



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

ESDRAS DE OLIVEIRA LIMA

**MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS FÍSICOS DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO
DE CAMPINA GRANDE – PB**

**CAMPINA GRANDE
2019**

ESDRAS DE OLIVEIRA LIMA

**MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS FÍSICOS DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO
DE CAMPINA GRANDE – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Estadual da Paraíba como requisito obrigatório à obtenção do título de Bacharel em Químico Industrial.

Área de Concentração: Ciências Exatas e da Terra

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ângela Maria Santiago

**CAMPINA GRANDE
2019**

É expressamente proibido 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 do trabalho.

L732m Lima, Esdras de Oliveira.
Monitoramento dos parâmetros físicos da água de abastecimento de Campina Grande – PB [manuscrito] / Esdras de Oliveira Lima. - 2019.
28 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.
"Orientação : Profa. Dra. Ângela Maria Santiago, Departamento de Química - CCT."
1. Água potável. 2. Abastecimento de água. 3. Qualidade da água. 4. Parâmetros físicos. I. Título
21. ed. CDD 628.1

ESDRAS DE OLIVEIRA LIMA

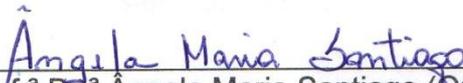
MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS FÍSICOS DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO
DE CAMPINA GRANDE – PB

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Estadual da
Paraíba como requisito obrigatório à
obtenção do título de Bacharel em Química
Industrial.

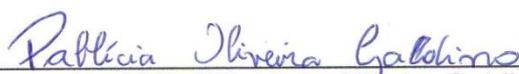
Área de Concentração: Ciências Exatas e
da Terra

Aprovada em: 26/06/2019.

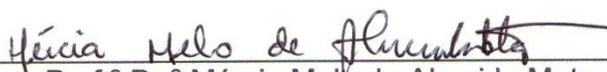
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Ângela Maria Santiago (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof.^a Dr.^a Pablicia Oliveira Galdino
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof.^a Dr.^a Mércia Melo de Almeida Mota
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

RESUMO

A estação de tratamento de água de Gravatá é responsável por abastecer a cidade de Campina Grande e outros oito municípios da Paraíba, ela utiliza as águas do açude Epitácio Pessoa para o tratamento e abastecimento. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo principal de analisar a qualidade da água de abastecimento de Campina Grande – PB com base nos seus parâmetros físicos. Rotineiramente a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA realiza as análises físico-químicas e bacteriológicas da água que abastece a cidade de Campina Grande, no laboratório de análises de água – R1. Dentre as diversas análises realizadas, este trabalho aborda especificamente os parâmetros físicos: cor; turbidez; condutividade elétrica; salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD). Realizou-se a coleta das amostras de água na própria estação de tratamento no período de julho a dezembro de 2017. A metodologia utilizada nas análises físicas foi retirada do manual de procedimentos do laboratório de análises de água da CAGEPA. A partir dos resultados das análises observou-se uma diferença significativa nos parâmetros ao longo dos meses, no entanto os valores apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos com base na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

Palavras-Chave:Água potável. Abastecimento de água. Qualidade da água. Parâmetros físicos.

ABSTRACT

The water treatment plant of Gravatá is responsible for supplying the city of Campina Grande and eight other municipalities of Paraíba, it uses the waters of the dam Epitácio Pessoa for treatment and supply. The present work was developed with the main objective of analyzing the quality of the supply water of Campina Grande - PB based on its physical parameters. Routinely the Water and Sewage Company of Paraíba - CAGEPA performs the physical-chemical and bacteriological analyzes of the water that supplies the city of Campina Grande, in the laboratory of analysis of water - R1. Among the several analyzes carried out, this paper specifically addresses the physical parameters: color; turbidity; Electric conductivity; salinity and total dissolved solids (TDS). Water samples were collected at the treatment station itself from July to December 2017. The methodology used in the physical analyzes was taken from the procedures manual of the CAGEPA water analysis laboratory. From the results of the analyzes, a significant difference was observed in the parameters over the months, however the values were within of the limits established based on Ordinance of Consolidation nº 5/2017 of the Ministry of Health.

Keywords: Potable water. Water supply. Water quality. Physical parameters.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVOS	8
2.1	OBJETIVO GERAL	8
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	8
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
3.1	ÁGUA	9
3.2	TIPOS DE ÁGUA	9
3.3	ÁGUA DE ABASTECIMENTO.....	11
3.4	QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO.....	12
3.5	CONTROLE DE QUALIDADE	14
3.5.1	<i>Parâmetros Físicos.....</i>	<i>14</i>
3.5.1.1	<i>Cor.....</i>	<i>14</i>
3.5.1.2	<i>Turbidez.....</i>	<i>15</i>
3.5.1.3	<i>Condutividade Elétrica</i>	<i>16</i>
3.5.1.4	<i>Salinidade</i>	<i>16</i>
3.5.1.5	<i>Sólidos Totais Dissolvidos (STD).....</i>	<i>17</i>
4	METODOLOGIA.....	18
4.1	LOCALIZAÇÃO DA REALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	18
4.2	ÁGUA ANALISADA.....	18
4.3	ANÁLISES FÍSICAS REALIZADAS.....	18
4.3.1	<i>Determinação de Cor Aparente</i>	<i>18</i>
4.3.2	<i>Determinação de Turbidez.....</i>	<i>19</i>
4.3.3	<i>Determinação de Condutividade, Salinidade, Sólidos Totais Dissolvidos (STD)....</i>	<i>20</i>
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais abundante no planeta, é indispensável para todas as formas de vida. É utilizada para o consumo humano, para atividades socioeconômicas, e tem grande importância na saúde, na qualidade de vida e no desenvolvimento das populações (SCURACCHIO, 2010). Entretanto a água pode servir de veículo para diversos contaminantes físico-químicos e microbiológicos, logo para garantir que ela não ofereça risco à saúde dos consumidores é importante realizar seu tratamento.

Dessa maneira, para designar a tecnologia de tratamento para obtenção da água potável, deve-se realizar análises microbiológicas e físico-químicas na água bruta, para definir suas características e as alterações que ela está sujeita devido aos fenômenos naturais (LIBÂNIO, 2010). Além disso, essas análises também são muito importantes após o tratamento da água para a verificação da sua qualidade durante a distribuição.

A qualidade da água de abastecimento é uma questão de grande relevância e têm ocasionado preocupação no âmbito da saúde pública. O consumo de água contaminada ou fora dos padrões de qualidade é fator de risco e agravos à saúde, devido à possível presença de microrganismos patogênicos e/ou substâncias químicas prejudiciais, bem como substâncias orgânicas não degradáveis, nitrato, amônia, gás sulfídrico, metais pesados, entre outros (FERNANDES, 2011).

Os parâmetros físicos da água embora não possuam uma grande importância sanitária, estão bem vinculados às suas propriedades organolépticas. Comumente trazem o impacto imediato ao consumidor, podendo, provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde (ANA, 2019).

No Brasil, a legislação que regulamenta o padrão de potabilidade de água para consumo humano é a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (PRC MS/GM nº 5/2017). Esta Portaria estabelece que toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Portanto, o monitoramento da qualidade da água durante as etapas de captação, tratamento e distribuição é fundamental para garantir a saúde de seus

consumidores, bem como, a verificação do sistema de tratamento a fim de adotar medidas preventivas e corretivas. Além de ser importante a existência de um banco de dados que permita um conhecimento e controle maior das características da água ao longo do ano para adequação do tratamento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os parâmetros físicos da água de abastecimento na cidade de Campina Grande, Paraíba.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar os parâmetros físicos: cor; turbidez; condutividade elétrica; salinidade e sólidos totais dissolvidos, durante um período de seis meses.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ÁGUA

A água não é encontrada pura na natureza. Ao cair em forma de chuva, já carrega impurezas do próprio ar. Ao atingir o solo seu grande poder de dissolver e carrear substâncias altera ainda mais suas qualidades (BRASIL, 2006).

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2006) entre o material dissolvido encontram-se as mais variadas substâncias como, por exemplo, substâncias calcárias e magnesianas que tornam a água dura; substâncias ferruginosas que dão cor e sabor diferentes à mesma e substâncias resultantes das atividades humanas, tais como produtos industriais, que a tornam imprópria ao consumo.

A água pode carrear substâncias em suspensão, tais como partículas finas dos terrenos por onde passa e que dão turbidez à mesma; pode também carrear organismos, como algas que modificam o seu odor e gosto, além de liberar toxinas, exemplo as cianobactérias, ou ainda, quando passa sobre terrenos sujeitos à atividade humana, pode levar em suspensão microorganismos patogênicos (FUNASA, 2006).

3.2 TIPOS DE ÁGUA

A Resolução Nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA de 17 de março de 2005 no Território Nacional classifica as águas de acordo com a sua salinidade, dividindo em águas doces, salobras e salinas. As águas doces são águas com salinidade igual ou inferior a $0,5^{0}/_{00}$, águas com valores de salinidade compreendidos entre $0,5^{0}/_{00}$ e $30^{0}/_{00}$ são consideradas águas salobras, as águas com valores de salinidade superiores a $30^{0}/_{00}$ são caracterizadas como águas salinas.

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade; sabendo que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas (Resolução CONAMA 357/05).

O Quadro 01 descreve as classes de cada tipo de água com seus usos preponderantes de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

Quadro 1 - Classificação das águas

Água Doce	
Classe especial	Destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção e também à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe I	Destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe II	Destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.
Classe III	Destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.
Classe IV	Destinadas à navegação; e à harmonia paisagística e usos menos exigentes.
Água Salobra	
Classe especial	Destinadas: à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe I	Destinadas à recreação de contato primário, à proteção das comunidades aquáticas e à aquicultura e à atividade de pesca.
Classe II	Destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário.
Classe III	Destinadas à navegação; e à harmonia paisagística.
Água Salina	
Classe especial	Destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe I	Destinadas à recreação de contato primário, à proteção das comunidades aquáticas; à aquicultura e à atividade de pesca; ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
Classe II	Destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário.
Classe III	Destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Fonte Brasil 2015, Adaptado pelo Autor, (2019)

3.3 ÁGUA DE ABASTECIMENTO

A água para consumo humano, que também pode ser chamada como água de abastecimento, é definida como toda água destinada a ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, conforme o conceito presente no artigo 5º da Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde (PRT MS/GM 2914/2011), reconhecida como a portaria da água para consumo humano. Segundo a mesma portaria, água potável é aquela que atende ao padrão de potabilidade e que não oferece riscos à saúde, assim como a água de abastecimento para consumo humano.

A garantia de um abastecimento com água de qualidade deve ser tratada como prioridade no planejamento das políticas públicas voltadas à proteção da saúde da população (GOIS et al, 2013). Nessa perspectiva, Barcellos et al. (1998) defendem a importância do estabelecimento e manutenção de programas de abastecimento e qualidade da água, pois são imprescindíveis para melhorar a saúde pública.

A água de abastecimento deve ter um alto teor de pureza, ser livre de matéria suspensa visível, cor, gosto, de organismos patogênicos e quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos prejudiciais ao ser humano. Para que a água atenda a essas características e seja considerada potável diversos processos estão envolvidos, se destacando entre estes, a captação da água no manancial e o tratamento físico, químico e biológico para tornar própria a sua distribuição e consumo (RICHTER, 1991).

Os sistemas de abastecimento de água (SAA), de acordo com a PRT MS/GM 2914/2011, são instalações compostas por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, que vão desde a zona de captação até as ligações prediais, destinadas à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição. Para que os SAAs cumpram com eficiência a função de proteger os consumidores contra os riscos à saúde humana, é essencial um adequado e cuidadoso desenvolvimento de todas as suas fases: a concepção, o projeto, a implantação, a operação e a manutenção (BRASIL, 2006).

O homem necessita de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender suas necessidades, para proteção de sua saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico. Sob o aspecto econômico, o abastecimento de água visa aumentar a vida média pela redução da mortalidade, aumentar a vida produtiva do indivíduo, quer pelo aumento da vida média quer pela redução do tempo perdido com

doença, facilitar a instalação de indústrias, inclusive a de turismo, e conseqüentemente ao maior progresso das comunidades e facilitar o combate a incêndios (FUNASA, 2006).

Conforme Branco (2001), a água não pode conter elementos que sejam prejudiciais à saúde, ou seja, não pode conter substâncias tóxicas e nem organismos patogênicos. Por isso, a água de abastecimento precisa ser acompanhada, por meio de coleta de amostras e análises em laboratórios especializados, onde serão feitos testes físicos, químicos e biológicos, visando observar se esta água esta dentro dos padrões de qualidade estabelecidos.

3.4 QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO

O conceito de qualidade apresenta, simultaneamente, uma grande ambiguidade e uma grande diversidade. Qualidade não é, portanto, uma palavra cujo significado seja objetivo e unívoco. Este conceito de qualidade é relativo, uma vez que se baseia na objetividade do utilizador, ou do fim a que a água se destina (PAULOS, 2018).

Paulos(2018) afirma que, para o consumidor direto, a qualidade da água é avaliada, numa primeira impressão, pelas suas qualidades organolépticas e para que possa ser bebida, incondicionalmente e sem repugnância, deverá ser clara (incolor), inodora (sem cheiro) e não ter qualquer sabor desagradável. No entanto, uma água que apresente estas características pode não ser adequada para o consumo humano, por exemplo, estar contaminada com organismos patogênicos. Portanto para poder ser consumida sem restrições deverá respeitar muitas outras exigências, não possíveis de avaliar sensorialmente.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS (WHO, 2006), a água é essencial para sustentar a vida e um suprimento (adequado, seguro e acessível) que deve estar disponível para todos.

A água potável tem como requisitos de qualidade não por em risco a saúde humana, possuir características organolépticas que a sua aceitação por parte do consumidor não seja afetada negativamente, ser agradável ao paladar e a visão, não causar deterioração nos sistemas de distribuição das diferentes partes do sistema de abastecimento (PAULOS, 2018). Portanto é necessário proteger e melhorar a qualidade das águas que sejam utilizadas ou estejam destinadas a serem utilizadas, após tratamento adequado, para a produção de água para consumo humano.

A qualidade da água para consumo humano no Brasil vem ganhando relevância nas atuais políticas públicas, relacionando-se diretamente à saúde pública e à preservação ambiental, afirma Ramos (2016).

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2019) o Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta. Mas a distribuição natural desse recurso não é equilibrada. A região Norte, por exemplo, concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, mas representa apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país.

As exigências humanas quanto à qualidade da água crescem com o progresso humano e o da técnica. Justamente para evitar os perigos decorrentes da má qualidade da água, são estabelecidos padrões de potabilidade. Estes apresentam os Valores Máximos Permissíveis (VMP) com que elementos nocivos ou características desagradáveis podem estar presentes na água, sem que esta se torne inconveniente para o consumo humano (FUNASA, 2006).

Essa preocupação se traduziu em aparatos legais como a Lei 9.433, de 1997 (Lei das Águas), da Portaria MS 1.469, de 2000 (aprova a norma de qualidade da água para consumo humano), e da Lei 11.445, de 2007 (Lei do Saneamento Básico).

A Política Nacional dos Recursos Hídricos em seu Art, 2º, Cap. II, define, dentre seus objetivos que se deve “assegurar a atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (ANA, 2005).

De acordo com a ANA (2019), a qualidade da água é avaliada por meio de análises. Analisar toda a massa de água destinada ao consumo é impraticável; por isso, colhem-se amostras e, por sua análise, conclui-se qual a qualidade da água. Os métodos de análise fixam o número de amostras e o volume de água necessário, a fim de que o resultado seja o mais correto possível ou, em outras palavras, represente melhor o que realmente se passa em uma massa líquida cuja qualidade se deseja saber, afirma FUNASA 2006. O resultado da análise de uma amostra de água de um manancial, rede pública, etc., dada a variação constante das águas dos mesmos, na realidade revela, unicamente, as características apresentadas pela água no momento em que foi coletada. A amostra de água para análises físico-químicas comuns deve ser

coletada em frasco apropriado e convenientemente tampado. As amostras devem ser enviadas o mais rápido possível ao laboratório(FUNASA, 2006).

3.5 CONTROLE DE QUALIDADE

O controle da qualidade da água para consumo humano: é um 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 (PRT MS/GM 2.914/2011).

O controle da qualidade da água destinada ao consumo humano tem por objetivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes de qualquer contaminação da água destinada ao consumo humano, assegurando a sua salubridade e limpeza, ou seja, esta água é caracterizada por não conter microrganismos, parasitas nem quaisquer substâncias químicas, em quantidades ou concentrações que constituam um perigo potencial para a saúde humana, segundo (PAULOS 2018).

3.5.1 Parâmetros Físicos

A água de abastecimento, ou água para o consumo humano, ou ainda água potável, deve obedecer aos parâmetros físicos de aceitação para consumo humano estabelecidos pelo padrão de potabilidade. Esses parâmetros retratam as características relacionadas, principalmente com o aspecto estético da água. Incluem nestas características: cor, turbidez, condutividade elétrica, salinidade, sólidos totais, odor e sabor sendo essas variáveis normalmente associadas à presença de sólidos nos corpos d'água (OLIVEIRA, 2013).

3.5.1.1 Cor

A cor é dada pela presença de partículas minúsculas dissolvidas ou em suspensão, denominadas colóides, de origem predominantemente orgânica. Normalmente é decorrente de substâncias húmicas, originadas de decomposição de matéria orgânica, podendo também ser resultado da presença de ferro e manganês.

Segundo Libânio (2010), a cor das águas naturais é proveniente de duas fontes:

- Em maior magnitude, da decomposição de matéria orgânica de origem predominantemente vegetal e do metabolismo de microrganismos presentes no solo;
- De atividades antrópicas, tais como, descargas de efluentes domésticos ou industriais, lixiviação de vias urbanas e solos agriculturáveis.

A determinação da cor verdadeira é realizada após centrifugação da amostra para eliminar a interferência de partículas coloidais e suspensas, caso contrário, tem-se a cor aparente (BRASIL, 2006). A quantificação da cor é expressa em unidades de cor (uC) ou unidades de Hazen (uH).

Uma cor fora dos parâmetros é indesejável para o consumidor devido a padrões estéticos; podendo ser removida através de coagulação química.

3.5.1.2 Turbidez

A turbidez como uma característica física da água se constitui em uma interferência que partículas de variados tamanhos em suspensão causam em um feixe de luz através da amostra. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando à água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (RICHTER, 1991).

De acordo com Parronet al (2011), as matérias em suspensão que causam a turbidez na água são: argila, silte, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismos microscópicos.

A turbidez da água filtrada vem progressivamente consolidando-se em todo planeta como um dos principais parâmetros na avaliação do desempenho das estações de tratamento, transcendendo o aspecto estético a ela associado (LIBÂNIO, 2010). Isso se deve a capacidade das partículas suspensas adsorverem e protegerem microrganismos, substâncias tóxicas, tais como agrotóxicos organoclorados e outros compostos, portanto a redução da turbidez conseqüentemente reduziria a concentração desses compostos.

A turbidez é expressa por meio de unidades de turbidez (uT), também denominadas unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

3.5.1.3 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água mede sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Sua determinação permite obter uma aproximação rápida da concentração de sólidos em uma amostra. Essa propriedade varia com: a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, a temperatura, a mobilidade dos íons, a valência dos íons e a concentração real e relativa de cada íon (PINTO, 2007).

Usualmente íons de ferro e manganês, além de K^+ , Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , são os responsáveis pela condutividade elétrica da água.

Por meio do Sistema Internacional de Unidades (S.I.), a condutividade é representada como Siemens por metro ($S.m^{-1}$), entretanto, em medições realizadas em amostras de água, utiliza-se preferencialmente microSiemens ($\mu S.cm^{-1}$) ou miliSiemens por centímetro ($mS.cm^{-1}$).

3.5.1.4 Salinidade

A salinidade das águas naturais vincula-se à presença de sais minerais dissolvidos formados por ânions como cloreto, sulfato e bicarbonato e cátions como cálcio, magnésio, potássio e sódio (LIBÂNIO, 2010).

Os sais dissolvidos na água encontram-se em quantidades relativamente pequenas, porém significativas, e têm origens na dissolução ou intemperização das rochas e solos, inclusive a dissolução lenta do calcário, gesso e outros minerais (ROCHA, 2009).

De acordo com Libânio (2010), atuam diretamente na salinidade de um corpo d'água: a intrusão da água do mar, o grau de intemperismo das rochas e solos, o balanço hídrico referente à precipitação e à evaporação, a influência e características das águas subterrâneas e o lançamento de águas residuárias domésticas e industriais. Em razão da significativa evaporação e da curta duração da estação chuvosa, o balanço hídrico exemplifica o aumento progressivo da salinidade em açudes na região nordeste do país.

Tradicionalmente, a salinidade é medida em partes por mil ($‰$) e medida através da quantidade de sal por litro de água. Com a possibilidade de se medir a

salinidade pela condutividade de uma amostra de água em comparação com uma medida-padrão.

3.5.1.5 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os Sólidos totais dissolvidos são a soma de todas as substâncias químicas dissolvidas na água, essas substâncias dissolvidas podem ser íons orgânicos ou íons inorgânicos. A concentração de STD é expressa em mg.L^{-1} . A principal aplicação da determinação dos STD é de qualidade estética da água potável e como indicador agregado da presença de produtos químicos contaminantes (PARRON et al 2011).

Segundo Soares (2016), altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, também estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas, o que prejudica o abastecimento público de água.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCALIZAÇÃO DA REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análises de Água da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, localizados na rua Dr. Vasconcelos S/N, R1 Alto Branco, Campina Grande – PB. Os ensaios foram realizados de acordo com as metodologias já aplicadas na CAGEPA, sendo práticas recorrentes da mesma unidade laboratorial.

4.2 ÁGUA ANALISADA

As amostras analisadas foram coletadas na estação de tratamento de água (ETA) de Gravatá, no município de Queimadas – PB, que é a ETA responsável por abastecer Campina Grande e outros oito municípios (Lagoa Seca, Alagoa Nova, Matinhas, São Sebastião de Lagoa de Roça, Pocinhos, Barra de Santana, Caturité e Queimadas). O ponto de coleta utilizado foi logo após a etapa de desinfecção da água, na torneira de saída do reservatório de contato, que fica na saída para a rede de distribuição.

Foram coletadas 48 amostras, 8 por mês. Cada amostra foi armazenada em uma garrafa plástica já higienizada com capacidade de 1 L e trazida para o laboratório de análises de água da CAGEPA. Os experimentos foram realizados à temperatura ambiente.

4.3 ANÁLISES FÍSICAS REALIZADAS

As análises físicas realizadas foram: cor, turbidez, condutividade elétrica, salinidade e STD.

4.3.1 Determinação de Cor Aparente

A quantificação da cor foi realizada através de um instrumento chamado colorímetro digital (Figura 1). Para efetuar a leitura no equipamento fez-se uso de uma cubeta, onde se adicionou a amostra até o traço de aferição, em seguida colocou-se a

cubeta no aparelho e pressionou-se o botão da leitura. É importante sempre manter a cubeta limpa a fim de não causar alterações no resultado.

Figura 1 - Colorímetro utilizado para análise.



Fonte: Registrada pelo autor (2019).

4.3.2 Determinação de Turbidez

A quantificação da turbidez foi realizada através de um instrumento chamado turbidímetro digital (Figura 2). Para efetuar a leitura no equipamento fez-se uso de uma cubeta, onde se adicionou a amostra até o traço de aferição, em seguida colocou-se a cubeta no aparelho e pressionou-se o botão da leitura. É importante sempre manter a cubeta limpa a fim de não causar alterações no resultado.

Figura 2 - Turbidímetro utilizado para análise.



Fonte: Registrada pelo autor (2019).

4.3.3 Determinação de Condutividade, Salinidade, Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

A determinação desses parâmetros se faz por meio de método instrumental no qual se usou um condutímetro, modelo “150 da Thermo Orion” (Figura 3). Selecionou-se através da tecla MODE o modo de medição, ou seja, qual o parâmetro a ser determinado. Lavou-se a célula de condutividade com água destilada e secou-se. Mergulhou-se o eletrodo na amostra a ser analisada e esperou-se a estabilização da leitura, que é indicada pelo surgimento de palavra READY no display do aparelho.

Figura 3 – Condutímetro utilizado para análise.



Fonte: Registrada pelo autor (2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 exibe os resultados das análises realizadas durante o período de julho a dezembro de 2017.

Tabela 1- Média dos resultados das análises físicas

Parâmetros Físicos	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Valor de Referência (PRC MS/GM 5/2017)
Cor aparente	5,34	5,00	5,11	3,38	3,91	4,56	15 uC
Turbidez	0,83	0,75	0,62	0,61	0,59	0,72	5 UNT
Condutividade	522,70	431,09	384,36	345,96	309,11	289,16	- $\mu\text{S/cm}$
Salinidade	0,53	0,43	0,40	0,34	0,30	0,30	<0,5 ⁰ / ₀₀ : água doce; 0,5 a 3,0 ⁰ / ₀₀ : água salobra
STD	530,00	433,60	385,44	346,45	308,71	288,14	1000 mg.L ⁻¹

Fonte: Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA (2019). Adaptado pelo autor.

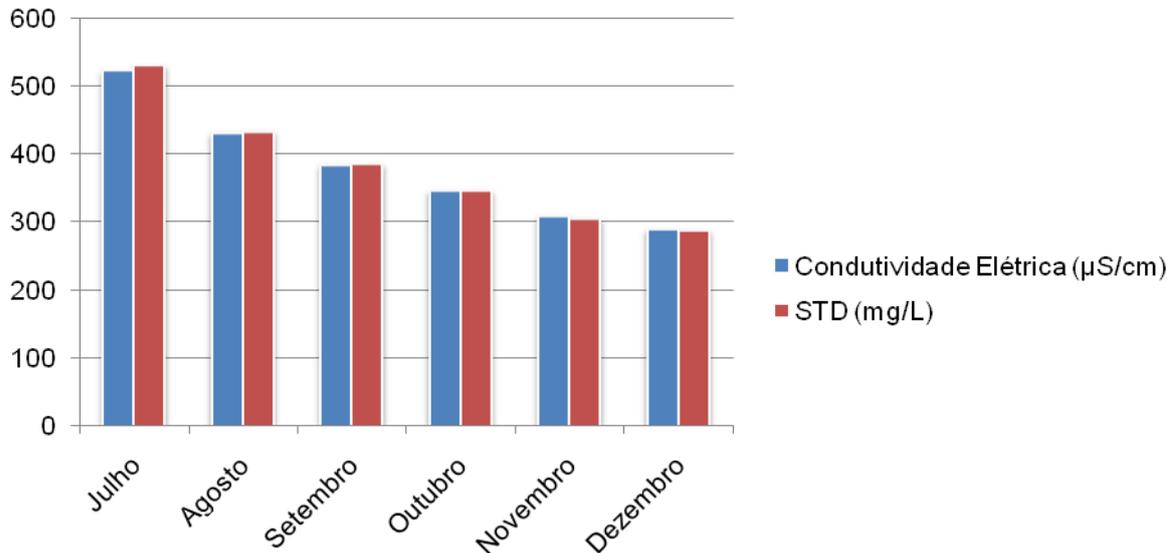
De acordo com a Tabela 1 pode-se perceber que os valores de cor aparente e turbidez são baixos e não sofrem grandes variações no decorrer dos meses, isso porque o tratamento convencional aplicado pela estação de tratamento de água (ETA) tem como uns de seus objetivos à redução desses valores. No entanto, nos meses de outubro e novembro os resultados para a cor aparente se mostraram mais baixos que os demais, isso pode ser explicado pela baixa pluviosidade desses meses, já que a chuva possui grande influência na concentração de partículas em suspensão. Para fins de potabilidade ambos os resultados estão conforme valores máximos permitidos da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que são 15 uC para a cor aparente e 5 UNT para turbidez.

A cor aparente e a turbidez podem ser relacionados, pois os dois parâmetros indicam presença de partículas em suspensão, podendo ser um indício de presença de matéria orgânica, ferro e outros compostos. A manutenção dos valores de turbidez na água de abastecimento fundamenta-se na influência nos processos usuais de desinfecção, as partículas em suspensão podem atuar como escudo para os microrganismos patogênicos e assim minimizar a ação do desinfetante (LIBÂNIO, 2010).

Os parâmetros condutividade elétrica, salinidade e STD estão correlacionados e são diretamente proporcionais à concentração iônica, ou seja, à quantidade de substâncias dissociadas em ânions e cátions. O tratamento de água convencional não oferece a perspectiva de redução desses parâmetros, portanto os valores obtidos nas análises realizadas na água bruta do manancial são muito semelhantes aos valores obtidos em análises realizadas após o tratamento.

A Figura 4 ilustra os valores obtidos para condutividade e STD no período de julho a dezembro de 2107.

Figura 4 – Valores obtidos para condutividade e STD.



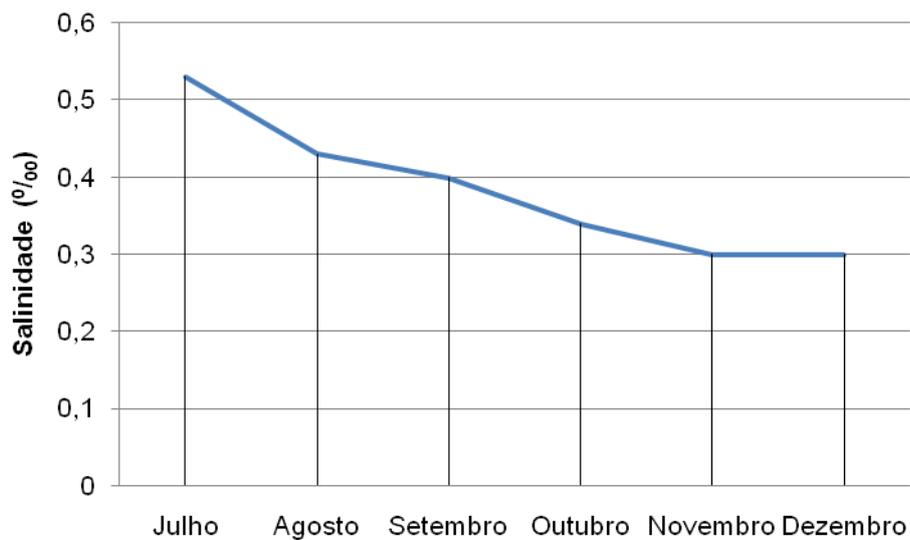
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde estipula 1000 mg.L⁻¹ como valor máximo de referência para o STD, pode-se ver na Figura 4 que todos os valores estão dentro dos padrões exigidos. Não há valor limite estabelecido para condutividade elétrica, mas esse parâmetro pode ser um importante indicador de contaminação por efluentes.

A relação intrínseca entre a concentração de STD e a condutividade elétrica faz com que estes variem de forma similar. Pela Figura 4 nota-se a redução dos parâmetros no decorrer do tempo, isso se dá devido à transposição do rio São Francisco, que ao entrar em contato com as águas do açude Epitácio Pessoa – manancial responsável por abastecer a cidade de Campina Grande, PB – causa a diluição dos sólidos totais.

Segundo Alves (2017) a água do rio São Francisco possui uma excelente qualidade, pois seus valores estão abaixo dos padrões de referência aceitos para a água potável, sendo considerada uma água doce.

A Figura 5 ilustra os valores obtidos para salinidade no período de julho a dezembro de 2017.

Figura 5 – Valores para salinidade.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

A resolução 357 do Conama estabelece para águas doces salinidade inferior 0,5 ‰, em águas salobras até 30 ‰ e água salinas superiores a 30 ‰. Analisando a Figura 5 percebe-se que valores de salinidade foram diminuindo ao longo do tempo de estudo, variando de uma água classificada como salobra para água doce.

Embora a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde não exija nenhum valor máximo permitido, o CONAMA restringe que apenas águas doces passem pelo tratamento convencional e sejam destinadas ao abastecimento para consumo humano, já que esse tratamento não é capaz de reduzir a salinidade da água da bruta.

O alto valor na salinidade pode ser explicado pela característica geológica do local e pelo baixo nível de água devido à crise hídrica sofrida pelo açude Epitácio Pessoa. Assim como a condutividade elétrica e a concentração de STD, os valores da salinidade decrescem devido a adição das águas do transposição do rio São Francisco, que vem ocorrendo desde abril de 2017.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das análises físicas realizadas apontam que a água de abastecimento do município de Campina Grande - PB no período de julho a dezembro de 2017 encontrava-se com os valores dentro dos limites estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

O valor da salinidade no mês de julho se mostrou acima do recomendado pelo CONAMA, para água destinada ao consumo humano. Isso pode ser explicado pelo fato de que o manancial usado para o abastecimento estava em crise hídrica, fazendo poucos meses que havia saído do seu volume morto.

Os dados apresentados pelas análises realizadas demonstram que ao longo dos meses, ocorria uma grande redução nos valores dos parâmetros físicos da água de abastecimento. Tal redução era consequência da grande melhoria na qualidade da água do manancial, justificada pela continuidade da transposição do rio São Francisco. Assim sendo necessários tratamentos cada vez menos severos para que se atingissem os padrões de potabilidade e a água fosse distribuída para consumo.

REFERÊNCIAS

ALVES, I. T. F. **Estudo Comparativo da Qualidade da Água do Açude Epitácio Pessoa Pré e Pós Transposição do Rio São Francisco**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2017. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/16774>. Acesso em: 10 Abr. 2019.

BARCELLOS, C. *et al.* **Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas**. Cadernos Saúde Pública v.14 n.3 Rio de Janeiro, jul./set. 1998. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/saude/inf_socioamb/0001/texto1.pdf. Acesso em: 10 Abr. 2019.

BRANCO, S. M. **Água**: origem, uso e preservação. São Paulo: Moderna, 2001.

BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA 2005. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997..Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua> Acesso em: 18 Jun. 2019.

_____. AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Portal da Qualidade das Águas. **Indicadores de Qualidade**, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua> Acesso em: 13 Jun. 2019.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 10 Jun. 2019.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2011.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF, 2017.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 2006.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília, DF, 2014.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Manual de Saneamento**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf. Acesso em: 14 Jun. 2019.

CASTANIA, J. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto - SP.** 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da para obtenção do título de Mestre junto ao Programa de Pós-Graduação e Enfermagem em Saúde Pública. Ribeirão Preto, SP 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-14092009-163659/pt-br.php>. Acesso em: 14 Jun. 2019.

FERNANDES, A. M. F. **Diagnóstico da qualidade da água subterrânea em propriedades rurais no município de planalto, RS.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2011. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1150/TCC%20ANGELA%20MARIA%20FERREIRA%20FERNANDES.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 Maio 2019.

GOIS, L. H. B.; NOGUEIRA, A. C.; MORAES, L. R. S. **ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: uma visão sobre os riscos e vulnerabilidades de sua utilização.** **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais –GESTA**, Bahia v. 1, n. 2, p. 251-266, 2013. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/viewFile/8569/6415>. Acesso em: 17 Abr. 2019.

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

OLIVEIRA, J. M. **Qualidade da água superficial em microbacias com diferentes usos de solo no município de Itaara – RS.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências. Santa Maria, RS, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/9390/OLIVEIRA%2c%20JOSIELE%20MADEIRA%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 Jun. 2019.

PARAÍBA. CAGEPA - Companhia de Água e Esgoto da Paraíba. **História.** Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/institucional/historia/>. Acesso em: 1 Mar. 2019.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Embrapa Floresta. Colombo, PR: 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/921050/1/Doc232ultimaversao.pdf>. Acesso em: 17 Abr. 2019.

PAULOS, E. M. S. **Estudos Qualidade da água para consumo humano.** 2010 Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2008.

PINTO, Magda Cristina. **Manual medição *in loco*: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido.** CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf. Acesso em: 10 Maio 2019.

RAMOS, A. M. **Determinação de metais em águas de abastecimento público: um estudo de caso, município de Ouro Preto - 2016.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Núcleo de Pesquisas em Recursos Hídricos. Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental. Ouro Preto MG, 2016. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6484/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Determina%C3%A7%C3%A3oMetais%C3%81guas.pdf. Acesso em: 10 Abr. 2019.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água – Tecnologia atualizada.** — 1ª edição, 9ª reimpressão 2011. São Paulo: Blucher, 1991.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. **Introdução à química ambiental.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da água utilizada para consumo em Escolas no Município de São Carlos - SP.** 2010. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Araraquara, SP, 2010. Disponível em: <https://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/PaolaAndressaScuracchioME.pdf>. Acesso em: 02 Abr. 2019.

SOARES, A. C. F. **Qualidade da água tratada distribuída em Campina Grande.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2016. Disponível em: dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/11931/1/PDF%20-%20Ant%C3%83nio%20Carlos%20Fernandes%20Soares.pdf. Acesso em: 10 Abr. 2019.

World Health Organization – WHO. **Higiene de saneamento de água – Diretrizes para a qualidade da água potável.** Disponível em: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/en/. Acesso em: 14 Jun. 2019.

