos padrões estabelecidos em todas as análises. As espécies mais comuns de Mn em água subterrânea são na forma de íons Mn²⁺. Sua presença pode ocorrer em muitos solos, sedimentos e rochas (POHLING, 2009).

Tabela 6 - Níveis de nitrato, amônia e sulfato

Parâmetro	Valor de Referência	Dezembro 2014	Janeiro 2015	Fevereiro 2015	Março 2015	Abril 2015	Mai 2015
NITRATO	10,00 mg/L	5,9	5,6	5,5	4,8	4,1	1,8
AMÔNIA	1,5 mg/L	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
SULFATO	250,00 mg/L	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

A Tabela 6 identifica que o resultado para o íon amônia e sulfato estão ausentes em todas as análises e que somente o íon nitrato está presente na água do poço, o que é comum esse resultado, devido ao contato direto com rochas e plantas, o que talvez seja a causa do resultado.

O consumo de água com alto teor de nitrato leva a diminuição da capacidade de transporte de oxigênio no sangue. As portarias estabelecem um valor máximo de 10,0 mg L⁻¹ para o nitrato, dessa forma, os valores analisados estão dentro do limite permitido no que diz respeito ao consumo humano. Devido alguma impureza orgânica, que é aplicável a constituintes de origem animal ou vegetal, podendo indicar uma poluição recente ou remota comumente em água de poço (FUNASA, 2013). Se deve ao fato dos nitratos serem muito solúveis e não absorvidos pelo solo. Assim, contaminam as águas subterrâneas ao migrar para o lençol freático, provenientes de compostos orgânicos (POHLING, 2009).

A Amônia por ser um elemento tóxico oferece risco a saúde, nas análises (BRASIL, 2011). Todas as amostras não indicaram índice de amônia, se mantendo dentro da potabilidade onde as portarias estabelecem um valor máximo de 1,5 mg L⁻¹. A amônia está presente naturalmente em águas residuárias, e possui menor concentração em águas subterrâneas, devido à aderência com as partículas do solo ou de argila e não consegue escapar (SILVA, 2001).

A presença de sulfato é mais preocupante por poder ser reduzido a sulfeto em meio anaeróbio, trazendo problemas de odor, toxicidade e corrosividade, assim, constitui-se a concentração de sulfato em padrão de emissão de esgotos. Os sulfatos associados a íons de cálcio e magnésio causam dureza permanente e servem como indicativos de poluição por ser parte de uma das fases de decomposição da matéria orgânica, O sulfato está presente tanto em águas naturais, superficiais e subterrâneas (POHLING, 2009). O que não foi constatado em nenhuma das amostras analisadas, todas deram ausente para o íon sulfato onde o valor máximo de 250 mg L⁻¹.

Coliformes Totais e *Escherichia Coli*

Para o teste de presença/ausência de Colimetria total e *Escherichia coli*, se usa o método do substrato *colilert*, o material necessário é um recipiente de coleta de vidro ou de plástico; o substrato *colilert*; a estufa bacteriológica; e a lâmpada ultravioleta de 365 nm. A execução do ensaio se dá através da coleta da amostra em um frasco estéril contendo tiosulfato de sódio a 10% para água tratada; sem seguida no próprio frasco adicionar o conteúdo de 1 (um) frasconete contendo o substrato *colilert*; fechar o frasco e agitar levemente, não precisa dissolver totalmente, essa dissolução ocorrerá normalmente; e após incubar a 35°C durante 24 horas.

Para a interpretação e expressão dos resultados decorridos 24 horas de incubação são necessários retirar da estufa o material: ao observar a cor amarela, o resultado é presença de Coliformes Totais na amostra. Com o auxílio de uma lâmpada ultravioleta 365 nm, observar se existe fluorescência azul no frasco amarelo aproximando a lâmpada do frasco.

Caso isso aconteça, significa que há presença de *Escherichia coli* na amostra examinada. Caso a amostra permaneça transparente, o resultado é negativo, tanto para Coliformes Totais como para *Escherichia coli*. Expressar o resultado como: Presença ou Ausência de Coliformes Totais ou *Escherichia coli*. A fluorescência azul ocorre somente na presença da luz ultravioleta, ao tirar o frasco da frente da luz ele volta a ficar amarelo.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que sejam determinados, na água, para aferição de sua potabilidade, a presença de coliformes totais e termotolerantes de preferência *Escherichia coli* e a contagem de bactérias heterotróficas. A mesma portaria recomenda que a contagem padrão de bactérias não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônias por 1 mililitro de amostra (500/UFC/ml) (FUNASA 2013). A falta de higiene utilizada diariamente para quem consume a água pode justificar também a presença de microrganismos na água. A recontaminação com água não tratada, provavelmente seja o principal fator de contaminação.

A seguir são apresentados os parâmetros microbiológicos analisados durante os meses de coleta, conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Boletim microbiológico do poço

Parâmetro	Dezembro 2014	Janeiro 2015	Fevereiro 2015	Março 2015	Abril 2015	Maio 2015
Coliformes Totais	<i>Ausente</i>	<i>Ausente</i>	<i>Ausente</i>	<i>Presente</i>	<i>Presente</i>	<i>Presente</i>
<i>Escherichia Coli</i>	<i>Ausente</i>	<i>Ausente</i>	<i>Ausente</i>	<i>Presente</i>	<i>Presente</i>	<i>Ausente</i>

Como a Tabela 7 mostra as análises dos meses de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015 verificou a ausência de coliformes totais e escherichia coli. Já nos meses seguintes, de março a maio de 2015, verificou-se a presença tanto de coliformes totais como escherichia coli, que pode ter sido devido ao período chuvoso da cidade, fazendo com que mais água se concentrasse no subsolo e esta estaria contaminada pela penetração de impurezas no solo, como fezes de animais, esgotamento perto, entre outros fatores.

As águas com a presença de coliformes totais indicam uma contaminação tolerável de resíduos orgânicos proveniente do meio ambiente, como: resto de folhas, caules, micro-organismos. Nesse caso, recomenda-se que outras análises dessas águas sejam realizadas e avaliadas, tomando as medidas necessárias para a prevenção e correção para solucionar o problema até não ser mais encontrada a presença desses micro-organismos na água, tornando-se assim água totalmente segura para consumo. (BRASIL, 2006).

As populações que dependem de fontes alternativas, como poços, estão expostas a maiores contaminações. Além de não se observar esforços das autoridades em criar condições sanitárias, há ainda desconhecimento dessas populações sobre a falta de qualidade sanitária da água que consomem sem tratamento (QUEIROZ *et al.*, 2002).

Com os dados obtidos com a realização do estudo, destaca-se cada vez mais sobre a importância de consumir água tratada e realizar periodicamente limpezas e análises das águas como forma de prevenção da qualidade da água.

6 CONCLUSÃO

A partir dos dados apresentados e com relação aos parâmetros analisados, para a aplicação de métodos de avaliação da água subterrânea, pode-se concluir que a água do poço possui aspectos e características físico-químicas.

De maneira geral, a presença de coliformes nas águas subterrâneas entre os meses março a maio foi detectado, visto que nesse tempo estava no período de chuva na região, o que na maioria dos casos, os poços subterrâneos apresentam esse problema, sendo proveniente de origem antropogênica, ou ainda está associada a poços mal construídos, sem proteção ou localizados inadequadamente e ainda mal protegidos e principalmente ligado à falta de saneamento básico.

Os valores de nitrato, também são reconhecidos em poços subterrâneos, que é um dos elementos mais encontrados em águas naturais, que se apresenta em baixos teores ou altas concentrações em águas mais profundas, o que pode apresentar riscos, por ser um contaminante dos solos e de corpos d'água subterrâneas, também provocada pelo despejo de esgotos, presença de fossas ou fezes de animais.

O monitoramento físico-químico e microbiológico, durante seis meses consecutivos, foi capaz de capturar as principais variáveis de qualidade da água no local, e colaborou na garantia, assegurando a população de uma maneira geral que a água destinada ao uso é de boa qualidade, porém com algumas exceções.

Tendo em vista os resultados, considera-se importante a implantação de uma melhor política, que possa servir como ferramenta para conscientizar a população e ajudar os gestores do município de Brejo do Cruz a tomarem decisões para uma melhor qualidade da água.

Portanto, deve-se alertar que, para um monitoramento mais detalhado, são necessários mais estudos focados em relação à melhoria da água e que para a proteção desses poços é adequado a ausência de poluição perto do local.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS, **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Disponível em <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

AMARAL L.A, FILHO N.A, JUNIOR O.O.R, FERREIRA F.L.A, BARROS L.L.S. **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. Rev. Saúde Publica 2003; (37) 4:510 –14.

ATKINS, P. D.F, **Química Inorgânica**, 4ª Edição, Porto Alegre, 2008.

BARCELLOS, C.M.; ROCHA, M.; RODRIGUES, L.S.; COSTA, C.C.; OLIVEIRA, P.R.; SILVA, I.J.; Jesus EFM; ROLIM, R.G. **Avaliação da qualidade da água e percepção hidrogênica- sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil**. 1999-2000. Caderno de Saúde Pública v. 22, n. 9, p. 1967 – 1978, 2006.

BRASIL, 2004. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 mar. 2004, Seção 1, p. 266-270.

BRASIL. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 2006. 213p.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental** – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014. 112 p.

BRASÍLIA. **CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação**. MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p.

BOSCARDIN, B, N.R , José Roberto Borghetti e Ernani Francisco da Rosa Filho: Livro **"O Aquífero Guarani"**, 2004.

CESTESB. **O monitoramento das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br/>> Acesso em: 10 ago. 2015.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. **Hidrologia Subterrânea**. Barcelona: Omega, 2º ed., vol.1, 1983. 2350p.

FEITOSA, A. C. F.; MANOEL, F. J. **Hidrogeologia - conceitos e aplicações**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Editora Gráfica LCR: Fortaleza, 1997. 389p.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 4. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013.

FUNASA. **Saneamento Rural**. 2013. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da População 2007**. Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 14 jun. 2015.

LEAL, A.S.- **As águas subterrâneas no Brasil: ocorrências, disponibilidade e uso.** Brasília: NEEL, 1999 - CD-ROM.

LEE, J.D. **Química Inorgânica**, não tão concisa, São Paulo, 5 edição, Blucher, 1999.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 2 ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008.

MABILIA, R.G.; ASSUNÇÃO, R. **A Qualidade da Água no Aquarismo. Aquarismo de Verdade: Artigos.** 2005. Disponível em <<http://www.aquarismodeverdade.com.br>>.

MACEDO F. A.; B, Z. C. **Água – tratamento e qualidade.** Rio de Janeiro: USID, 1964. 465 p.

MARION, F. A, CAPOANE, SILVA, V J. L. S. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em poço no campus da UFSM, Santa Maria – RS.** Trabalho de pesquisa e extensão, Campus Camobi - Santa Maria/RS, 2007.

MMA, A945- **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica** / Ministério do Meio Ambiente / SQA. – Brasília: MMA, 2006.

MMA. **Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Síntese Executiva - português / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. - Brasília: 2006

MMA/ANA, Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas. 2007. GEO Brasil – Recursos Hídricos: **Componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil.** MMA, ANA, Brasília, 264 p.

MATTOS, M.T.; SILVA, M.D. **Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão.** Comunicado Técnico 61, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pelotas, Rio Grande do Sul, dez. 2002.

NANES, D. P. e FARIAS S. E. M. **Qualidade das águas subterrâneas de poços tipo cacimba: um estudo de caso da comunidade nascerça** – município de São Sebastião – Alagoas, 2012.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário. Coleta, Transporte, Tratamento e reuso agrícola**. Ed. Blucher, São Paulo, 2011.

PARRON, L. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de para água**. Embrapa. Florestas, 2011.

POHLING, R. **Reações Químicas na Análise de Água**. Fortaleza: Arte Visual, 2009. p. 334

PORTARIA MS n.º 518/2004 / **Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2009.

QUEIROZ MF, Cardoso MCS, Santana EM, Gomes AB, Rique SMN, Lopes CM. **A qualidade da água de consumo humano e as doenças diarreias agudas no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE**. Rev. Bras Epidemiol 2002; Suplemento Especial:456.

QFL 3201 – **Química das águas 2008** / Disponível em:

<http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial_20121205103255.pdf>

REBOUÇAS, A.C. **Água e desenvolvimento rural. Estudos Avançados**, v.15, n.43, p.327-344, 2001.

REBOUÇAS, A. C. **Panorama da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil**. São Paulo: IEA/USP, 1997.

RDC, 2005 Resolução n° 274, de 22 de setembro de 2005, ementa não oficial: Aprova o "**REGULAMENTO TÉCNICO PARA ÁGUAS ENVASADAS E GELO**".

publicação: D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera.**

Campinas: Fundação Cargil, 1985. 466p.

REVISÃO DA PORTARIA GM/MS Nº 2.914/2011 - **Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.**

ROCHA, J.C. **Introdução a Química ambiental**, 1 Edição Porto Alegre, 2004

SANTOS, I. dos., et al. **Hidrometria aplicada.** Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001.

SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias.** Campina Grande: O Autor, 2001.

SILVA, R.B.G. (2003) **Águas Subterrâneas: Um valioso recurso que requer proteção.** DAEE: São Paulo, 28p.

SUTCLIFFE, J. F. **As plantas e a água.** Tradução: MACIEL, H. E. T. São Paulo: Ed. USP, 1998. 126 p.

TUCCI, C.E.M. **Qualidade da Água Subterrânea, Prospecção Tecnológica Recursos Hídricos**, 2003.

TUNDISI - **Água no século XXI: enfrentando a escassez**, 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2005.

WREGW, M. **Termos Hidrogeológicos Básicos.** Caderno Técnico da associação Brasileira Águas Subterrâneas, nº 4, 1997.

WWF-Brasil, 2006. **Cadernos de Educação Ambiental Água para Vida, Água para Todos: Livro das Águas** / Brasília: 2006.