



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CLETO RODRIGUES DURAND FILHO

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE PAU DOS FERROS QUANTO
A PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS**

PAU DOS FERROS/RN

2019

CLETO RODRIGUES DURAND FILHO

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE PAU DOS FERROS QUANTO
A PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof. Esp. Bruna Monallize Duarte Moura

PAU DOS FERROS/RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F478c Filho, Cleto Rodrigues Durand.
Caracterização da Qualidade da Água de Pau dos
Ferros Quanto a Parâmetros Físicos-Químicos / Cleto
Rodrigues Durand Filho. - 2019.
50 f. : il.

Orientadora: Bruna Monallize Duarte Moura.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Poluição. 2. Potabilidade.. 3. Análise da
água. I. Moura, Bruna Monallize Duarte, orient.
II. Título.

CLETO RODRIGUES DURAND FILHO

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE PAU DOS FERROS QUANTO
A PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 12 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Bruna Monallize Duarte Moura
Prof.^a Esp. Bruna Monallize Duarte Moura
Presidente

Wesley de Oliveira Santos
Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos
Membro Examinador

Francisca Joyce dos Santos Bandeira
Prof.^a Esp. Francisca Joyce dos Santos Bandeira
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem a proteção, força e cuidados dele, nada disso seria possível.

Agradeço também aos meus pais, Cleto e Valmiza, que mesmo com todas as dificuldades nunca deixaram de lutar para me proporcionar uma educação apropriada, sempre passando o ensinamento que o estudo é a única coisa que temos, e a única coisa que levamos conosco. A todos os meus familiares, por me incentivarem e sempre buscarem ajudar de alguma forma na minha formação.

Aos meus irmãos, Vitoria Rodrigues e Wolsey Rodrigues, que mesmo com todas as brincadeiras, sempre me incentivaram e nunca me deixaram desistir.

Agradeço a todos meus amigos da UFERSA Pau dos Ferros, da turma 2015.1, pela acolhida, por toda a paciência, companheirismo, todas as brincadeiras, sem esquecer dos meus amigos da minha cidade de origem Sousa-PB, Waleskha, Thiago, Emmanuel, Melque, Murillo, Ingrid e Sarah, amigos estes que quero levar para toda a vida. Agradeço também aos meus amigos, Aury Jr, Aristides e Gleyne, por terem disponibilizado um pouco do tempo deles para me ajudar na realização das análises.

Meu muito obrigado a minha orientadora, Bruna Monallize, por ter disponibilizado o seu tempo para a realização deste trabalho, por todos os ensinamentos repassados e por toda confiança depositada.

A todos os meus professores da UFERSA, com eles aprendi muito, serei sempre grato por cada lição.

A minha namorada Jessica Brasil, obrigado pelo apoio, por nunca medir esforços para me ajudar, buscando sempre dar o seu melhor e por estar sempre ao meu lado.

RESUMO

A qualidade da água e a definição de sua potabilidade para o consumo humano é caracterizada através de parâmetros físico-químicos estabelecidos por leis e portarias. Conhecendo-se os impactos que o descumprimento dessas leis pode vir à acarretar a saúde de usuários, o presente trabalho constituiu-se da análise da água que chega às residências, através da rede de distribuição, na cidade de Pau dos Ferros- RN. Por meio de uma sonda multi-parâmetros (Horiba u50), a água de 90 residências foi verificada quanto aos parâmetros: pH, turbidez, temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido e salinidade e comparados aos valores regulamentados na norma e literatura, verificando seus impactos quando irregulares. Dos valores analisados apenas turbidez e pH estavam em desconformidade com a norma, condutividade e oxigênio dissolvidos apresentaram valores incomuns, constatados alguns valores bastante elevados.

Palavras-chave: Poluição. Potabilidade. Análise da água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de abastecimento de água	19
Figura 2 Representação do município de Pau dos Ferros-RN.....	28
Figura 3 Vista superior da Barragem de Pau dos Ferros-RN	29
Figura 4 Sonda multi-parâmetros Horiba u50®	33
Figura 5 Captação de Água do Açude Dr. Pedro Diógenes	41
Figura 6 Açude Dr. Pedro Diógenes.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 A água no mundo.....	15
Gráfico 2 Distribuição da água doce no mundo	16
Gráfico 3 Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população - em % do total do Brasil.....	17
Gráfico 4 Consumo Mundial de Água.....	23
Gráfico 5 Reservatório de Pau dos Ferros-RN Ano de 2013-2018 – Volume Acumulado....	30
Gráfico 6 Valores de Turbidez	35
Gráfico 7 Valores Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	37
Gráfico 8 Valores Temperatura (°C).....	38
Gráfico 9 Valores Condutividade $\mu\text{s}/\text{cm}$	39
Gráfico 10 Valores para pH.....	40
Gráfico 11 Valores Oxigênio dissolvido (mg/L)	42
Gráfico 12 Porcentagem de Salinidade (‰).....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Consumo doméstico de água.	24
Tabela 2 Indicadores de potabilidade da água.....	25
Tabela 3 Indicadores de potabilidade da água classe 1 e 2, quanto a seu estado físico químico	26
Tabela 4 Resultados das amostras coletadas pela CAERN	32
Tabela 5 Quantidade de medições realizadas	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Classificação das Águas Doces	24
Quadro 2 Setorização da cidade de Pau dos Ferros- RN.....	31

LISTA DE SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

RN - Rio Grande do Norte

ANA - Agência Nacional de Águas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

MS – Ministério da Saúde

N/D - Nada

IDEMA – Instituto de Defesa do Meio Ambiente

STD – Sólidos Totais Dissolvidos

OD - Oxigênio Dissolvidos

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA.....	15
2.1.1 Distribuição de água no Nordeste.....	17
2.2 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL.....	18
2.2.1 Captação, tratamento e distribuição.....	18
2.3 QUALIDADE DA ÁGUA	19
2.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	20
2.3.1.1 Gosto e Odor.....	20
2.3.1.2 Cor.....	20
2.3.1.3 Turbidez.....	20
2.3.1.4 Sólidos.....	20
2.3.1.5 Temperatura.....	21
2.3.1.6 Condutividade Térmica	21
2.3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	21
2.3.2.1 Alcalinidade.....	21
2.3.2.2 pH.....	22
2.3.2.3 Dureza.....	22
2.3.2.4 Oxigênio Dissolvido	22
2.3.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	22
2.4 Principais usos da água.....	23
2.5 PADRÕES DE POTABILIDADE PARA CONSUMO HUMANO.....	25
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 Área de estudo	28
3.1.2 Tratamento de água de Pau dos Ferros.....	31
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	32

4.1 Caracterização da pesquisa.....	32
4.2 ETAPAS DA PESQUISA	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 Parâmetros Físico-Químicos	35
5.1.1 Turbidez.....	35
5.1.2 Sólidos Totais Dissolvidos	36
5.1.3 Temperatura.....	37
5.1.4 Condutividade.....	38
5.1.5 pH.....	39
5.1.6 Oxigênio dissolvido (OD)	41
5.1.7 Salinidade	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
7 REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

É imprescindível o uso da água para a sobrevivência humana, sua quantidade na natureza é insuficiente para atender à demanda. A água no Brasil em termos de quantidade e qualidade é uma preocupação constante devido a sua escassez e da deterioração dos mananciais, os problemas nos mananciais acontecem devido a lançamento de efluentes e resíduos, fazendo com que ocorra a utilização de produtos químicos para certificar a qualidade da água. (PÁDUA; HELLER 2016).

A distribuição irregular de água e, como consequência disso, maiores demandas por água é uma característica forte principalmente na região Nordeste, sendo associada ainda à pobreza, miséria e o subdesenvolvimento (SOUTO *et al.*, 2017).

Devido à esse cenário de escassez, o abastecimento de cidades através de mananciais superficiais se torna dificultoso, já que as concessionárias, mesmo quando trabalhando com mananciais próximos ao volume morto, devem garantir qualidade de água adequada ao consumo humano de forma a não trazer prejuízo a saúde do usuário.

Essa qualidade é garantida através de parâmetros físico, químicos e microbiológicos definidos pela norma do CONAMA N° 357/2005, que estabelece as diretrizes quanto a classificação dos corpos d'água sendo elas, do tipo doce, salobras e salinas, defendendo níveis de qualidade que devem possuir para atender o bem estar da população e do equilíbrio ecológico e a portaria 2914/2011 estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água designada ao consumo humano.

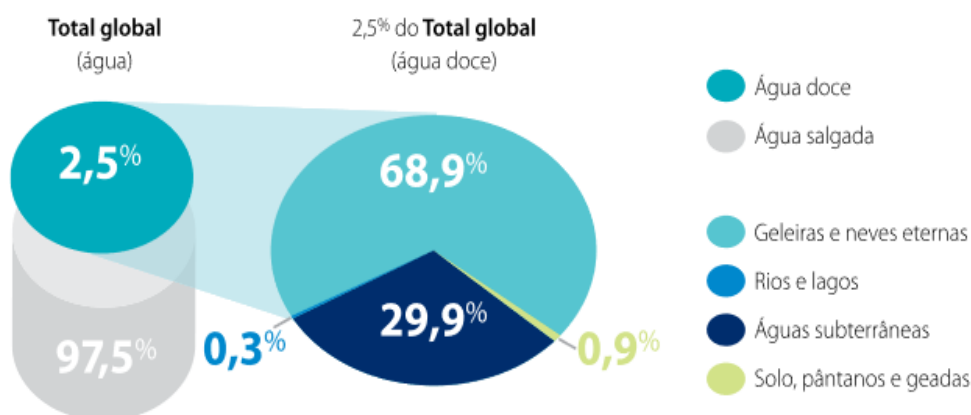
Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é caracterizar, quanto a aspectos físico-químicos a qualidade da água abastecida em residências do município de Pau dos Ferros–RN. Tendo como objetivos específicos: Analisar a distribuição de água quanto a sua setorização/rodízio de água, comparar os valores dos parâmetros físico-químicos analisados com os parâmetros regulamentados por norma, entender as implicações que os parâmetros irregulares podem trazer a saúde e /ou bem estar dos usuários.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA

De acordo com Barros e Amin (2008), a água cobre aproximadamente 70% da superfície terrestre, estando disponível na forma de vapor de água, lagos, geleiras e oceanos, tornando-a assim um dos bens mais abundantes da terra. No entanto, por se tratar de um bem finito e essencial para sobrevivência humana, a escassez hídrica vem trazendo grandes preocupações. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2010), estima-se 97,5% da água do mundo é salgada, sendo assim inapropriada para o consumo e irrigação, o restante, ou seja, 2,5% é de água doce. Deste valor, 69% encontram-se congeladas em geleiras, 30% são subterrâneas e 1% está disponível em rios, como mostra a Gráfico 1.

Gráfico 1 A água no mundo



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2005)

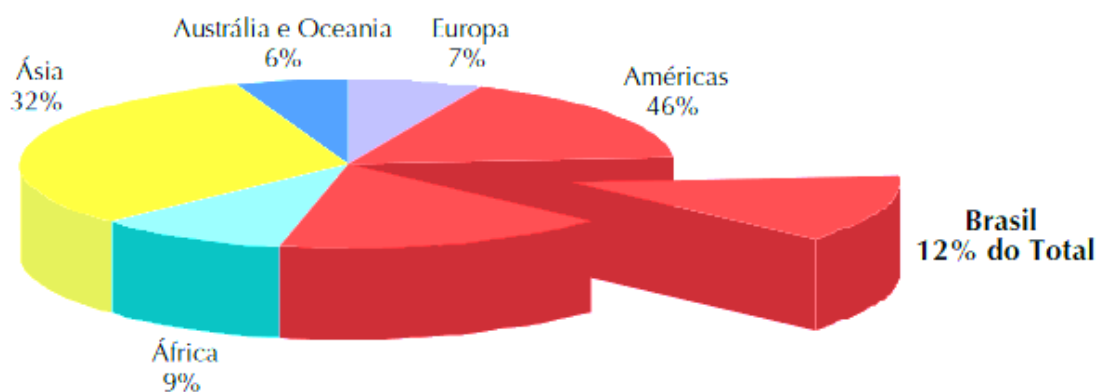
A disponibilidade hídrica pode variar conforme os aspectos topográficos, a população e as bacias hídricas disponíveis em cada região, proporcionando assim uma distribuição heterogênea desse recurso ao redor do mundo, como mostrado no Gráfico 2 (FERREIRA, SILVA e PINHEIRO, 2008).

A quantidade de pessoas com direito a água potável aumentou cerca de 65% entre os anos de 1990 a 2015, passando de 4 para 6,6 bilhões de pessoas.

Porém, devido à distribuição desigual da água no Planeta, conforme o Instituto Trata Brasil (2014), aproximadamente 633 milhões de pessoas no planeta não possuem acesso à

água potável, 8 em cada 10 pessoas que vivem em zonas rurais não têm acesso a água tratada, sendo que 1 em cada 4 pessoas fazem uso de água contaminada por coliformes fecais.

Gráfico 2 Distribuição da água doce no mundo

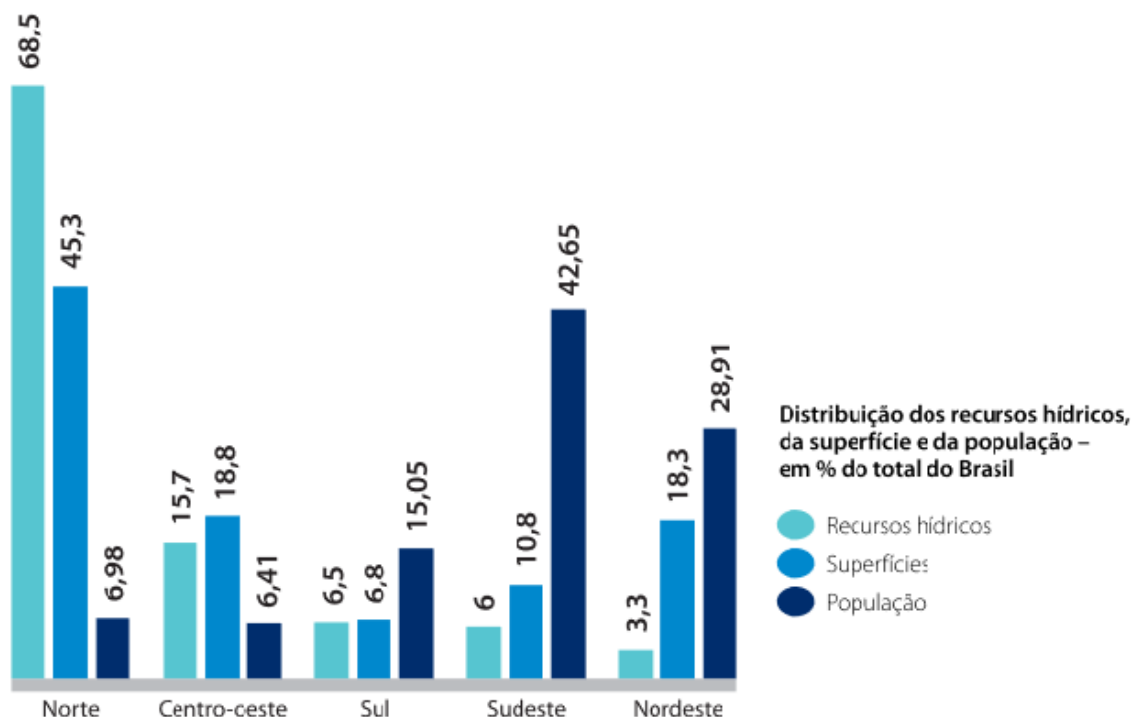


Fonte: UNESCO adaptado por MARTINS, MEMELLI (2011).

Com uma população de aproximadamente 208 milhões de habitantes, o Brasil é atualmente o quinto maior país do mundo em população e extensão territorial (IBGE, 2017). Além disso, o Brasil é privilegiado quanto à distribuição hídrica, sendo portador de 12% da água doce do planeta, compartilhando 82 rios com países vizinhos, esses mesmos rios chegam a ter uma vazão anual de 180 mil metros cúbicos de água por segundo (ANA, 2007).

Porém, assim como a nível global, a disponibilidade desse recurso não é uniforme. Apesar da abundância, cerca de 80% da água que escoia pelo país encontra-se na região Amazônica, onde vive a menor parte da população, aproximadamente 25 milhões de habitantes, possuindo a menor demanda de água do país (ANA, 2018). A região Nordeste, no entanto, pela própria natureza requer atenção especial quanto à oferta de água. Os baixos índices de precipitação, a irregularidade do seu regime, temperaturas elevadas durante todo ano e altas taxas de evapotranspiração aliadas às características hidrogeológicas, contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica como é demonstrado no Gráfico 3 que mostra que o nordeste detém apenas 3,3% dos recursos hídricos (Ibid.)

Gráfico 3 Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população - em % do total do Brasil



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2010)

2.1.1 Distribuição de água no Nordeste

Para Fioreze et al., (2012) as águas superficiais do Nordeste são divididas em 5 regiões hidrográficas, sendo elas:

- i. São Francisco: Sendo a principal região hidrográfica do Nordeste, com área de 640 mil km² constituída pelo rio São Francisco e afluentes.
- ii. Parnaíba: Domina uma área de 344.112 km² alonga-se por partes do Piauí, estado do Maranhão e Ceará.
- iii. Atlântico Nordeste Oriental: Abrange uma área de 287.384 km², pegando o estado do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas.
- iv. Atlântico Nordeste Ocidental: Estabelecida entre o Nordeste e a Região Norte, ficando mais localizada no estado do Maranhão.
- v. Atlântico Leste: Engloba uma área de 364.677 km² dividida entre os estados do Nordeste e Sudeste.

A maior parte das águas do Nordeste são oriundas das chuvas que posteriormente são armazenadas em bacias hidrográficas. O nordeste sofre bastante com a falta de água, devido aos fatores mencionados anteriormente e também por causa da sua má utilização. Diversos

setores fazem o uso indevido desse bem, a água armazenada tem disponibilidade bastante razoável, porém não é bem distribuída ao longo do seu território. (FIOREZE et al., 2012).

O semiárido nordestino é o mais chuvoso, possuindo uma pluviosidade média de 750 mm/ano, porém a evapotranspiração é mais intensa por conta de seus reservatórios a céu aberto. Além disso o semiárido é composto por 70% de solo cristalino impedindo assim a infiltração, fazendo com que a água proveniente das chuvas escoe para rios intermitentes (SOUTO *et al.*, 2017).

O Rio Grande do Norte possui 167 municípios, 51% das cidades têm suas águas provenientes de mananciais superficiais, 46% são águas subterrâneas e os últimos 3% são referentes a águas mistas. A CAERN (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte) é a encarregada pelo abastecimento, a maior parte da água é proveniente da bacia do Rio Piranhas- Açu, onde há repartição para outros sistemas de adutoras que abastecem o estado (ANA, 2010).

A solução do estado para suprir essa falta de água é a implementação da adutora Alto Oeste, que tem como intuito levar água para 24 sedes municipais, e a construção da adutora Apodi- Mossoró que atenderá 5 sedes, incluindo a cidade de Mossoró. Com isso, o estado fará um investimento de 175 milhões de reais.

2.2 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Os sistemas de abastecimento de água constituem-se de obras, que têm como principal objetivo o transporte de água potável para diversas finalidades, desde o uso doméstico até mesmo o uso industrial. As principais partes de um sistema de abastecimento de água são os mananciais, captação, estação elevatória, adutora, estação de tratamento de água, reservatórios e, por fim, a rede de distribuição (TSUTIYA, 2006).

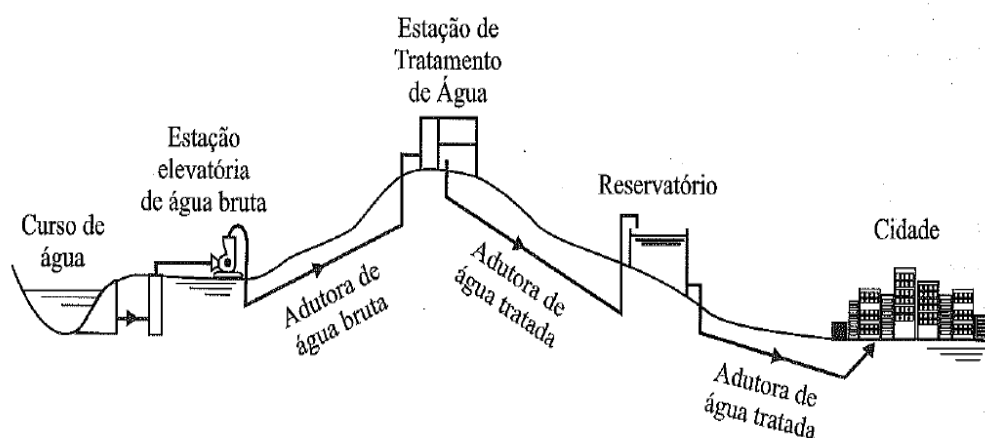
2.2.1 Captação, tratamento e distribuição.

A captação da água pode ser feita nos mananciais de forma superficial ou subterrânea. Segundo Pádua e Ferreira (2016), a forma superficial de captação é precária, pois o modo de coleta é feito de forma inadequada e esse tipo de água é inapropriada para o consumo humano, necessitando de tratamento. A outra forma de captação é a subterrânea, trata-se da obtenção de água proveniente dos lençõs freáticos, fazendo uso, por exemplo, de poços artesianos.

A água captada é inadequada para consumo humano, sendo necessária a utilização de procedimentos para o tratamento adequado, os métodos mais utilizados para o tratamento da água são: coagulação, filtração e desinfecção (PÁDUA; FERREIRA, 2016).

Por fim, tem-se a distribuição da água sendo ou não tratada. A distribuição de água dar-se por meio de tubulações ou apetrechos, que têm como principal finalidade levar a água para os consumidores, como mostrado na Figura 1 abaixo, tendo como órgão competente o poder público (TSUTIYA, 2006).

Figura 1 Sistema de abastecimento de água



Fonte: TSUTIYA (2006).

2.3 QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo Moraes (2014), a água bruta refere-se a provinda dos rios, lençóis freáticos sem nenhum tipo de tratamento, já a água tratada passa por alterações durante o tratamento, para se adaptar ao seu uso predestinado.

A água para o uso humano deve atender a critérios de qualidade, cujo os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atentam um padrão de potabilidade assim sem proporcionar riscos a saúde (TSUTIYA, 2006). Esses parâmetros podem ser expressos por meio de valores numéricos referenciados nas portabilidades vigente (FUNASA, 2006).

2.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

As principais características físicas da água podem ser expressas através meio do gosto e odor, cor, turbidez, sólidos, temperatura e condutividade térmica, podendo ser detectadas através do paladar, tato e odor que a água emite.

2.3.1.1 Gosto e Odor

O gosto e o odor podem ser modificados ao longo da distribuição, devido ao contato direto com as tubulações que ao longo dos anos sofrem com o fenômeno da corrosão e com a reação de outros microrganismos. Gosto e odores incomuns são uma possível indicação para água contaminada ou poluída (PÁDUA; FERREIRA, 2016).

2.3.1.2 Cor

A cor da água é proveniente do reflexo da luz em partículas pequenas, a categorização da intensidade desta é feita usando como referência o cobalto-platina, no qual o resultado da amostra é expresso em unidades de cor uH (unidade Hazen) (FUNASA, 2014).

Pode ser classificada em duas: real e verdadeira. A cor verdadeira não sofre com a presença das partículas suspensas na água, ou seja, as partículas são removidas por meio de centrifugação ou filtração, já a cor real a medição é realizada sem submeter a amostra a nenhum tipo de remoção de partículas (PÁDUA; FERREIRA, 2016).

2.3.1.3 Turbidez

Segundo Pádua e Ferreira (2016), a turbidez refere-se ao grau de nitidez da água, a causa da coloração mais escura é a presença de partículas na água, tais como matéria orgânica e inorgânica.

Surge com maior intensidade em locais com solo erosivo onde os sedimentos de areia e fragmentos de rochas podem deixar partículas em suspensão na água, diferentemente da cor, que é causada por partículas diluídas, a turbidez é motivada por partículas em suspensão (FUNASA, 2014).

2.3.1.4 Sólidos

Os sólidos podem ser classificados quanto a serem suspensos ou dissolvidos, os suspensos são partículas que podem ficar retidas nos processos de filtração, já os sólidos

dissolvidos são partículas de diâmetro muito pequeno que mesmo quando passam pelo processo de filtração permanecem em solução (FUNASA, 2014).

2.3.1.5 Temperatura

O meio aquático brasileiro apresenta temperatura entre 20°C a 30°C, sendo que na região sul do país essas temperaturas podem apresentar valores de 5°C a 15°C (FUNASA, 2014).

Temperaturas elevadas podem aumentar as reações químicas e modificar as reações que acontecem com os microrganismos, ainda podem modificar a impressão do gosto da água. (PÁDUA; FERREIRA, 2016).

2.3.1.6 Condutividade Térmica

Capacidade de conduzir corrente elétrica depende bastante da quantidade de sais dissolvidos, sendo proporcional a sua quantidade. A unidade adotada para representação é a de resistência ohm ou S por unidades de comprimento cm ou m (FUNASA, 2014).

2.3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

De acordo com Pádua e Ferreira (2016), a caracterização química é fundamental, pois assim que descobertos os elementos químicos presentes na água, torna-se mais fácil à escolha do tratamento a ser adotado.

Conforme escrito na Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014), os principais indicadores da qualidade química são, a alcalinidade da água, pH, acidez, dureza, oxigênios dissolvidos dentre outros.

2.3.2.1 Alcalinidade

Aponta a quantidade de íons presentes na água, que neutralizam os íons de hidrogênio. Acontecem devido ao surgimento de bicarbonatos, carbonatos e hidróxido. A alcalinidade não é um problema desde que a salinidade esteja dentro dos limites aceitáveis. O nível de alcalinidade irá influenciar na forma de tratamento a ser adotado na água para uso doméstico (BRAGA *et al*, 2005).

2.3.2.2 pH

O Potencial Hidrogênioônico tem como função medir a presença de íons de hidrogênio (H^+), representando se o meio é ácido ou alcalino. Sua escala antilogarítmica varia de 0 a 14 onde: abaixo de 7 meio ácido, maior que 7 meio alcalino (FUNASA, 2014).

Essas variações de pH podem ser de origem natural (degradação de rochas) e antropogênica (derramamento industrial), tendo algumas exceções, como os casos de ácidos húmicos provenientes da decomposição da vegetação (valores de pH entre 4 a 6), havendo também acidificação da água devido a poluição atmosférica através do vapor de água (FUNASA, 2014).

2.3.2.3 Dureza

Dá-se devido à presença de sais e metais alcalinos- terrosos na água, é reconhecida devido a não formação de espuma quando utilizamos sabão, complicando a lavagem de utensílios domésticos, podendo incrustar nas tubulações, radiadores de carros e em outros meios que conduzam essas águas impróprias (BRAGA *et al.* 2005).

2.3.2.4 Oxigênio Dissolvido

A quantidade de oxigênio dissolvido está ligada as características físicas da água, a solubilidade do oxigênio diminui à medida que a temperatura e a salinidade crescem. (FUNASA, 2014).

A concentração de oxigênio influencia nos processos biológicos da água, índices que demonstrem concentrações menores que $5mgL^{-1}$ podem modificar a sobrevivência das comunidades biológicas, e menor que $2mgL^{-1}$ pode causar a morte dos seres aquáticos (PÁDUA; FERREIRA, 2016).

2.3.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

As águas apresentam microrganismos, bactérias, fungos e protozoários, organismos aptos a transmitir doenças hídricas e via oral (PÁDUA; FERREIRA, 2016).

Segundo a FUNASA (2014) bactérias coliformes são decompostas na água através de fezes humanas ou de animais. O ser humano ao tomar dessa água contaminada tem seu organismo como hospedeiro para tais bactérias, dessa forma, a presença desses microrganismos indicam a contaminação da água.

2.4 PRINCIPAIS USOS DA ÁGUA

De acordo com Guimarães, Carvalho e Silva (2007), as principais utilizações da água dão-se por meio do abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, aquicultura, preservação da flora e da fauna, geração de energia elétrica e diluição de despejos, a atividade que tem causado o maior impacto com sua utilização vem da irrigação o Gráfico 4 mostra que 70% da água é destinada para esse meio (BRITO, SILVA e PORTO, 2007). De acordo com a Organização Mundial de Saúde, são necessários entre 50 a 100 litros de água por pessoa diariamente para garantir a realização das suas necessidades básicas e não causar prejuízos a saúde (UNW-DPAC, 2015).

Gráfico 4 Consumo Mundial de Água



Fonte: Adaptado de: BRITO, SILVA e PORTO (2007).

Os tipos de utilização citados podem ser de uso consuntivos ou não consuntivos. A utilização de recursos hídricos do tipo consuntivos remete que a água é captada do manancial, depois é utilizada, logo em seguida é devolvida com uma quantidade e qualidade inferior a inicial, com isso, parte dessa água é perdida à medida que é utilizada diminuindo, assim, a sua disponibilidade. Um exemplo disso são as águas utilizadas para o uso doméstico, que tem como aplicação tanto na área interna como na externa da residência, para diversos fins como é demonstrado na Tabela 1. Já no tipo não consuntivo, a água coletada após ser utilizada, retorna ao manancial com quantidade e qualidade igual a inicial, um exemplo bastante comum deste tipo é a atualização da água para a geração de energia elétrica. (GUIMARÃES, CARVALHO e SILVA, 2007).

Tabela 1 Consumo doméstico de água.

Pontos de utilização de água:	Consumo diário per capita (L/d/hab)	Consumo percentual (%)
Bacia sanitária	5	5
Chuveiro	60	55
Lavadora de roupas	12	11
Lavatório	9	8
Pia	20	18
Tanque	3	3
Total	109	100

Fonte: Adaptado Rocha e Barreto, 1999, apud Tsutiya, 2006.

De acordo com a resolução N° 357/2005, as águas do Território Nacional podem ser classificadas em águas doces, salinas e salobras e classificadas em 13 categorias de acordo com a qualidade requerida para seu uso. Conforme prescrito na resolução N° 357/2005 17 de março de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), são consideradas águas doces aquelas que possuem salinidade menor ou igual a 0,5‰, águas salobras as com salinidade maior a 0,5‰ e menor que 30‰ e, por fim, as águas salinas são as com salinidade maior ou igual a 30‰.

As águas doces são classificadas conforme mostra o Quadro 1 abaixo

Quadro 1 Classificação das Águas Doces

Classe	Destinação da água
Classe Especial	a) Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	a) Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) Proteção das comunidades aquáticas; c) Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que e desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; d) Proteção de comunidades aquática em Terras Indígena.

Classe 2	a) Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) Proteção das comunidades aquáticas; c) 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; d) Aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 3	a) Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) Pesca amadora; d) Recreação de contato secundário; e) Dessedentação de animais.

Fonte: Adaptado de resolução N° 357/2005 do CONAMA

2.5 PADRÕES DE POTABILIDADE PARA CONSUMO HUMANO

A entidade responsável pela captação e abastecimento de água deve garantir a saúde da população, no que tange o abastecimento de água, através do controle da qualidade da água. Além disso, deve ocorrer a vigilância por meio dos órgãos de saúde pública. O controle desses padrões é feito através de análises físico-químicas e microbiológicas em conformidades com padrões exigidos pela legislação (BRASIL, 2006).

A Portaria MS n.º 518/2004 apresenta os principais critérios a serem seguidos com relação a ensaios físico-químicos e microbiológicos realizados em amostras de água para seus diferentes usos e classes, A Tabela 2 indica os padrões microbiológicos para a potabilidade da água.

Tabela 2 Indicadores de potabilidade da água

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO ¹
Coliformes Totais	Ausência em 100 mL
Coliformes Termotolerantes	Ausência em 100 mL
Escherichia Coli	Ausência em 100 mL

Fonte: Adaptado da Portaria MS n.º 518/2004

¹ As amostras que obtiverem a presença de coliformes totais, devem ser repetidas em dias sucessivos, até que os dados tenham resultados regulares.

A Tabela 3 apresenta os intervalos e/ou limites máximos permitidos para alguns parâmetros físico-químicos de acordo com legislações vigentes e/ou literaturas renomadas para a utilização de águas doces.

Quanto aos parâmetros físico-químicos a portaria estabelece os limites apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 Indicadores de potabilidade da água classe 1 e 2, quanto a seu estado físico químico

Parâmetro	Intervalo/ Valores permitidos	Unidade	Fonte
Turbidez (95%)	0,5 ou 1 ¹	UNT	Portaria MS n.º 2.914/2011
Total de sólidos dissolvidos	1000	mg/L	Portaria MS n.º 2.914/2011
Temperatura	N/D	-	-
Condutividade	≤100	µs/cm	Brasil, 2006
pH	6 a 9,5	-	Portaria MS n.º 2.914/2011
Oxigênio dissolvido	>6	mg/L	CONAMA N.º 357/2005
Salinidade	<0,5 ‰	-	CONAMA N.º 357/2005
Dureza	500	mg/L	Portaria MS n.º 2.914/2011
Cor aparente	6 a 9,5	UC	Portaria MS n.º 2.914/2011
Cloreto	250	mg/L	Portaria MS n.º 2.914/2011

¹A portaria divide os intervalos permitidos de acordo com o tipo de tratamento utilizado, assim temos que os valores máximos são: 0,5 em casos de filtração rápida e 1 para filtrações lentas, ambos em 95% das amostras. Os demais 5% não devem possuir turbidez maior que 5UT.

²Não existe valor disponível fixado nas portarias Brasileiras, em países como Alemanha e outras comunidades europeias a temperatura de água para abastecimento é de 25°C

Com relação à potabilidade, visando garantir a qualidade microbiológica da água, a portaria 2.194/2011 expressa ainda os valores a respeito da turbidez, quantidade de ferro, manganês e cloro presentes na água. Além disso, também sugere que as quantidade de ferro e manganês não superem os valores de 2,4 mg/L e 4 mg/L, e teores máximo de cloro residual deve ser de 2 mg/L.

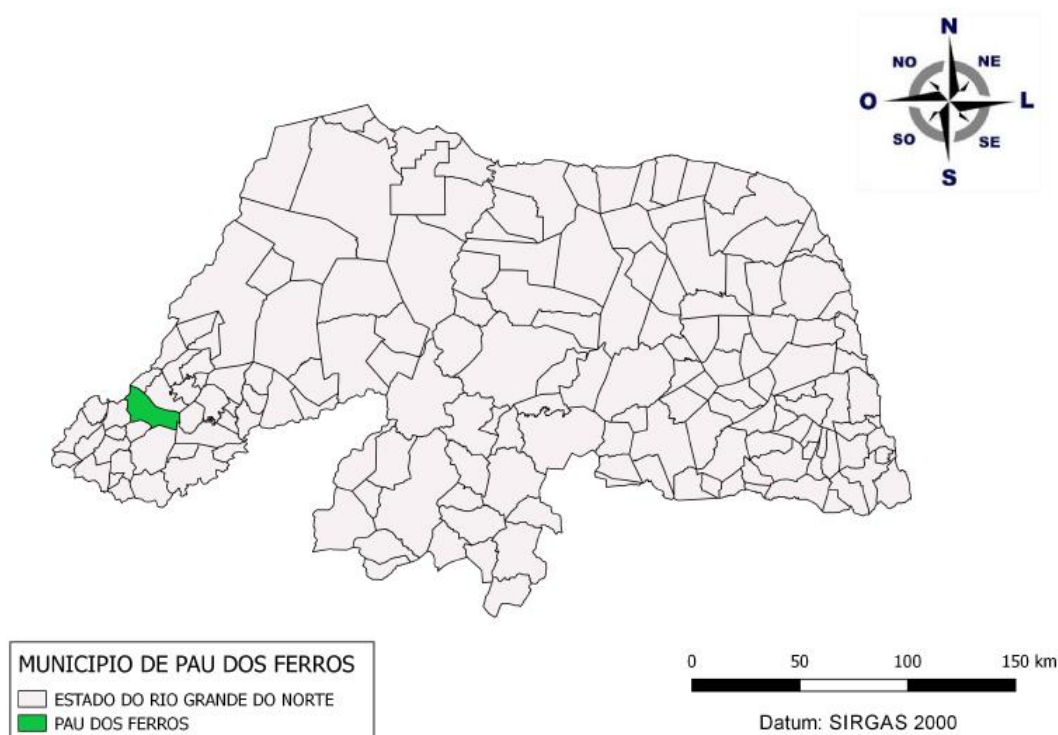
3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na cidade de Pau dos Ferros, polo da região interiorana, localizada no interior do estado do Rio Grande do Norte. Possui uma população estimada em cerca de 30.183 habitantes, de acordo com dados disponibilizados no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). Segundo o IDEMA (2013), o clima característico da região é quente e semiárido e a temperatura média é de 28,1°C.

De acordo com o IBGE (2018), Pau dos Ferros detém um território ocupacional estimado em 259,959 km², sendo limitada pelos municípios de São Francisco do Oeste e Francisco Dantas a norte, Serrinha dos Pintos, Antônio Martins e Francisco Dantas a leste, Encanto e Estado do Ceará a oeste (IDEMA, 2013). Como demonstrado na Figura 2 abaixo.

Figura 2 Representação do município de Pau dos Ferros-RN



Fonte: Elaborado pelo autor.

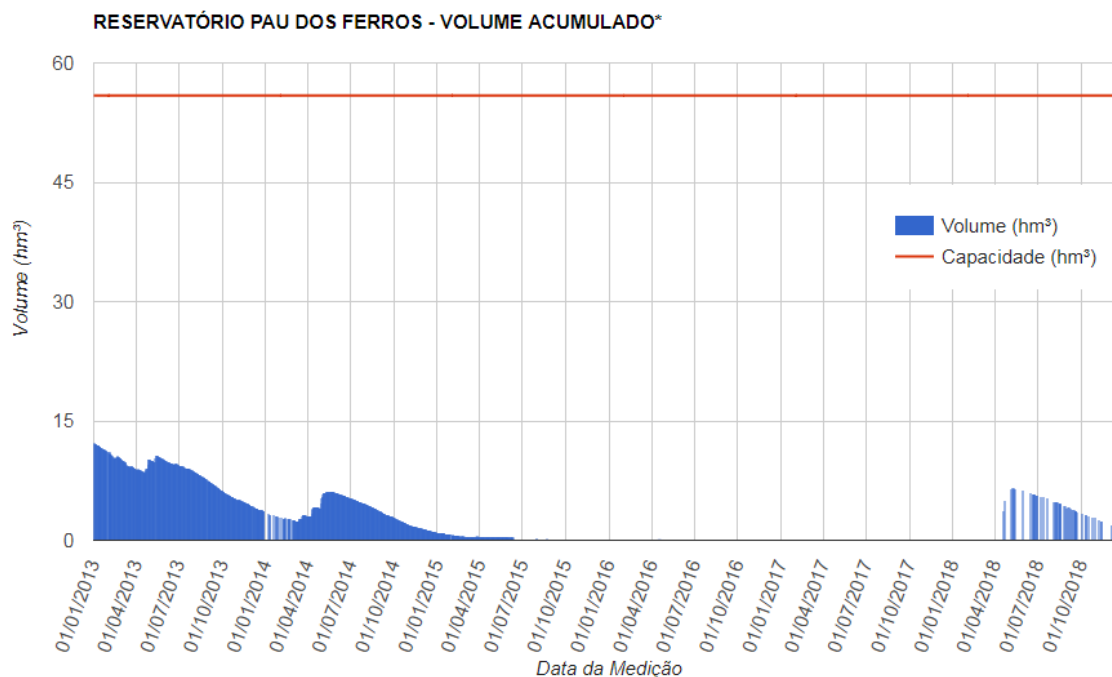
3.1.1 Abastecimento de água de Pau dos Ferros

Devido à redução nos índices pluviométricos nos últimos anos, a cidade de Pau dos Ferros vivencia um período de escassez hídrica. Inicialmente a cidade de Pau dos Ferros-RN era abastecida pelo manancial do Açude Público Dr. Pedro Diógenes Fernandes (Figura 3), que fica localizado a uma distância de 3 km da cidade. O açude possui área de 1.165,36 km² e uma capacidade máxima de 54.846.000,00 m³. No entanto, a partir do ano de 2015, após atingir o seu volume morto (como mostra Gráfico 5) e não conseguir mais atingir os parâmetros de qualidade necessários, a concessionária responsável, a Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), optou por uma nova forma de abastecimento.

Figura 3 Vista superior da Barragem de Pau dos Ferros-RN



Fonte: Google Earth, (2019).

Gráfico 5 Reservatório de Pau dos Ferros-RN Ano de 2013-2018 – Volume Acumulado

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019).

A nova forma de abastecimento passou a ser então através de uma adutora de engate rápido com diâmetro de 300 mm. O funcionamento inicial era irregular já que, a captação era realizada a 70 km de distância, na Barragem de Santa Cruz localizada na cidade de Apodi/RN, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró. Em seguida, a água era tratada e distribuída a uma vazão de 150 l/h durante 24h/dia para atender a necessidade de mais de 11 mil famílias que residem nessa região (JÚNIO *et al.* 2018)

No início do ano de 2018, com a recuperação parcial do volume do reservatório que anteriormente abastecia a cidade (chegando a aproximadamente 10% do volume total (Gráfico 5), de acordo com SEMARH-RN (2018) e com a o a interrupção do abastecimento pela adutora de engate rápido, devido a vazamentos na distribuição, o abastecimento voltou a ser através do açude Dr. Pedro Diógenes.

Devido aos baixos níveis de água e as vazões de distribuição insuficiente, a cidade foi dividida em setores, para que toda população fosse beneficiada com a distribuição de água. A setorização por bairros é indicada no Quadro 2. (MARCOLINO; FREIRE, 2015).

Quadro 2 Setorização da cidade de Pau dos Ferros- RN

Setores	Bairros
Setor 1	Riacho do meio, Carvão, São Vicente, São Judas Tadeu, Frei Damião, Paraíso, Assema, Alto do Açude, Alagoinha e Olívio de Sousa.
Setor 2	Centro, Beira Rio, São Geraldo, João XXIII, Manoel Domingos, Bela Vista, São Benedito, COAHB e Nova Pau dos Ferros.
Setor 3	Princesinha do Oeste, Chico Cajá, Nações Unidas, João Catingueira, Arizona, Zeca Pedro, Manoel Deodato e Aluízio Diógenes

Fonte: MARCOLINO; FREIRE, (2015).

3.1.2 Tratamento de água de Pau dos Ferros

O sistema de abastecimento de água (SAA) de Pau dos Ferros passa pelas etapas de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição. De acordo com a CAERN (2018), a qualidade da água é monitorada durante todas essas etapas. Dessa forma, a água passa por alguns processos para o seu devido tratamento, esses processos são realizados nas Estações de tratamento (ETA), a água bruta passará a ganhar uma nova forma e nova qualidade. De acordo com o relatório anual da qualidade da água (CAERN, 2018), as fases de tratamento da água no SAA de Pau dos Ferros são:

- i.Coagulação/floculação: onde é acrescido um produto químico na água para juntar as partículas pequenas.
- ii.Decantação: onde as partículas em suspensão precipitam para o fundo do tanque.
- iii.Filtração: através de filtros, consiste na retirada as partículas menores, não retiradas nos processos anteriores.
- iv.Desinfecção: onde a água recebe uma dosagem de cloro para a eliminação de germes nocivos á saúde.

Os parâmetros analisados pela concessionária são: cor, turbidez, pH, coliformes totais, *E-coli*, cloro e nitrato. A Tabela 4 abaixo mostra o resultado da análise realizada pela empresa, de um dos principais parâmetros.

Tabela 4 Resultados das amostras coletadas pela CAERN

Parâmetro	Turbidez (uT)		
	Mês	Mínimas Obrigatórias	Em conformidade
Jan		42	7
Fev		42	5
Mar		42	0
Abr		42	10
Mai		42	7
Jun		42	4
Jul		42	9
Ago		42	4
Set		42	3
Out		42	6
Nov		42	4
Dez		42	4
Total 2017		504	63
Padrão			[≤5]

Fonte: Adaptado, CAERN (2018).

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho em questão se classifica de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p.127), como uma pesquisa descritiva e exploratória, que visam, respectivamente: “Expor as características de uma determinada população ou fenômeno, demandando técnicas padronizadas de coleta de dados” e “[...] identificar os fatores que causam um determinado fenômeno, aprofundando o conhecimento da realidade”

4.2 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada a partir de coletas por setor em dias diferentes, com o objetivo de diminuir os erros e a aumentar o número de dados obtidos. A cada coleta aproximadamente 20 amostras, foram realizadas em 90 residências, seguindo sempre o sistema de racionamento que a cidade possui.

As análises consistem na captação de água em residências distintas, a seguir, as amostras, foram analisadas através da sonda multi-parâmetros Horiba u50® (Figura 4), a qual irá fornecer os valores para a devida caracterização. Os parâmetros observados pela sonda foram: temperatura, pH, salinidade, total de sólidos dissolvidos, potencial de redução de oxidação, turbidez e oxigênio dissolvidos. Como o parâmetro potencial de redução de oxidação não é muito utilizado para análise de potabilidade de água, este não será utilizado nesse trabalho.

Figura 4 Sonda multi-parâmetros Horiba u50®



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 5 mostra o esquema de medição de acordo com o setor, data e número de medições que foram realizadas.

Tabela 5 Quantidade de medições realizadas

Setor	Data	Número de amostras totais
1	18/12/2018	40
	01/02/2019	
2 ¹	13/02/2019	7
	09/02/2019	
3	13/02/2019	43
	15/02/2019	

¹Devido a problemas na distribuição, o número de medições no setor 2 foi inferior as demais.

Fonte: Elaborado pelo autor

Assim, foi possível coletar dados referentes a 90 casas distintas, buscando sempre averiguar a qualidade da água proveniente da concessionária.

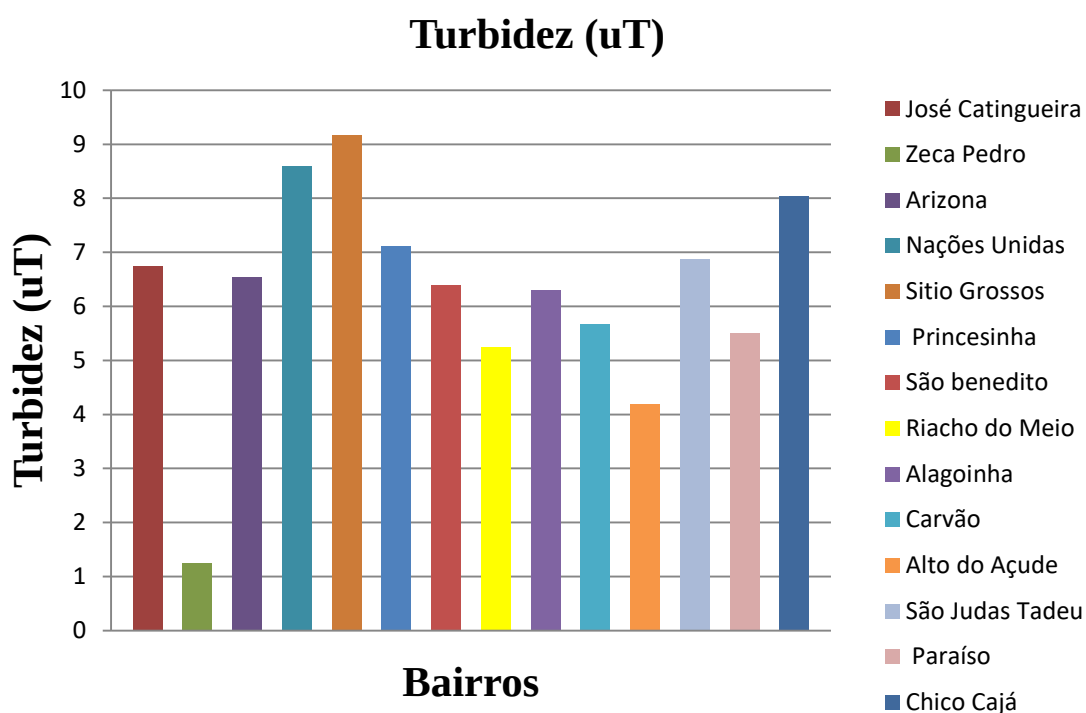
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

5.1.1 Turbidez

O primeiro parâmetro físico a ser analisado foi a turbidez. O bairro que apresentou maior média foi o Sítio Grossos, exibindo o valor de 9,15 uT (Unidade de Turbidez), como mostra o Gráfico 6. Logo em seguida, bairros Nações Unidas e Chico Cajá expressando, respectivamente, o valor de 8,6 e 8,04 uT. O bairro que apresentou menor turbidez foi o bairro Zeca Pedro, com uma média de 1,25.

Gráfico 6 Valores de Turbidez



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como prescrito na Legislação do Ministério da Saúde Portaria 518/2004, os números demonstrados acima indicam valores de turbidez elevados para o consumo humano. Segundo esta, a turbidez não deve ultrapassar o valor de 0,5 uT ou 1 dependendo do tipo de filtração utilizada no tratamento. Das 90 amostras coletadas, apenas 1,1 % estavam em conformidade

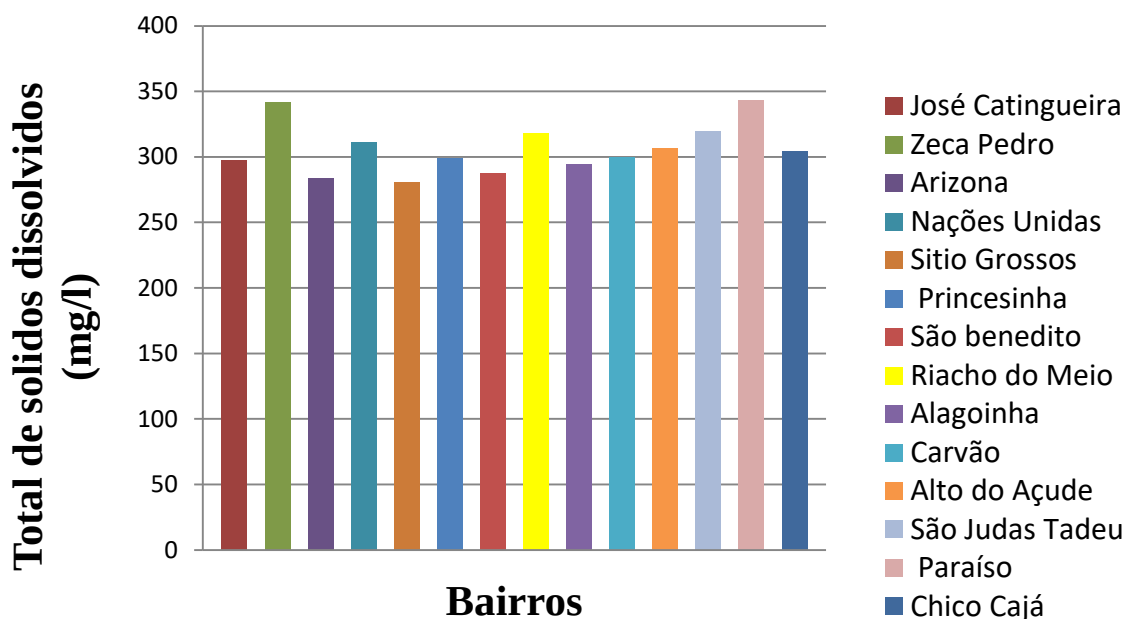
com o que exige a legislação, sendo estas localizadas principalmente nos bairros Zeca Pedro e o Alto do Açude, com valores inferiores a 5 uT.

O alto grau de turbidez na água está relacionado às partículas sólidas em suspensão que diminuem a claridade e a transmissão de luz no ambiente, além de reduzir a eficácia da desinfecção da água, por conta dos microrganismos (FERNANDES, 2011). De acordo com Von Sperling (1996), a turbidez não traz inconvenientes sanitários diretamente, porém os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos interferindo na desinfecção. Além disso, água com valores de turbidez próximos a 10 uT, causam um aspecto nebuloso, desagradável na água, podendo trazer desconforto aos usuários. Os altos valores de turbidez nas coletas podem ser justificados pelo baixo volume de água do manancial e/ou devido ao período de chuvas na região Segundo Richter (2009), as chuvas influenciam diretamente nos valores de turbidez devido o carreamento de material particulado e material em suspensão em um corpo hídrico.

No período de realização das coletas, a média de chuva foi de 2,84 mm o que pode ter influenciado nos valores encontrados (UFERSA, 2019).

5.1.2 Sólidos Totais Dissolvidos

Com relação aos sólidos totais dissolvidos (STD), o Gráfico 7 mostra que o maior índice encontrado foi no bairro Paraíso com o valor de aproximadamente 343,42 mg/L, enquanto o menor valor foi encontrado no bairro dos Grossos apresentando o valor de 281 mg/L.

Gráfico 7 Valores Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)

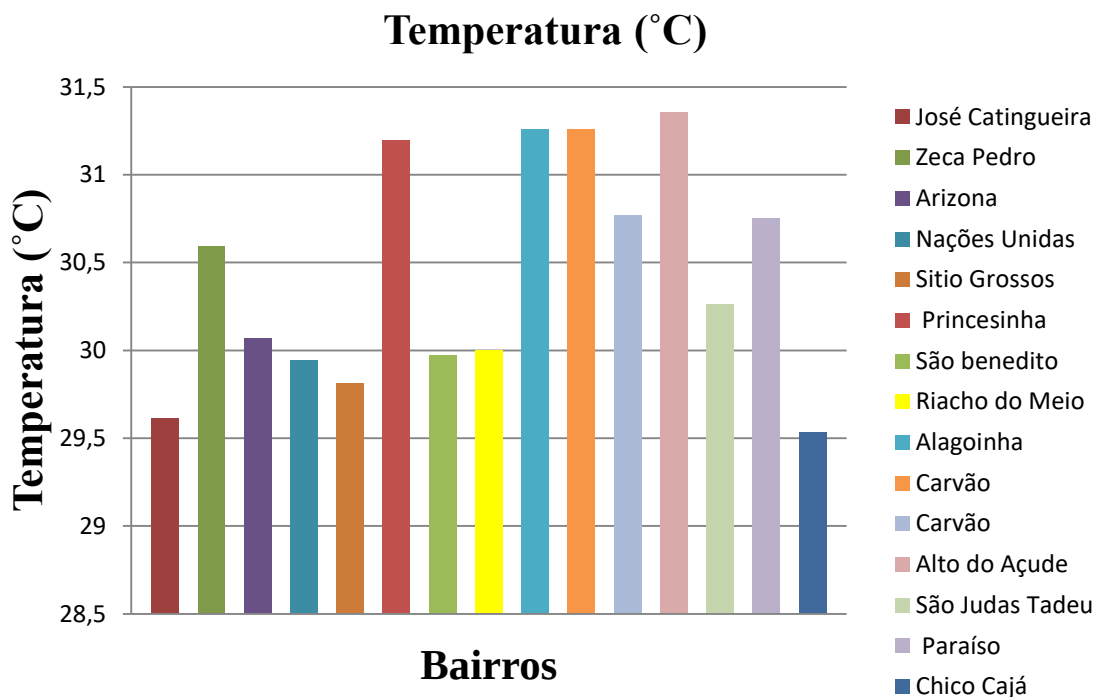
Fonte: Elaborado pelo autor.

O Ministério da Saúde Portaria 518/2004 determina que os STD não devem exceder 1000 mg/L. Portanto, os dados obtidos para esses parâmetros não ultrapassam o valor permitido pela norma.

Os sólidos dissolvidos podem ser de dois tipos, voláteis e fixos. Sendo voláteis os que se volatilizam a uma temperatura de 550 °C, já o tipo fixos são considerados os com salinidade, o excesso de sólidos dissolvidos pode alterar o gosto e causar problemas como a corrosão (PÁDUA; FERREIRA, 2016).

5.1.3 Temperatura

Não há prescrito em normas o melhor valor a ser considerado a respeito da temperatura de forma a não causar danos à saúde humana. O Gráfico 8 a seguir apresenta os valores obtidos em campo a respeito da temperatura.

Gráfico 8 Valores Temperatura (°C)

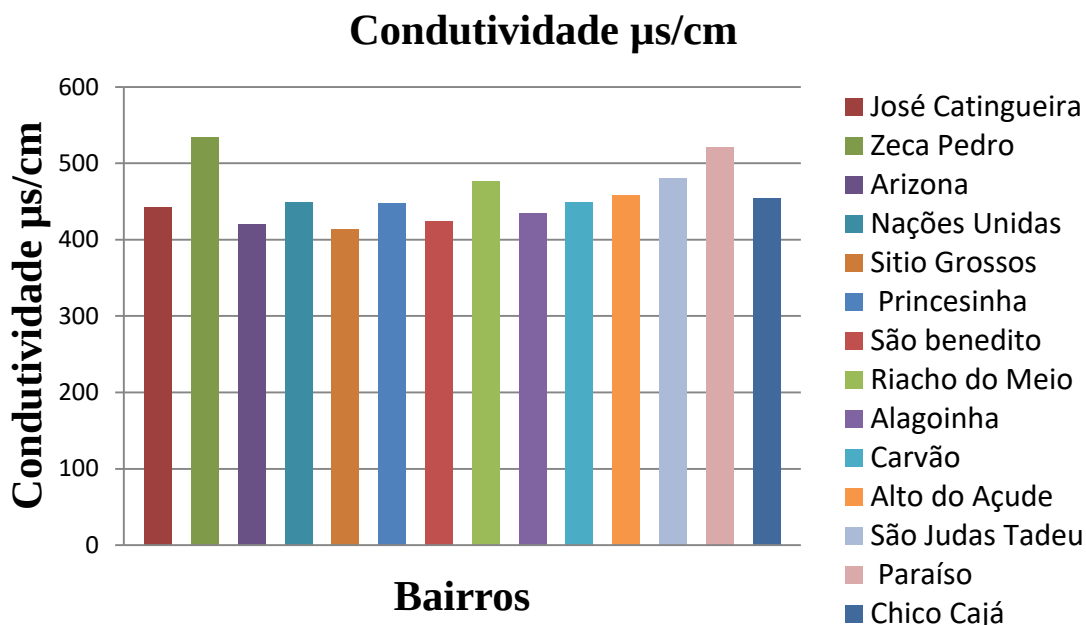
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar as médias foi possível notar que o bairro que obteve o maior valor para a temperatura foi o bairro Alto do Açude com 31,35 °C, seguido dos bairros Alagoinha e Princesinha com 31,25 °C e 31,19 °C respectivamente. Esses valores sofrem alteração devido ao ar na hora da coleta.

A temperatura em que a água se encontra influencia na velocidade com que as reações químicas acontecem nas atividades dos organismos e na solubilidade das substâncias (BRASIL, 2006).

5.1.4 Condutividade

Quanto a condutividade, o maior valor obtido foi de 534 $\mu\text{S}/\text{cm}$ correspondendo ao bairro Zeca Pedro, acompanhado do bairro Paraíso com valores 520,85 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O menor valor de condutividade foi no bairro Sítio Grossos, com 413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, como mostra o Gráfico 9.

Gráfico 9 Valores Condutividade $\mu\text{s}/\text{cm}$ 

Fonte: Elaborado pelo autor.

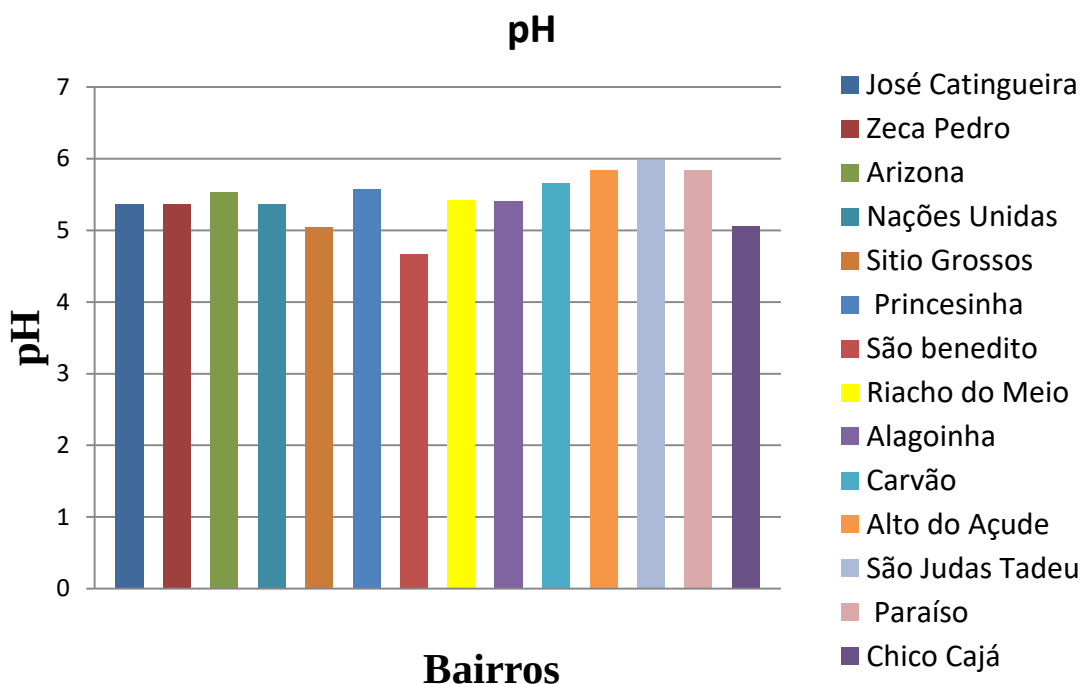
Conforme mostra o gráfico, os valores de condutividades analisados foram uniformes para a maioria dos bairros. Constata-se que não houve nenhuma variação brusca dos resultados, e sim a obtenção de valores bastante próximos.

Como a condutividade representa a capacidade da água em conduzir energia elétrica e esta é proporcional a concentração de íons. Esta propriedade é um indicador de presença de STD, ajudando na indicação da presença ou não de poluição. Ou seja, não apresenta risco direto a saúde humana. Por essa razão, a portaria 2914/2011 não especifica intervalos ou valores máximos com relação a esse parâmetro para o consumo humano.

De acordo com o Ministério da Saúde (2006), em águas naturais os teores de condutividade devem permanecer na faixa de 10 a 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$, já em ambientes poluídos por esgotos esses valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

5.1.5 pH

O Gráfico 10 apresenta outro parâmetro que influencia de forma direta na caracterização físico-química da água que é o Potencial Hidrogeniônico (pH). O menor valor de pH encontrado foi no bairro São Benedito sendo 4,66. Os outros bairros obtiveram valores superiores a 5, sendo o maior pH encontrado no bairro São Judas Tadeu, sendo 5,98 .

Gráfico 10 Valores para pH

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Ministério da Saúde Portaria 518/2004 designa os intervalos, a ser seguidos com relação ao pH: o mesmo não pode ultrapassar 9,5 e nem ser inferior a 6, ou seja, devem permanecer entre 6 e 9,5 para uma boa potabilidade.

Das coletas realizadas, 100% das amostras apresentaram valores inferiores a 6. De acordo com Von Sperling (1996), o pH não apresenta nenhum risco à saúde pública diretamente a não ser que apresente valores muito baixos ou altos, de modo a causar irritação na pele. No entanto, baixos valores de pH podem auxiliar a corrosão das redes de distribuição, tubulações e peças das águas de abastecimento, máquinas de lavar, bombas, etc. Já valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações nas tubulações. Geralmente o valor de pH está associado a atuação dos coagulantes precisando ser corrigido antes de partir para a distribuição (Ibid.)

De acordo com Esteves (1998), o pH é de fundamental importância, porém de dificultoso entendimento devido a quantidade de fatores que o modificam. Segundo o autor, esse parâmetro também pode estar relacionado à quantidade de matéria orgânica presente, onde, quanto maior a quantidade de matéria orgânica, menor o pH. Devido aos problemas de crise hídrica, no manancial, há uma grande presença de plantas, algas (Figura 5) e animais mortos o que pode ter ocasionado o excesso de matéria.

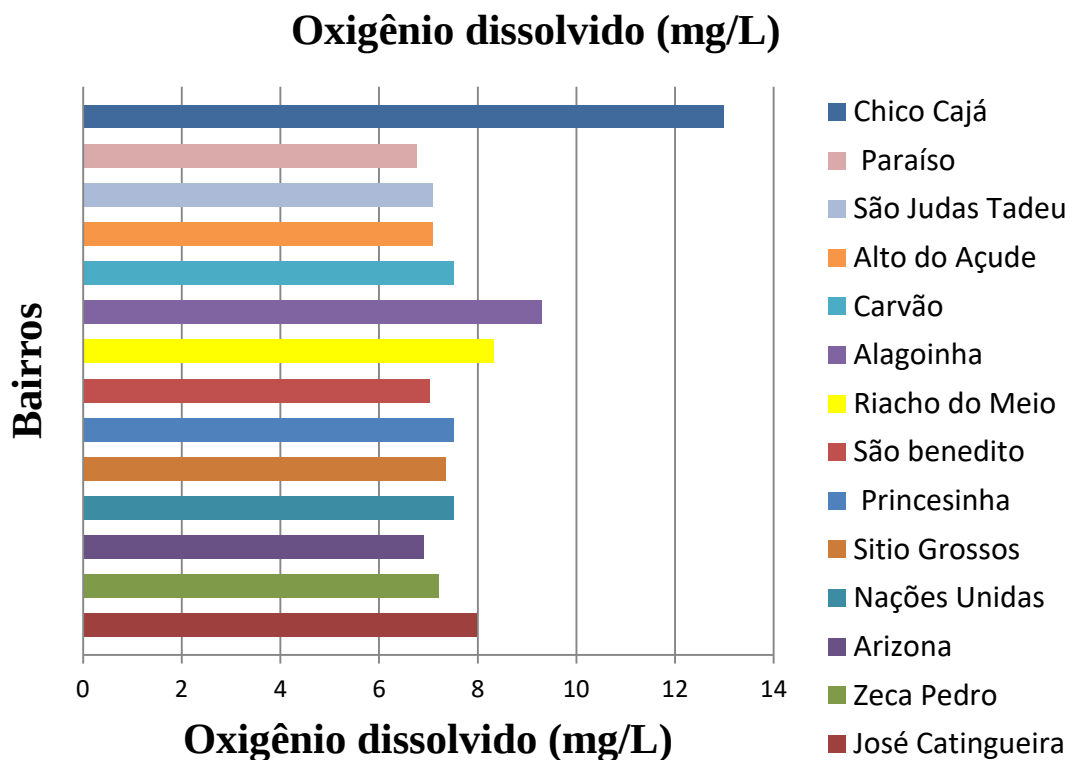
Figura 5 Captação de Água do Açude Dr. Pedro Diógenes



Fonte: EDUARDO et al., (2019)

5.1.6 Oxigênio dissolvido (OD)

Como mostra o Gráfico 11, o bairro que apresentou maior média de OD foi o Chico Cajá com 12,98 mg/L, seguido da Alagoinha com 9,28 mg/L. Já o bairro de menor média foi o Paraíso.

Gráfico 11 Valores Oxigênio dissolvido (mg/L)

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Pádua e Ferreira (2016), os valores de oxigênio podem variar conforme a temperatura, a salinidade, a turbulência, as atividades fotossintéticas das algas e plantas, e com a pressão atmosférica. A resolução do CONAMA N° 357/2005 informa que os valores permitidos para oxigênio dissolvidos não devem ser inferiores a 6 mg/L para o consumo humano. Pelo Gráfico 11 acima nota-se que não houve nenhuma aferição inferior a esse valor, portanto, à água encontra-se em condições adequadas quanto à concentração de oxigênio dissolvido.

A concentração de oxigênio disponível, de acordo com a ANA (2013), é um indicador bastante utilizado para indicação da poluição juntamente com os parâmetros DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio), sendo responsável pela preservação da vida aquática, já que é vital para a respiração de organismos. Baixas concentrações de oxigênio indicam provável poluição, geralmente por esgotos, devido ao consumo do mesmo durante o processo de decomposição de matéria. Valores mais elevados, geralmente superiores a 5 mg/L, podem ser indicadores de águas limpas. Valores superiores a 10 mg/L podem apresentar uma condição de supersaturação, comuns em águas eutrofizadas, ricas em nutrientes (Figura 6).

Esse fenômeno geralmente ocorre em mananciais em que o crescimento excessivo de algas, faz com que durante o dia, os processos de fotossínteses se acelerem, aumentando a produção de oxigênio. Durante a noite, devido à ausência de luz solar, não ocorre a fotossíntese, e a respiração dos organismos faz com que as concentrações de oxigênio diminuam bastante, podendo causar mortandades de peixes, gerando assim produção de matéria orgânica em excesso, podendo gerar a diminuição futura do teor de OD, chegando a uma condição de anaerobiose (ANA, 2018; BRAGA, *et al*, 2005).

Figura 6 Açude Dr. Pedro Diógenes



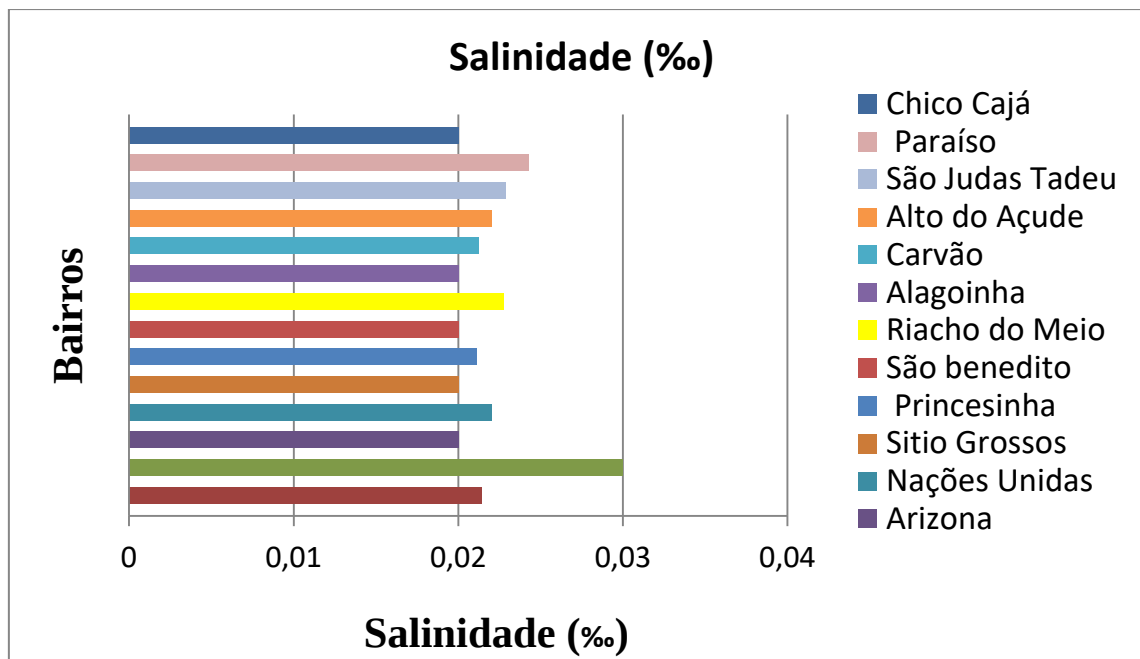
Fonte: EDUARDO *et al.*, (2019).

5.1.7 Salinidade

A salinidade refere-se à quantidade de sais neutros, como cloretos e sulfatos de cálcio, magnésio, sódio e potássio presentes na água. A soma de sais dissolvidos na água pode conceder um gosto salino, a salinidade exagerada tem mais frequência em águas subterrâneas do que em superficiais, porém, podendo ser influenciada pelas condições do meio. Esse parâmetro serve principalmente para a classificação das águas quanto a classe. De acordo com o CONAMA N° 357/2005, as águas doces devem possuir salinidade igual ou inferior a 0,5‰, águas salobras valores superiores a 0,5‰ e inferior a 30 ‰ e por fim águas salinas salinidade igual ou superior a 30‰

Quanto à salinidade presente na água em análise, o bairro que apresentou maiores intervalos foi o Riacho do meio com 0,03 ‰ e os de menor salinidade foi Arizona com 0,02 ‰ como mostra o Gráfico 12 a seguir.

Gráfico 12 Porcentagem de Salinidade (‰)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como esperado, as amostras não apresentam elevados valores de salinidade, já que o manancial onde ocorre a captação é superficial e de águas doces. Não sendo comuns nesses, altos teores de sais dissolvidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos por meio dessa pesquisa foi possível definir que a água que chega as residências da cidade de Pau dos Ferros-RN tem qualidade insuficiente em 3 dos 6 parâmetros analisados, e definidos de acordo com a Portaria 2914 e CONAMA 357, sendo eles a turbidez, condutividade e pH.

Na maioria das análises realizadas quanto a turbidez, os valores obtidos deram acima do permitido pela norma, deixando assim, a água inapropriada para o consumo. Valores que não deveriam ultrapassar 1 uT, em algumas residências, chegam a 10 uT sendo nítida a percepção visual através da sua coloração.

Com relação à condutividade por não haver nenhuma faixa de intervalo prescrita em normas, não é possível analisar o impacto desse parâmetro diretamente, apenas através do que sugere a literatura. Essa sugere a análise da condutividade como possível indicador de poluição caso os resultados sejam elevados (próximos a 1000). Como os valores obtidos foram em média 457,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pode haver na água possível presença de contaminação por esgotos ou matéria orgânica de outras fontes. Sendo necessárias outras análises de parâmetros microbiológicos para averiguar esse fato.

No que diz respeito aos valores de pH, todas as amostras fugiram dos limites citados na norma, sendo inferiores a 6. O bairro que mais se aproximou ao valor desejado foi o São Judas Tadeu. Valores de pH como esses indicam um meio é ácido, podendo causar corrosão às tubulações de distribuição de água.

No tocante aos demais parâmetros, os teores de sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvidos não apresentaram valores que não estivessem em conformidade com o que diz a norma. Pelo contrário, os teores de oxigênio estavam muito superiores ao indicado, podendo indicar crescimento de algas em excesso no manancial.

Dessa forma, a qualidade da água ainda deixa a desejar quando alguns parâmetros. Porém, a adequação concreta dessa para o consumo humano só pode ser confirmada através de análises microbiológicas como DBO, coliformes fecais, ovos de helmintos e verificação de parâmetros como fósforo e nitrogênio que não puderam ser realizadas nesse trabalho, ficando esta como sugestão para futuros trabalhos bem como o aumento no número de amostras.

Portanto, tem-se ciência das limitações dessa pesquisa, mas sabe-se também que ao serem repassados os dados obtidos para a população se estará conscientizando sobre a água que esta sendo consumida e a respeito da sua consequência para a saúde da mesma, sabe-se,

ainda que, outros estudantes podem continuar contribuindo com outras discussões sobre o tema apresentado nesse estudo pela vastidão, complexidade e riqueza que o mesmo apresenta.

7 REFERÊNCIAS

- _____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. 2017. BRASÍLIA. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- _____. **Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA). Portal da Qualidade das Águas**. [2013]. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn1>. Acesso em: 25 fev. 2019.
- _____. Panoramas das águas. **Águas no mundo**. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo#>> Acesso em: 15 nov. 2018
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil. Abastecimento Urbano de Água: Resultado por Estado**, v.2, Brasília, 2010. 92 p
- AMBIENTE, Ministério do Meio. **Quantidade de Água**. 2010. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 18 jul. 2018.
- BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M.. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 4, n. 1, p.75-108, jan. 2008.. Disponível em: <<http://rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/116/106>>. Acesso em: 17 nov. 2018.
- Braga, B., Hespanhol, I., Conejo, J.G.L., Mierzwa, J.C., Barros, M.T.L., Veras, M., Porto, M., , Nucci, N., Nucci, Juliano, N. e Eiger, S., (2005), **Introdução à Engenharia Ambiental**, 2.ed., Prentice Hall, São Paulo, 2005.
- BRASIL. Agência Nacional de águas. Ministério do Meio Ambiente. **SAR - Sistema de** _____ **Sistema de Acompanhamento de Reservatórios**. Disponível em: <<http://sar.ana.gov.br>>. Acesso em: 19 fev. 2019.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_analise_agua_2ed.pdf> . Acesso em: 23 fev. 2019.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretariade Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral deVigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 2914/2011/ Ministério da Saúde, Secretaria deVigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental– Brasília:Editora do Ministério da Saúde,2012
- BRASÍLIA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. (Org.). **Manual de Saneamento**. 2004. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2018.
- BRASÍLIA. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (Org.). **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. 2014. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/wp->

content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2018.

BRASÍLIA. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (Org.). **Portaria MS n.º 518/2004**. 2005. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018

BRASÍLIA. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (Org.). **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. 2006. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/maio/30/Manual-de-Vigilancia-e-Controle-da-Qualidade-da-Agua.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. **Disponibilidade de Água e a Gestão dos Recursos Hídricos**. 2007. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/159648/1/OPB1514.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

CONCESSIONÁRIO DE ABASTECIMENTO E ESGOTAMENTO DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN). **Relatório Anual 2018 - Qualidade da Água**. 2018. Disponível em: <<http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/caern/DOC/DOC000000000173774.PDF>>. Acesso em: 26 dez. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais

EDUARDO, Carlos et al. **Abastecimento de Água de Pau dos Ferros**. Pau dos Ferros: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019. 19 slides, color.

ESTEVES, F. D. A. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro, n. 2ª, 1998.

FERNANDES, Â. M. F. **Diagnóstico da Qualidade da Água Subterrânea em Propriedade Rural no Município de Planalto, RS**. 2011. 65 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011.

FERREIRA, M. I. P.; SILVA, J. A. F.; PINHEIRO, M. R. de C. Recursos hídricos: água no mundo, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**. Campo dos Goytacazes, p. 1-9. jul. 2008.

FIGUEIRE, Ana Paula et al. **A questão da água no Nordeste**. Brasília: Cgee, 2012. 436 p

Google Earth-Mapas. Barragem Pau dos Ferros RN. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Barragem+Pau+dos+Ferros/@-6.1572436,-38.1875045,3127m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x7a4cda0a8cb88d9:0xea151101aec20f9c!8m2!3d-6.1666359!4d-38.1767775?hl=pt-BR>>. Acesso em: fevereiro de 2019.

GUIMARÃES, A. J. A; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%204%20parte%201.pdf>> . Acesso em: 06 de dez. 2018.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas a população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2017**. 2017. Disponível em:

<ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pau dos Ferros**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/panorama>> Acesso em: 26 dezembro 2018.

INSTITUTO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Instituto de desenvolvimento sustentável e meio ambiente do Rio Grande do Norte. Perfil do Município** – Pau dos Ferros. Natal, 2013.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Principais estatísticas no mundo. **Água**. Disponível em <<http://tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-mundo/agua>> Acesso em: 18 dez. 2018.

MAIA, Larissa Kelly Freire. **AVALIAÇÃO DAS PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE PAU DOS FERROS – RN**. 2018. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2018.

MARCOLINO, Iranilton; FREIRE, Paulo. **Pau dos Ferros terá abastecimento em sistema de rodízio**. 2015. Disponível em: <<http://caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=69835&ACT=null&PAGE=null&PARM=null&LBL=NOT%C3%8DCIA>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

MARTINS, J. L.; MEMELLI, M. S. **Balanço hídrico e indicadores de consumo de água potável e não potável em uma edificação dotada de sistema de reuso de águas cinza**. 2011. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

MORAES, Aluana Teixeira de. **Abastecimento de Água: História de Implantação no Distrito sede e Distribuição no Município de Londrina- PR**. 2014. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Geociências da Universidade Estadual de Londrina, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/geo/tcc/165_abastecimentodeaguahistoriadeimplantacaonodistritomunicipaldelondrinapr_2014.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU-ÁGUA). **O Direito Humano à Água e Saneamento: Comunicado aos média**, 2011a. Disponível em: http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de (Ed.). **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/Ebook%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2019.

PROGRAMA DA DÉCADA DA ÁGUA DA ONU-ÁGUA SOBRE ADVOCACIA E COMUNICAÇÃO (UNW-DPAC). **Água para a Vida, 2005-2015**. O direito humano à água e saneamento. Disponível em: <http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

RICHTER, Carlo A.. **Água métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blucher, 2009.

RIO GRANDE DO NORTE. MARCELO SALDANHA TOSCANO. (Org.). **Relatório Anual 2018 - Qualidade da Água**. Pau dos Ferros, 2018. 2 f. Disponível em: <<http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/caern/DOC/DOC000000000173774.PDF>>. Acesso em: 01 out. 2018.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE (SEMARH-RN). **Monitoramento Volumétrico**. Disponível em: <http://sistemas.semarh.rn.gov.br/monitoramentovolumetrico>. Acesso em: 28 de Janeiro de 2018.

SILVA JÚNIOR, Izidio Rocha da et al. ÁGUA COMO UM BEM SOCIAL PÚBLICO: OS PROCESSOS DE PRIVATIZAÇÃO FACE AO ABASTECIMENTO PÚBLICO EM PAU DOS FERROS-RN. **Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 68, p.1-25, Fev 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2018v33n68p58>>. Acesso em: 17 fev. 2019

SILVA JÚNIOR, Izidio Rocha da; ALVES, Larissa da Silva Ferreira; PINTO FILHO, Jorge Luis de Oliveira. ÁGUA COMO UM BEM SOCIAL PÚBLICO: OS PROCESSOS DE PRIVATIZAÇÃO FACE AO ABASTECIMENTO PÚBLICO EM PAU DOS FERROS-RN. **Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 68, p.58-82, mar. 2018.

SOUTO, L. V.; LIMA, D. de F.; FILHO, B. de F. B.; DANTAS, J. R. de Q. O Nordeste e a Escassez de Água: uma abordagem da Microrregião de Pau dos Ferros/RN. XVII ENANPUR, 2017.

SUSTENTÁVEL: Manual de educação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2016.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfoOgAH/abastecimento-agua-tsutiya>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). **Estação Meteorológica da UFERSA Campus Pau dos Ferros**. 2019. Disponível em: <<https://engcivilpaudosferros.ufersa.edu.br/estacao-meteorologica-cmpf/>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Segrac, 1996. 238 p. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/18571958/introducao-a-qualidades-da-aguas-e-tratamento-de-esgoto-2ed-von-sperling>>. Acesso em: 01 mar. 2019.