



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA

JOYCE SILVA DE ARAÚJO

QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS E REDE UTILIZADAS EM ALGUNS
RESTAURANTES DE FORTALEZA

FORTALEZA

2017

JOYCE SILVA DE ARAÚJO

**QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS E REDE UTILIZADAS EM ALGUNS
RESTAURANTES DE FORTALEZA**

Monografia apresentada ao Curso de Química do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharela em Química.

Orientador: Profa. Dr. Ruth Maria Bonfim Vidal.

Coorientadora: B.^{ela} Mirlene Martins Júnior Teófilo Dias.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A689q Araújo, Joyce Silva de.
Qualidade das águas de poços e rede utilizadas em alguns restaurantes de Fortaleza / Joyce Silva de Araújo. – 2017.
39 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Ruth Maria Bonfin Vidal.

1. Água de poços. 2. Qualidade da água. 3. Consumo humano. I. Título.

CDD 540

JOYCE SILVA DE ARAÚJO

QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS E REDE, UTILIZADAS EM ALGUNS
RESTAURANTES DE FORTALEZA

Monografia apresentada ao Curso de Química do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharela em Química.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ruth Maria Bonfim Vidal (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

B^{ela}. Mirlene Martins Júnior Teófilo Dias (Coorientadora)
Laboratório Tratágua

Prof. Dr. Francisco Audisio Dias Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Batista e Teresa.

Ao meu esposo, Adriano Ângelo.

A todos os meus familiares.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pelas graças que alcancei durante toda minha caminhada.

Aos meus pais, Teresa e Batista, pelo incentivo e investimento feitos durante anos, por terem sempre acreditado em meu potencial. Obrigada pelo apoio dado em momentos que muitas vezes pensei em desistir. Ao meu esposo, Adriano, por tornar essa jornada mais tranquila com palavras de carinho e incentivo. A todos os meus familiares, em especial, meu primo Emanuel Lucas que sempre esteve disponível a me ajudar e dividir seus conhecimentos de informática.

Aos amigos feitos durante o curso que, por muitas vezes, foram essenciais. Dentre eles, quando tive dúvidas, sempre estavam ali, prontos pra me ajudar, Karen Cristina Lopes Pina, Victor Hugo, Patrícia Rodrigues, dentre outros.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal, pela disponibilidade, atenção e por sua excelente orientação. Aos professores que participaram da minha formação acadêmica e aqueles que tornaram possível meu ingresso a uma universidade.

A família Tratágua, que me acolheu muito bem, em especial a minha coorientadora, Mirlene Martins Júnior Teófilo Dias, por toda compreensão e a minha colega de laboratório, Kátia Oriele, que tornou essa jornada mais descontraída.

RESUMO

A água é um bem indispensável à manutenção da vida. Hoje é bastante comum nos depararmos com alternativas para amenizar a sua falta, sendo uma delas, a construção de poços artesianos. O objetivo deste trabalho é analisar a qualidade da água dos poços que são utilizados em alguns restaurantes de Fortaleza. Esta medida é válida, dada a situação em que o Ceará se encontra, contudo, é necessário que esteja dentro dos padrões exigidos pelo Ministério da Saúde para consumo humano. Além de analisar, realizamos uma comparação com a água fornecida pela CAGECE e para tal, verificamos os parâmetros físico-químicos como turbidez, pH, cloro residual livre e os microbiológicos para indicar a presença de coliformes fecais ou *Escherichia Coli*. A metodologia utilizada nas análises foram as seguintes: nefelométrica, potenciométrica, volumetria de oxi-redução e a técnica dos tubos múltiplos, respectivamente. Os resultados obtidos foram favoráveis, pois apenas 25% das amostras não corresponderam aos padrões de potabilidade.

Palavras-chave: Água de poços. Qualidade da água. Consumo humano.

ABSTRACT

Water is an indispensable asset for the maintenance of our lives. Today it is quite common to find alternatives to lessen the lack of it, one of them is the construction of artesian wells. So the objective of this work is to analyze the water quality of the wells that are used in some Fortaleza restaurants, which at the moment we live is not valid, as long as it is within the standards required by the Ministry of Health for human consumption and To compare them with the water supplied by CAGECE. The physicochemical parameters such as turbidity, pH, free residual chlorine and microbiological parameters were used to indicate the presence of fecal coliforms or escherichia coli, the methodology used in the analyzes was as follows: Nephelometric, potentiometric, oxy-reduction volumetry and multi-tube technique, respectively. The results obtained were favorable, since only 25% of the samples did not correspond to the potability standards.

Keywords: Well water. Water quality. Human consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Grupo coliformes totais e seu subgrupo fecal	22
Figura 2 – Turbidímetro Martini	25
Figura 3 – pHmetro Spencer	25
Figura 4 – Tubos preenchidos com caldo lactosado e amostra contaminada	27
Figura 5 – Tubos preenchidos com caldo verde e EC	28
Figura 6 – Esquema de análise do número mais provável de coliformes total e termotolerante	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparativo pH CAGECE X poço	33
Gráfico 2 – Comparativa turbidez	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Acesso ao sistema de abastecimento de água-área urbana	18
Tabela 2 – Parâmetros microbiológicos para potabilidade	19
Tabela 3 – Resultados microbiológicos para águas de poços	30
Tabela 4 – Resultados microbiológicos das águas de rede	30
Tabela 5 – Resultados das análises físico-químicas das águas de poços	32
Tabela 6 – Resultados das análises físico-químicas das águas de rede	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Oferta de água subterrânea no Ceará	16
2.2	Tipos de poços para captação	16
2.3	Vantagens das águas subterrâneas	17
2.4	Águas da rede pública	17
2.5	Ações antrópicas na poluição das águas	18
2.6	Água como veículo de transmissão de doenças	18
2.7	Legislações para água destinada a consumo humano	19
2.8	Importância do controle do parâmetro físico-químico	20
2.8.1	<i>pH</i>	20
2.8.2	<i>Turbidez</i>	20
2.8.3	<i>Cloro residual livre</i>	21
2.9	Qualidade microbiológica da água	21
2.9.1	<i>Coliformes (Total e Fecal)</i>	21
3	OBJETIVOS	23
3.1	Objetivo geral	23
3.2	Objetivos específicos	23
4	MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1	Matéria-prima e reagentes	24
4.2	Metodologia	24
4.2.1	<i>Coletas de amostras</i>	24
4.2.2	<i>Análise físico-química</i>	24
4.2.2.1	<i>Turbidez</i>	24
4.2.2.2	<i>pH</i>	25
4.2.2.3	<i>Cloro residual livre</i>	25
4.2.3	<i>Análise Microbiológica</i>	26
4.2.3.1	<i>Determinação do número mais provável</i>	26
4.2.3.2	<i>Ensaio presuntivo</i>	27
4.2.3.3	<i>Ensaio confirmativo</i>	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30

5.1	Análises microbiológicas	30
5.2	Análise físico-química	32
6	CAUSAS DE CONTAMINAÇÃO	36
6.1	Poço	36
6.2	CAGECE	36
7	AÇÕES CORRETIVAS	37
7.1	pH	37
7.2	Turbidez	37
7.3	Microbiológico	37
8	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39
	ANEXOS	41

1 INTRODUÇÃO

A água é indispensável à manutenção da vida. Esta exerceu um papel de grande importância no processo de civilização, bem como no desenvolvimento econômico e sanitário da sociedade e, mesmo com todo avanço, muitas pessoas não tem acesso a uma água de qualidade.

RIBEIRO, et al. (2015) asseveram que a partir da perspectiva sanitária, o abastecimento de água visa controlar e prevenir doenças, implantar hábitos higiênicos na população, facilitar a limpeza pública e propiciar conforto e bem-estar. Por sua vez, de acordo com o Ministério da Saúde (1981), do ponto de vista econômico, aumentar a vida média, diminuindo a mortalidade, no uso comercial, agricultura, indústria ente outros.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), levantamentos geoambientais mostram que cerca de 70% da superfície do planeta é constituído por água, sendo que 3% é de água doce e, desse total, 98% estão na condição de água subterrâneas.

Na atualidade, a água não é vista como um bem precioso, já que é muito desperdiçada por falta de conscientização por parte da população que a utiliza. De toda a água doce existente, apenas uma pequena parte é direcionada ao abastecimento da rede pública. Com o aumento crescente da população, há necessidade de uma maior demanda por água, mas com a má distribuição e utilização, já estamos sofrendo as consequências.

O cenário de escassez dos recursos hídricos exige das pessoas novos hábitos como o consumo consciente da água disponível. De acordo com dados coletados em 2015, pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGEHR), dos 153 açudes monitorados pelo órgão, 122 tinham menos de 30% da capacidade máxima. Mas, devido a esta situação muitas medidas foram tomadas: racionamento de água e até mesmo multas para o uso indevido da água.

Devido a este contexto, muitas pessoas buscam novas formas de aliviar a falta de água que vivenciamos. Uma das práticas adotadas é a construção de poços artesianos ou semi-artesianos (águas subterrâneas). Apesar da utilização de águas subterrâneas, a idéia de uso racional deve ser mantida afinal, a mesma não é uma fonte inesgotável. Essa alternativa exige cuidados, pois se feita de maneira incorreta, pode acarretar a contaminação da água.

Até mesmo a CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará), responsável por distribuir água em toda rede pública, tem investido na construção de poços profundos que irão atender municípios em situações de emergência no interior do estado.

A situação dos reservatórios teve uma melhora devido a quadra chuvosa do início do ano de 2017. A COGERH é responsável por 153 açudes cuja capacidade total é de 18, 63 bilhões de metros cúbicos e hoje, a partir de um levantamento feito no ano de 2017, apresentam um volume de 2,22 bilhões de metros cúbicos, o que representa aproximadamente 12% da capacidade total.

Para o presente trabalho, tendo em vista a busca por soluções para driblar a escassez de água enfrentada pela população, fizemos um comparativo entre as águas de poços e da rede pública utilizadas em restaurantes da capital cearense, se atendem aos padrões de potabilidade **para** consumo humano estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Oferta de água subterrânea no Ceará

O Ceará, segundo Oliveira (2015)¹, possui diversas regiões com condições propícias para reter água no solo, podemos citar quatro regiões: Chapada do Araripe, Serra da Ibiapaba, Chapada do Apodi, o grupo Barreiras e Dunas. A jornalista afirma que os solos dessas localidades, devido a suas características porosas e permeáveis, são capazes de reter e ceder água subterrânea.

Baseada na Lei nº 3.692, de 15 de dezembro de 1959, em 1960 foi criada a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). O objetivo desta autarquia era promover e coordenar o desenvolvimento da região Nordeste e para tal, deu início aos trabalhos de perfuração de poços, onde são agora conduzidos por pessoas especializadas. No Ceará, este trabalho foi designado à Superintendência de Obras Hídricas (SOHIDRA). Ainda no referido estado, também existe a Diretoria de Águas Subterrâneas (DASUB), responsável por realizar estudos hidrogeológicos, construção, instalação e revitalização de poços, implantação e manutenção de dessalinizadores que tornam possível transformar água salobra em potável, visto que é a grande problemática das águas encontradas nos lençóis freáticos em nosso estado.

2.2 Tipos de poços para captação

Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS)², existem dois tipos de poços para captação de água: o tubular profundo e o poço raso, conhecido também por cacimba. O poço tubular profundo é uma

Obra de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, executada com Sonda Perfuratriz mediante perfuração vertical com diâmetro de 4” a 36” e profundidade de até 2000 metros, para captação de água (ABAS, s. d.).

¹ OLIVEIRA, Sara. Estudos mostram que Ceará possui áreas ricas em água subterrânea O Povo, Fortaleza, 05 out. 2015. Cotidiano. Disponível em <<http://www20.opovo.com.br/app/opovo/cotidiano/2015/10/05/noticiasjornalcotidiano,3514325/estudos-mostram-que-ceara-possui-areas-ricas-em-agua-subterranea.shtml>>. Acesso em: 19. jul. 2017.

² Disponível em: <http://www.abas.org/educacao_pocos.php>. Acesso em 19. jul. 2017.

Por sua vez, as cacimbas apresentam grandes diâmetros (1 metro ou mais), são

[...] escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto. Captam o lençol freático e possuem profundidade geralmente profundidades na ordem de até 20 metros. Este não precisa de licenciamento ou autorização governamental (*Ibid*, s.d.).

Ainda segundo informações disponíveis no site da ABAS, a cacimba não necessita de licenciamento ou autorização governamental dos órgãos gestores.

2.3 Vantagens das águas subterrâneas

As águas encontradas nos lençóis freáticos possuem uma boa qualidade para consumo humano existindo poucas chances de contaminação, principalmente as mais profundas. Muitas vezes, a captação é bem próxima da área de onde é consumida facilitando sua distribuição e, na maioria das vezes, não é necessário tratamento.

O manancial subterrâneo representa o maior volume de água doce que ocorre na terra na forma líquida, cerca de 10 milhões km³, já rios e lagos, por sua vez, acumulam cerca de 100 mil km³.

2.4 Águas da rede pública

A água que é fornecida na rede pública passa por um longo processo até chegar as nossas casas. Ela obedece à legislação em vigor (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011) para que seja considerada potável. Este processo ocorre nas estações de tratamento de água tornando-se própria para o consumo humano.

Art. 5º. Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I- água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos, higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II- água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido em legislação específica e que não ofereça riscos à saúde;

[...]

V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;

Mas, o acesso à água potável, infelizmente não é uma realidade para todos, pois segundo o IBGE (2001), cerca de 116 municípios brasileiros estão sem abastecimento de água tratada, 33 sem coleta de lixo e 2658 sem rede de esgoto.

Tabela 1 — Acesso ao sistema de abastecimento de água-área urbana

Período	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Rede geral	91,9%	91,0%	91,3%	91,5%	92,0%	92,0%	92,6%	92,6%	92,8%	93,1%
Poço	6,20%	6,90%	7,00%	6,90%	6,50%	6,80%	6,40%	6,40%	6,30%	6,10%

Fonte: IBGE.

2.5 Ações antrópicas na poluição das águas

Atualmente uma das problemáticas mais discutidas é o uso abusivo dos recursos naturais, a população vem gradativamente usando de forma irracional os bens oferecidos pela natureza, um deles é a água, visando apenas atender suas necessidades esquecendo o equilíbrio natural e de preservá-la.

A falta de consciência humana é bem visível em rios poluídos por lixos ou até mesmo por efluentes, resíduos provenientes das indústrias, dos esgotos e das redes pluviais, lançados no corpo hídrico de forma inadequada, causando a eutrofização do rio. É evidente que todas as ações provocadas pelo homem, modificando de forma negativa a natureza, prejudicam todo o ecossistema, principalmente o causador.

2.6 Água como veículo de transmissão de doenças

A água é vital para o ser humano e pode ser responsável por muitas doenças, quando esta serve de veículo para transmissão de uma variedade de microrganismos resultantes da sua ingestão contaminada ou do emprego de água poluída pela irrigação. As chamadas doenças de veiculação hídrica são responsáveis, segundo Macedo (2001), pela alta incidência de doenças que afetam as populações de modo geral.

Muitas dessas doenças devem-se à falta de saneamento básico, da inacessibilidade de água tratada em alguns locais ou da ingestão desta sem um tratamento adequado ou contaminada. Sua ingestão pode provocar diarreia aguda, hepatite A e até mesmo o contato (principalmente em águas de recreação) pode acarretar em infecções cutâneas, conjuntivites e otites devido à parasitas e bactérias presentes nesse tipo de água como a *Cryptosporidium*, *Giárdia* e *Shigella* e alguns tipos de *Escherichia Coli*.

2.7 Legislações para água destinada a consumo humano

Diversas leis foram criadas para se discutir o uso da água. Contudo, restringiremos nossa análise inicialmente à Portaria nº 2.914 de 2011:

[...]

Art. 2º - Esta portaria se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água.

Art. 4º - 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.

Art. 5º - Para os fins desta portaria são adotadas as seguintes definições:

VI - Sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, matérias e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;

[...]

VII - Solução alternativa coletiva de abastecimento de água para o consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;

[...]

XV - Controle da qualidade da água para consumo humano: Conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição;

XVI - Vigilância da qualidade da água para consumo humano: Conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a esta portaria, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana.

[...]

Art. 24º - Toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, devesse passar por processo de desinfecção ou cloração. (BRASIL, 2011)

A água potável deve estar em conformidade com os padrões microbiológicos e, quando for detectada a presença de coliformes totais, mesmo que em teste presuntivo é ideal que medidas corretivas sejam adotadas e novas amostras coletadas.

Tabela 2 – Parâmetros microbiológicos para potabilidade

PARÂMETRO	VMP
Água para consumo humano	
<i>Escherichia coli</i> ou Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento	
Coliformes Totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (Reservatórios e Rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Coliformes totais	
Sistemas que analisam mais de 40 amostras no mês: Ausência em 100 mL em 95% das amostras do mês	Sistemas que analisam menos de 40 amostras no mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL

Fonte: Portaria Nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde.

Os parâmetros físico-químicos também devem obedecer a esta Portaria: o pH da água recomendado deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5; o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do abastecimento é de 2mg/L; a turbidez é estabelecida no limite de igual a 1,0 UNT para 95% das amostras mensais o restante 5% pode chegar 5,0 UNT e menor ou igual a 2,0 UNT para filtração lenta.

2.8 Importância do controle do parâmetro físico-químico

2.8.1 pH

Piveli (s. d.) assevera que o pH, pode “[...] influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas [...]”, nas estações de tratamento ele é medido frequentemente e ajustado para melhorar o processo de coagulação, floculação e desinfecção (caso esteja elevado, o pH diminui a eficiência da cloração). No âmbito industrial ou em águas de abastecimento, em baixos valores pode contribuir para a corrosividade, em valores maiores, ocorre o aumento da possibilidade de incrustações.

2.8.2 Turbidez

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (2014), turbidez é definida como o grau de interferência a passagem de luz através do líquido que pode ser ocasionada devido a matérias em suspensão e outras substâncias resultantes do processo de erosão, despejos domésticos ou industriais no corpo da água, isto pode acarretar diversos problemas para manutenção da qualidade da água. Um deles seria no processo de desinfecção, pois as partículas podem atuar dificultando o contato eficaz dos microrganismos com os desinfetantes, também uma água com alta turbidez pode dificultar a vida aquática de lagos.

2.8.3 Cloro residual livre

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (2014, p. 90), a quantidade de cloro na água é denominada de cloro residual livre e possui alta importância na inibição do crescimento bacteriano. É de grande importância ter conhecimento do teor do cloro ativo presente após o processo de desinfecção da água, pois é desta forma que se pode garantir a qualidade microbiológica. Os principais produtos utilizados são: hipoclorito de cálcio, cal clorado, hipoclorito de sódio e cloro gasoso.

2.9 Qualidade microbiológica da água

A manutenção do controle microbiológico é de fundamental importância para o bem-estar da população que consome as águas distribuídas, seja por abastecimento da rede de distribuição ou por soluções alternativas como águas subterrâneas.

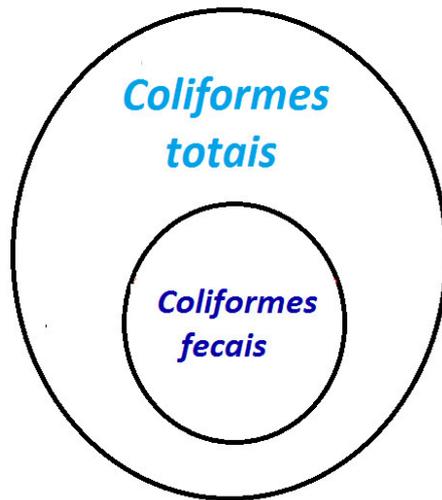
As águas subterrâneas são um habitat para muitos microrganismos, dependendo da temperatura, turbidez e pH a água se torna um ambiente bastante favorável ao crescimento dos mesmos.

2.9.1 Coliformes (Total e Fecal)

Grupos de bactérias comumente encontradas no intestino de mamíferos sendo este o principal indicativo de contaminação fecal. São gram negativos aeróbio ou anaeróbio, podendo se reproduzir ativamente a 44,5°C e capazes de fermentar lactose. Fazem parte deste grupo: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*. Os grupos fecais são termotolerantes, enquanto os não fecais são termosensíveis, podendo ser mais resistentes a agentes desinfetantes que os germes patogênicos.

Dentro do grupo dos coliformes existe um subgrupo denominado de coliformes fecais dotados da capacidade de fermentar lactose produzindo gás e ácido. Estas bactérias tem origem no trato gastrointestinal de mamíferos. Contudo, destes coliformes, apenas um é de origem fecal: a *Escherichia Coli* (E.Coli), o que significa contaminação recente e eventual presença de organismos patogênicos e mais facilmente diferenciada dos membros não fecais.

Figura 1 – Grupo coliformes totais e seu subgrupo fecais.



3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Verificar a qualidade da água de poços, utilizada no preparo e na higienização dos alimentos fornecidos em restaurantes de Fortaleza fazendo um comparativo com a água fornecida no abastecimento de rede (CAGECE).

3.2 Objetivos específicos

Determinar pH, turbidez e o cloro residual livre presentes nas águas de poço e de rede e verificar a presença de microrganismos que indiquem a contaminação das respectivas águas. Observar se os estabelecimentos obedecem à Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011, levando em consideração o bem-estar de seus consumidores além de fazer um comparativo e abordar algumas diferenças das águas subterrâneas e as águas utilizadas no abastecimento de rede.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Matéria-prima e reagentes

As amostras de água utilizadas nas análises foram coletadas diretamente da saída do poço e das torneiras de produção de restaurantes localizados em Fortaleza. Todas as análises foram realizadas no laboratório da empresa TRATAGUA.

4.2 Metodologia

4.2.1 Coletas de amostras

As análises foram realizadas em doze amostras, onde seis amostras são de poço e as outras seis de abastecimento de rede (CAGECE) tendo sido nomeadas respectivamente de amostras p1, p2, p3, p4, p5, p6 e r1, r2, r3, r4, r5, r6.

Todas as amostras foram coletadas nas torneiras de cada poço e rede. Primeiramente higienizamos as mãos e, usando um algodão, limpamos a área externa da saída de água com etanol 70%. Abrimos a torneira e deixamos a água escorrer por aproximadamente dois minutos com objetivo de limpar a tubulação e não comprometer o resultado das análises.

Colocamos as amostras em frascos esterilizados (autoclave) que foram abertos apenas no momento da coleta e em seguida foram acondicionados em recipientes térmicos. O tempo entre as coletas e as análises realizadas no laboratório não excederam oito horas, pois os parâmetros pH, turbidez e cloro residual livre são de análise imediata para evitar fuga de gases e variações de temperatura, o microbiológico por sua vez pode ser realizado em 24 hs.

4.2.2 Análise físico-química

4.2.2.1 Turbidez

A determinação da turbidez foi feita pelo método nefelométrico, baseado na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão.

Quanto maior a intensidade da luz espalhada maior será a turbidez da amostra analisada. O turbidímetro é o aparelho utilizado para a leitura, este aparelho é constituído de um nefelômetro sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Figura 2 – Turbidímetro Martini



4.2.2.2 pH

A determinação do pH foi realizada através do método de determinação potenciométrica de íons H onde tem-se o eletrodo de referência e o de vidro. O eletrodo de vidro permite a passagem de cátions. Esse processo mede a diferença de potencial entre a interface da carga positiva e outra de carga negativa, fornecida por um eletrodo de referência. O procedimento experimental foi realizado em temperatura ambiente 25C°.

Figura 3 – pHmetro Spencer.



4.2.2.3 Cloro residual livre

Pipetamos 50 mL da amostra, utilizando uma pipeta volumétrica para o erlenmeyer (250mL) com 5 mL de ácido acético glacial com pipeta graduada. Acrescentamos alguns cristais de iodeto de potássio aparecendo a coloração amarelada, adicionmos 1 mL de

amido 1% e, caso apareça a coloração azul/ escuro, titulamos com tiosulfato de sódio 0,1 N até ficar incolor.

4.2.3 Análise Microbiológica

4.2.3.1 Determinação do número mais provável

A determinação do NMP de coliformes em uma dada amostra é efetuada a partir de aplicação da técnica de tubos múltiplos. Esta técnica é baseada nos princípios de que as bactérias presentes em uma amostra podem ser separadas umas das outras por agitação, resultando em uma suspensão de células bacterianas individuais, uniformemente distribuídas na amostra original. Esta técnica consiste na inoculação de volumes decrescentes da amostra em meio de cultura adequado ao crescimento dos microrganismos pesquisados, sendo cada volume inoculado em uma série de tubos.

Através de diluições sucessivas da amostra são obtidos inóculos cuja semeadura fornece resultados negativos em pelo menos um tubo da última série em que os mesmos foram inoculados. A combinação de resultados positivos e negativos permite a obtenção de uma estimativa da densidade original das bactérias pesquisada (NMP) através da aplicação de cálculos de probabilidade.

Para análises de água, tem sido utilizado preferencialmente o fator 10 de diluição, sendo inoculados múltiplos e sub-múltiplos de 1 mL da amostra usando-se séries de cinco tubos para cada volume a ser inoculado. Esta técnica se baseia na distribuição binomial empregando-se diluições até a extinção e, para tal, utilizam-se tubos de fermentação. Pelos resultados positivos (crescimento e formação de gás) e negativos estima-se a densidade da população de coliformes. O método de tubos múltiplos resulta em um número mais provável (NMP) que é a estimativa do número de coliformes.

Como já citado, se distribui volumes de 10 mL do meio de crescimento em tubos de 16 x 150 mm, contendo tubos de fermentação (tubos de Durham invertidos) no caso do meio em concentração dupla, distribuir 10 mL em tubos de 18 x 200 mm.

Por esta técnica, podem-se obter informações sobre a população presuntiva de coliformes (teste presuntivo); sobre a população real de coliformes (teste confirmativo) e sobre a população de coliformes de origem fecal (coliformes fecais).

Como citado anteriormente, o ensaio se processa através de duas etapas (ensaio presuntivo e confirmativo) de realização obrigatória para todos os tipos de amostras de água as quais são complementadas, quando indicado, por uma terceira etapa (ensaio completo). A densidade de

coliformes fecais é obtida a partir de um ensaio específico, aplicado paralelamente ao teste para confirmação de coliformes totais.

4.2.3.2 Ensaio presuntivo

Utilizando-se os tubos preenchidos com o caldo lactosado, 3 de concentração duplo e 6 de simples (alíquotas de 10 mL), homogeneiza-se o frasco da amostra no mínimo 25 vezes. Com uma pipeta estéril transfere-se 10 mL da amostra para os tubos de concentração duplos, em seguida 1 mL da amostra para os primeiros três tubos de concentração simples e logo após 0,1 mL para os demais tubos simples, após cada inoculação deve-se agitar os tubos .

Em seguida, os tubos inoculados anteriormente são colocados em uma estufa a 36 ou 36,5°C durante 24 horas. A primeira leitura é efetuada e, se houver formação de bolhas nos tubos de Durham, indica contaminação (presuntivo positivo) então a amostra segue para o ensaio confirmativo. Os tubos com resultados previamente negativos voltam para estufa por um período adicional de 24 horas para depois efetuar a segunda leitura. Para um resultado positivo no teste presuntivo é necessária a mudança de coloração do lilás para o amarelo ou a formação de gás nos tubos de Durham. Na figura 4 é possível observar, à esquerda, tubos preenchidos com caldo lactosado e, à direita, três tubos com amostras contaminadas.

Figura 4 — Tubos preenchidos com caldo lactosado e amostra contaminada



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.3.3 Ensaio confirmativo

Com o resultado presuntivo positivo, usando a alça de inoculação, agitam-se bem os tubos CL, retira-se o material e inocula no tubo de CLVBB (caldo lactosado verde brilhante bile 2%) durante 48 horas em uma estufa e, paralelamente, realiza-se o ensaio para a verificação da presença de *E.Coli*, com todas as culturas que apresentaram resultado presuntivo positivo, este último deve ser mantido em banho-maria a 44,3 ou 44,7°C, durante 24 horas.

No resultado do teste confirmativo, os tubos apresentaram a formação de gás nos tubos de Durham invertido e por último, munido da tabela em anexo, calcula-se o Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais (Tabela de McGRADY). Vale ressaltar que os ensaios foram realizados com a série de três tubos.

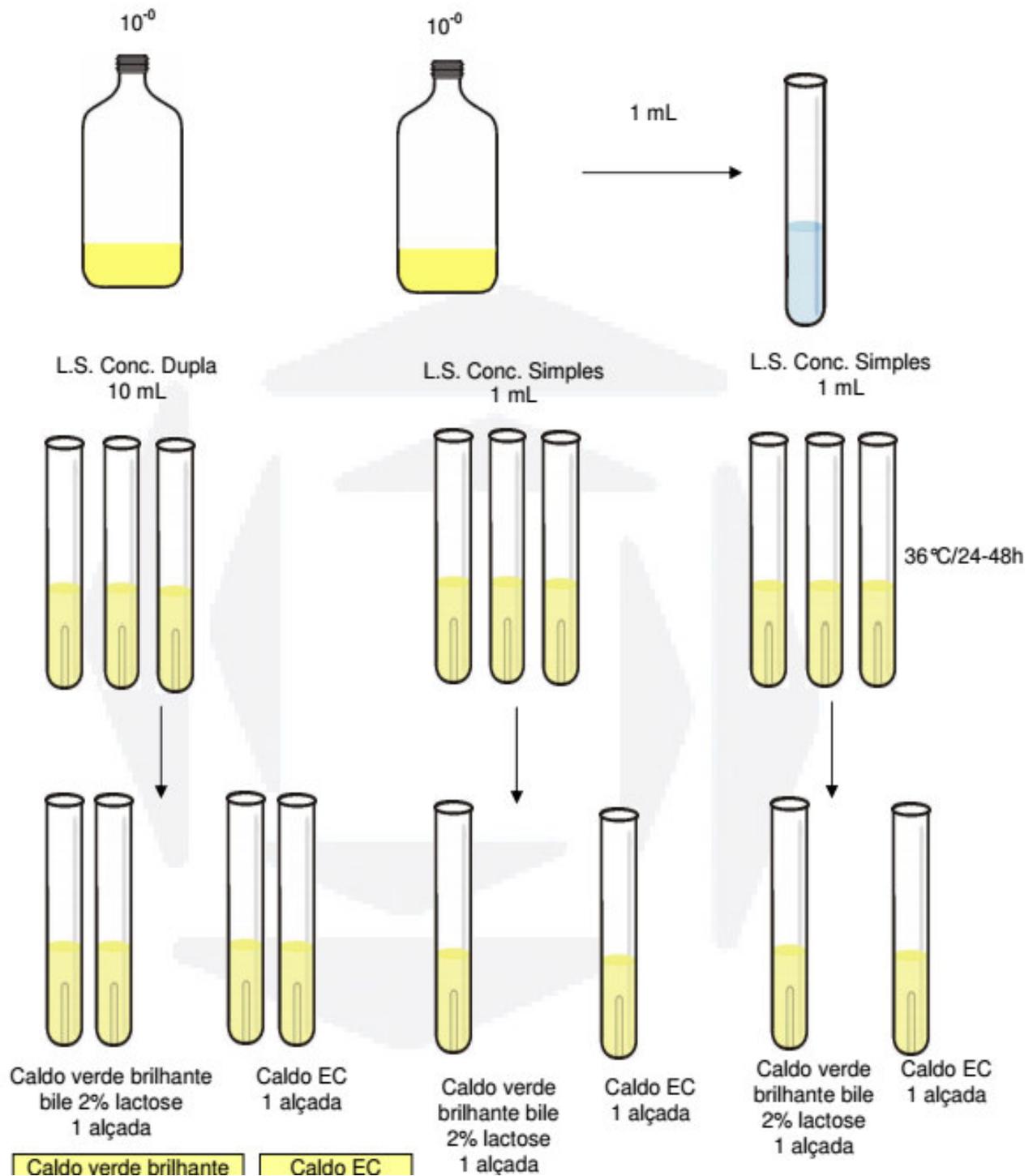
Por exemplo, os três tubos de concentração dupla (10mL), dois de concentração simples (1mL) e nenhum tubo na última fileira de tubos simples (0,1mL). Considerando a formação de gás em cada tubo, consultando a tabela temos um valor mais provável de 93 coliformes, com limite de confiança de 95%.

Figura 5 — Tubos preenchidos com o caldo EC (esq.) e Caldo verde (dir.).



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 6- Esquema de análise do número mais provável coliforme total e termotolerante



5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises microbiológicas

As análises foram realizadas através do método NMP que permite calcular o número de um microrganismo presente na amostra de água específica, utilizando tabelas de probabilidade. Foi determinada a quantidade de coliformes totais *E. Collie* seguem abaixo os resultados descritos na Tabela 3.

Tabela 3 — Resultados microbiológicos para águas de poços

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS (POÇOS)						
	AMOSTRA 1 CLORADO	AMOSTRA 2 CLORADO	AMOSTRA 3 CLORADO	AMOSTRA 4 BRUTO	AMOSTRA 5 BRUTO	AMOSTRA 6 CLORADO
RESULTADO FINAL	0-0-0	0-0-0	0-0-0	3-2-0	2-0-1	0-0-0
NMP	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	93	7	AUSENTE

Fonte: Elaborado pela autora.

As análises foram realizadas através do método NMP que permite calcular o número de um microrganismo presente na amostra de água específica, utilizando tabelas de probabilidade. Foi determinada a quantidade de coliformes totais *E. Collie* seguem abaixo os resultados descritos na Tabela 3.

Na tabela 3 está relacionada a quantidade de coliformes totais e *E. Collie* determinadas nas análises das amostras das águas de poços coletadas em seis restaurantes diferentes na cidade de Fortaleza.

Tabela 4 — Resultados microbiológicos das águas de rede

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS (CAGECE)						
	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	AMOSTRA 4	AMOSTRA 5	AMOSTRA 6
RESULTADO FINAL	3-2-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0
NMP	150	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: Elaborado pela autora.

A tabela 4 trata dos resultados obtidos a partir das amostras coletadas diretamente da torneira da produção de seis restaurantes diferentes que utilizam água fornecida pela rede da CAGECE.

Das seis amostras coletadas dos poços, apenas duas (amostras 4 e 5) estão impróprias para consumo humano, tendo em vista que a legislação em vigor exige a ausência de microrganismos patogênicos (coliformes totais e termotolerantes).

Vale ressaltar que as amostras 4 e 5 tratam-se de poços brutos, por esse motivo favorece ao crescimento desses microrganismos. Em águas subterrâneas existe uma vantagem, pois dependendo da espécie dos organismos patogênicos podem ser eliminados pela ausência de oxigênio (ambiente anaeróbico). Eles podem até sobreviver, mas depois de algum tempo começam a desaparecer exponencialmente.

Para evitar problemas com o padrão de potabilidade para consumo humano é necessária a desinfecção do poço que é feita muitas vezes com hipoclorito de sódio. Este desinfetante age como agente oxidante em busca de elétrons nos microrganismos provocando sua oxidação (eliminação ou morte).

Temos na Tabela 4 amostras de rede pública (CAGECE) que diferente dos poços passa por um tratamento convencional que consiste nos seguintes processos: Pré-cloração, Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração e Desinfecção.

Das amostras analisadas apenas uma não está apta ao consumo humano, pois, levando em consideração que toda a assepsia de coleta foi obedecida, essa contaminação deve-se a falta de higienização do reservatório onde fica acondicionada a água que é de responsabilidade do dono do estabelecimento.

Um ponto importante deve ser citado, em um meio de cultura não deve haver alterações bruscas no pH do meio, pois pode inibir posteriormente o crescimento dos microrganismos, para evitar adiciona-se um tampão ao meio.

Amostras que apontam a existência de contaminação, medidas corretivas devem ser adotadas e feitas novas coletas em dias imediatamente sucessivos até atingir resultados satisfatórios. O não cumprimento da portaria do ministério da saúde pode acarretar penalidades, além do que colocar em risco a saúde pública.

5.2 Análise físico-química

A seguir poderemos observar o resultado das análises dos parâmetros físico-químicos que estão agrupados nas tabelas 5 e 6. Faremos também um comparativo com os valores permitidos na legislação.

Tabela 5 - Resultados das análises físico-químicas das águas de poços

PARÂMETROS POÇOS						
Amostra	(p1)	(p2)	(p3)	(r4)	(r5)	(r6)
pH	5,80	6,93	4,20	6,55	7,76	8,07
Turbidez	1,05	0,50	0,50	1,52	0,58	0,81
Cloro Residual	0,62	Ausente	0,21	Ausente	0,26	2,00

Fonte: Elaborado pela autora

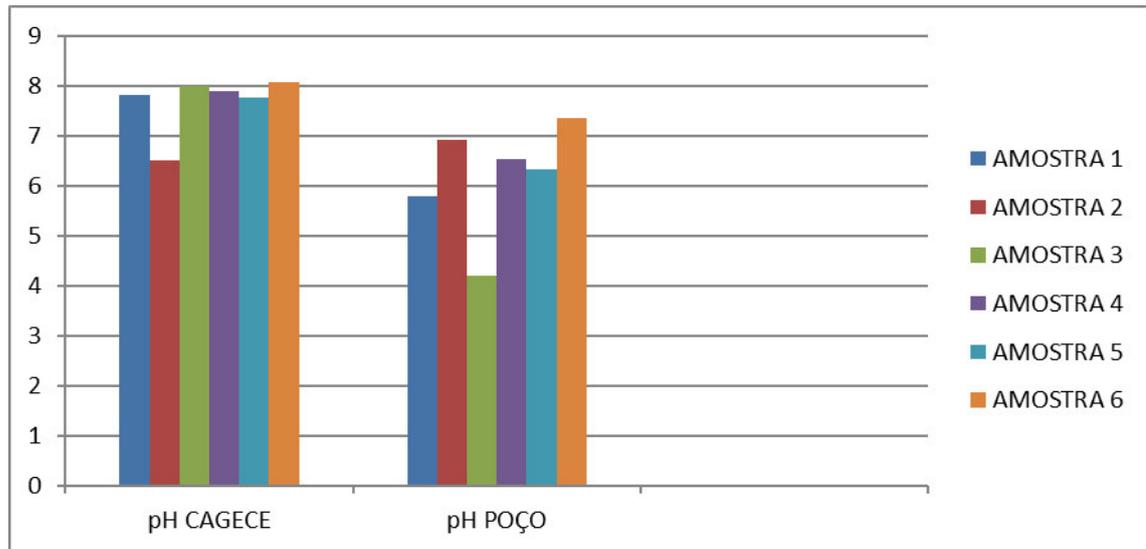
Abaixo segue a tabela 6 com os resultados dos parâmetros da água fornecida pela rede pública:

Tabela 6 — Resultados das análises físico-químicas das águas de rede

PARÂMETROS CAGECE						
Amostra	(r1)	(r2)	(r3)	(r4)	(r5)	(r6)
pH	7,83	6,50	7,99	7,90	7,76	8,07
Turbidez	0,53	0,26	0,84	6,00	0,58	0,81
Cloro Residual	0,70	0,66	0,50	0,77	0,26	2,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 1 – Comparativo pH CAGECE X poço

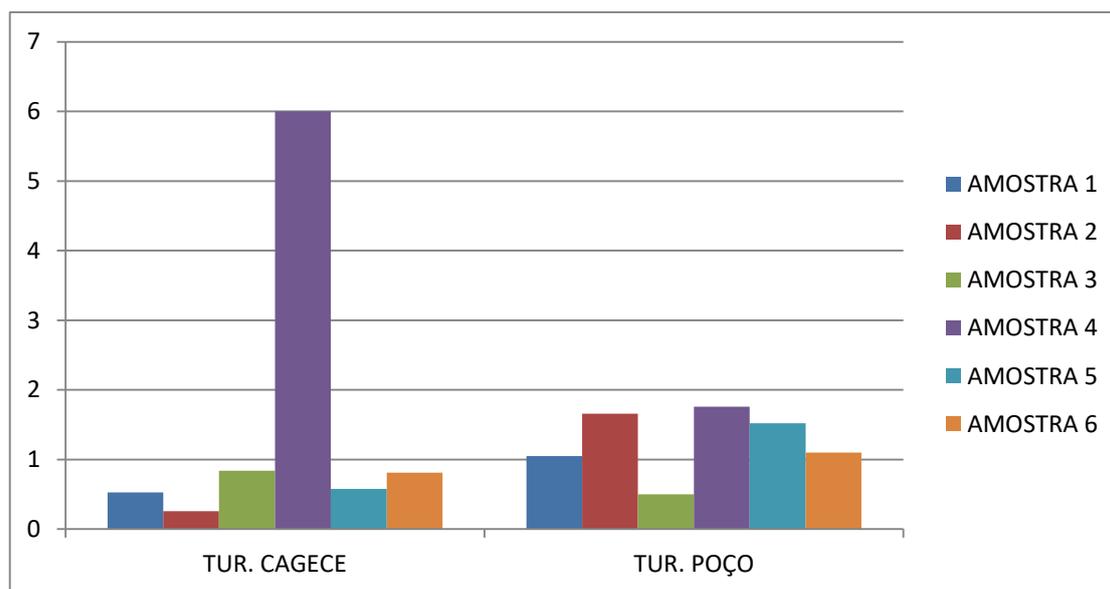


Fonte: Elaborado pela autora.

Fazendo um comparativo dos resultados obtidos nas análises com o valores exigidos na Portaria do Ministério da Saúde, em relação ao pH apenas duas amostras de poço ficaram abaixo do permitido para consumo humano (amostra 1: 5,8 e amostra 3 : 4,2). É bastante comum águas subterrâneas terem o pH entre 5,5 e 8,5. Contudo, ainda existem casos excepcionais podendo variar entre 3 e 11, dependendo também do tipo de solo.

Já em amostras monitoradas e distribuídas pela CAGECE todas estão dentro do limite aceito pela legislação, pois existe um processo de correção de acidez que trata da aplicação de hidróxido de cálcio na água tratada, isso é realizado para evitar a corrosões nas tubulações.

Gráfico 2 – Comparativo turbidez



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação à turbidez de poços, esta é provocada por sólidos em suspensão como argila, matéria orgânica, microrganismos e partículas inorgânicas, mas geralmente águas subterrâneas praticamente não têm sólidos em suspensão, justificando assim os baixos valores de turbidez obtidos nas análises. Podem existir alguns poços mal desenvolvidos com produção de argila, silte e areias indicando uma maior turbidez, mas todas as amostras analisadas obedeceram aos padrões de potabilidade.

Na água de rede apenas a amostra 4 teve um pico bem alto de turbidez (6,0 UNT) um valor muito acima do permitido que é de 1,0 UNT. Isso deve-se a falta de limpeza nos reservatórios ou tubulações do referido restaurante, pois a água tratada passa por um processo de remoção de turbidez que consiste na adição de coagulantes em doses suficientes para retirar as partículas presentes na água, ainda existindo uma filtração.

Agora podemos verificar o teor de Cloro Residual Livre que é de suma importância para melhorar a qualidade microbiológica da água, sendo que um dos desinfetantes mais usados seria o cloro tanto em sua forma molecular ou seus derivados.

O hipoclorito é o desinfetante mais utilizado tanto em estações de tratamento como soluções alternativas devido à sua boa solubilidade em água, residual de fácil determinação e destrói a maioria dos organismos patogênicos.

Nas amostras de poços todas obedeceram ao teor máximo de CRL, no caso duas amostras 4 e 5 tratam-se de poços brutos, devido a esta condição foram positivas no teste confirmativo para coliformes totais, já a amostra 2, apesar de poço clorado o teor de CRL foi ausente, mas em seu teste microbiológico obedeceu aos padrões para consumo humano.

Em amostras de água de rede também obedeceram ao teor máximo de 2 mg/L, tendo em vista que o cloro residual livre é monitorado rotineiramente pela CAGECE, pois uma dosagem maior que a permitida acarreta um odor e sabor característico desagradável.

O cloro além de ter o poder de desativar organismos patogênicos, melhora as características física, química e organoléptica da água, devido ao cloro reagir com Am, Fe, Mn e outras substâncias orgânicas. O cloro aplicado na forma elementar ou de hipoclorito reage com água sofrendo hidrólise com produção de cloro livre, ácido hipocloroso e os íons hipoclorito; a formação das seguintes formas de cloro depende exclusivamente do pH.

6 CAUSAS DE CONTAMINAÇÃO

6.1 Poço

São inúmeras as causas das contaminações de poços podemos citar algumas que podem tanto alterar a qualidade microbiológica como também a físico-químicas estas são: fontes sépticas, a utilização de fertilizantes nos solos, aplicação de pesticidas para o controle de pragas, poços mal construídos ou mesmo a perfuração incorreta do poço.

Pode haver uma interação entre a água superficial e subterrânea, a lixiviação natural que acaba trazendo minerais dissolvidos de rochas e solos.

6.2 CAGECE

Já a captação de rede de abastecimento é proveniente em sua grande maioria de águas superficiais que são mais propensas à contaminação principalmente antrópica, mas antes de chegar às residências a água passa por um tratamento e é monitorada o pH, CRL, sua turbidez e sua qualidade microbiológica, garantido uma água de acordo com os padrões de potabilidade, mas o problema está muitas vezes na tubulação de residências, restaurantes ou até mesmo na falta de limpeza do reservatório onde fica armazenada a água.

7 AÇÕES CORRETIVAS

7.1 pH

O pH pode tornar a água corrosiva e, com o tempo, torneiras e peças em inox podem ser danificadas, por exemplo. Em poços, o problema muitas vezes é o pH abaixo de 6,0, como foi visto em duas amostras analisadas, o que pode acarretar em prejuízos aos donos dos restaurantes. Para corrigir o pH utiliza-se dosadores de produtos químicos, em pH ácido pode adicionar soda e para reduzir são utilizados ácidos.

7.2 Turbidez

É característico de águas subterrâneas terem areia ou mesmo barro, como solução, pode-se utilizar filtros em virtude da rápida saturação, principalmente se a quantidade de areia ou barro for alta, pois acaba impedindo a passagem de água. Como a alternativa ao problema, recomenda-se enviar esta água para uma caixa e só depois filtrá-la. Este processo se torna mais eficiente devido ao cloro que faz com que a areia e o barro decantem rapidamente.

7.3 Microbiológico

A qualidade microbiológica da água pode ser melhorada através de três tipos de controle bacteriológico: aplicação de cloro, sistema ultravioleta e aplicação de ozônio. O sistema mais utilizado, inclusive nas amostras analisadas, é aplicação de cloro devido sua eficiência e preço. Existem duas formas de se aplicar o cloro, o clorador mecânico e a dosadora eletrônica (mais comum), pois o cloro se dar em menor concentração e dosagem com precisão.

8 CONCLUSÃO

Das amostras analisadas, apenas duas oriundas dos poços analisados estavam contaminadas, em desacordo com a Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. No que diz respeito à distribuída pela CAGECE, apenas uma estava fora do padrão de potabilidade.

Nas análises físico-químicas as amostras de poço tiveram algumas amostras mais ácidas, as distribuídas pela rede possuem o pH ideal para o consumo, tendo sido encontrada apenas uma amostra com turbidez alta ao contrário das águas subterrâneas onde não foram detectadas anormalidades nesse parâmetro.

A partir da análise feita em laboratório, seguindo os padrões mencionados anteriormente, podemos dizer que a maioria das águas dos restaurantes obedece à referida portaria quanto a sua potabilidade.

REFERÊNCIAS

ABAS. **Poços para captação de água**. Disponível em:

<http://www.abas.org/educacao_pocos.php>. Acesso em 19. jul. 2017.

BRASIL. Portaria n° 518, de 25 de março de 2004. Regulamenta no âmbito federal, disposto no art. 2° do Decreto n° 79.367, 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] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de mar. de 2004. Seção 1, p. 266-270. Disponível em:

<<https://www.cagece.com.br/images/stories/downloads/decretos/Norma%20de%20Qualidade%20da%20Agua%20para%20Consumo%20Humano.pdf>>. Acesso em: 27 de março de 2017.

_____. Lei n° 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 8 de jan. de 2007. Seção 1. Disponível em: <

<https://www.cagece.com.br/images/stories/downloads/decretos/Lei%2011.445%20-%20Lei%20do%20Saneamento.pdf>>. Acesso em: 27 de março de 2017.

_____. IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2008. Disponível em

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/defaulttabzip-abast-aguashtm>>. Acesso em: 09 de mar. 2017.

_____. Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Regulamenta no âmbito federal, dispositivos da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 de dez. de 2011. Seção 1, p. 39.

_____. 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. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2017.

CEARÁ. COGERH. Todos pela água. Disponível em:

<<https://www.cogerh.com.br/#todospelaagua>>. Acesso em: 12 de Julho de 2017.

FEITOSA, Fernando A.C. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações/ organização e coordenação científica**. 3 ed. Ver. E ampl. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812p.

FELLENBERG, Gunter. **Introdução aos Problemas da Poluição Ambiental**. Tradução Juergen Henrich Maar. São Paulo: Springer, 1980.

LENZI, Ervim. **Introdução à Química da Água Ciência, Vida e Sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 2 ed. São Paulo: Átomo, 2008.

LUIZ, Augusto Rodrigues da Luz. **A Reutilização da Água: mais uma chance para nós**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

MACEDO, J. A. B. **Águas & águas**. São Paulo: Varela, 2001. 1000 p.

_____. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 2 ed. Belo Horizonte – MG: Macêdo, 2003.

OLIVEIRA, Sara. Estudos mostram que Ceará possui áreas ricas em água subterrânea. O Povo, Fortaleza, 05 out. 2015. Cotidiano. Disponível em: <<http://www20.opovo.com.br/app/opovo/cotidiano/2015/10/05/noticiasjornalcotidiano,3514325/estudos-mostram-que-ceara-possui-areas-ricas-em-agua-subterranea.shtml>>. Acesso em: 19. jul. 2017.

PELEZAR, Michel Jr. **Microbiologia Conceitos e Aplicações**. Tradução Sueli Fumie Yamada. 2. Ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997.

PINTO, A. L. **Saneamento Básico e Qualidade das Águas Subterrâneas**. In: MORETTI Edvaldo C. e CALIXTO, Maria José M.S (Org.). Geografia e produção regional: Sociedade e ambiente. Campo Grande- MS, Editora da UFMS; p11-55.2003.

RIBEIRO, L. G. et al. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA EM REGIÕES RIBEIRINHAS DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ. **Exatas & Engenharia**, [S.l.], v. 5, n. 13, out. 2015. ISSN 2236-885X. Disponível em: <http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/exatas_e_engenharia/article/view/685>. Acesso em: 18. jul. 2017.

ZANCUL, M. S. Água e saúde. **Revista Eletrônica de Ciências**. São Paulo, n.32, 2006. Disponível em: <http://cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_32/atualidades.html>. Acesso em: 30 de abril de 2017.

ANEXO

ANEXO – Número mais provável por 100 mL, para séries de 3 tubos com inóculos de 10 mL, 1,0 mL e 0,1 mL, e respectivos intervalos de confiança 95 %.

Número de Tubos Positivos			NMP/g ou mL	Intervalo Confiança (95%)	
10	1,0	0,1		Inferior	Superior
0	0	0	<3,0	--	9,5
0	0	1	3,0	0,15	9,6
0	1	0	3,0	0,15	11
0	1	1	6,1	1,2	18
0	2	0	6,2	1,2	18
0	3	0	9,4	3,6	38
1	0	0	3,6	0,17	18
1	0	1	7,2	1,3	18
1	0	2	11	3,6	38
1	1	0	7,4	1,3	20
1	1	1	11	3,6	38
1	2	0	11	3,6	42
1	2	1	15	4,5	42
1	3	0	16	4,5	42
2	0	0	9,2	1,4	38
2	0	1	14	3,6	42
2	0	2	20	4,5	42
2	1	0	15	3,7	42
2	1	1	20	4,5	42
2	1	2	27	8,7	94
2	2	0	21	4,5	42
2	2	1	28	8,7	94
2	2	2	35	8,7	94
2	3	0	29	8,7	94
2	3	1	36	8,7	94
3	0	0	23	4,6	94
3	0	1	38	8,7	110
3	0	2	64	17	180
3	1	0	43	9	180
3	1	1	75	17	200
3	1	2	120	37	420
3	1	3	160	40	420
3	2	0	93	18	420
3	2	1	150	37	420
3	2	2	210	40	430
3	2	3	290	90	1000
3	3	0	240	42	1000
3	3	1	460	90	2000
3	3	2	1100	180	4100
3	3	3	>1100	420	--

Fonte: Brasil, 2003.