

## ESTUDO FÍSICO- QUÍMICO DE ÁGUA DE POÇO E DE CISTERNA

Fellype Diorgennes Cordeiro Gomes<sup>1</sup>; Ewellyn Silva Souza<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>*Química Industrial-Universidade Estadual da Paraíba; e-mail: fellypediorgennes22@gmail.com, ewellynessouza@gmail.com.*

**RESUMO:** Neste trabalho, realizou-se um estudo da qualidade da água de um poço e uma cisterna da região de Campina Grande- PB. As amostras coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de controle de qualidade de água e efluentes do SENAI- CTCC Albano Franco, nos meses de abril e maio de 2017. Foram realizadas as análises físico-químicas, foram determinados, pH, turbidez, cor, cloro residual livre, dureza total, cloreto, e sólidos dissolvidos totais. A classificação da potabilidade da água baseou-se nos parâmetros físico-químicos da portaria 2.914 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, onde os resultados obtidos apontaram que as amostras não estavam aptas para o consumo humano.

**Palavras-Chave:** Poço, cisterna, qualidade da água.

### INTRODUÇÃO

Sabendo que o território brasileiro contém cerca de 12% de toda a água doce do planeta, compreendendo 200 mil micros-bacias espalhadas em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (a mais extensa do mundo e 60% dela localizada no Brasil). É um enorme potencial hídrico, capaz de prover um volume de água por pessoa 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) – de 1.700 m<sup>3</sup>/s por habitante por ano, apesar disso, características geográficas de cada região e as mudanças de vazão dos rios, que ocorrem devido às variações climáticas ao longo do ano, afetam a distribuição (BRASIL, 2017).

Uma das regiões mais afetadas é o semiárido essa é representada por um quinto do território brasileiro, localizado no Nordeste, abrangendo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, nos quais vivem 8,6 milhões de pessoas na zona rural, de um total de 18,5 milhões. Ela é pobre em volume de escoamento de água oriundos dos rios, fato ocasionado pela variabilidade temporal e pelas características geológicas dominantes, que resulta em poucos rios perenes. (CIRILO, MONTENEGRO e CAMPOS, 2013). Dentre os estados podemos citar a Paraíba que passa pelo grave problema da seca durante um tempo para os dias atuais, com isso, os reservatórios marcam um dos mais baixos dos últimos anos,

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

[www.conapesc.com.br](http://www.conapesc.com.br)

causando a alteração das características físico-químicas da água.

Entre as diferentes maneiras de se adquirir água, podemos destacar as águas subterrâneas provenientes de poços rasos, essas que tem sido cada vez mais utilizada para o consumo humano (BLANK et al., 2010). Portanto além de ser economicamente viável, ela é uma fonte de abastecimento indispensável para as populações que não tem acesso a rede pública de abastecimento de água. A água destinada ao consumo humano tem prioridade aos demais usos e como não a encontramos pura na natureza, esta deve passar por um conjunto de etapas denominado tratamento de água, a fim de que possamos utilizá-las, sem que represente risco à saúde. O tratamento de água ocorre conforme a portaria de N° 2.914/2011 cujos parâmetros físico-químicos determinam as características de potabilidade necessárias para que a água chegue até à população de uma maneira mais segura e confiável. Periodicamente, a água deve ser analisada para verificar sua potabilidade. Essa análise é de extrema importância pois detecta concentrações anômalas de determinado elemento que podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar e comparar os parâmetros físico-químicos de amostras de águas de um poço e de uma cisterna localizado na cidade de Campina Grande, Paraíba, tais como: pH, turbidez, cor, cloro livre, cloretos, dureza total e sólidos dissolvidos totais, caracterizando nosso estudo como quanti-qualitativa.

## **1. REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.1. Água**

Desde a sua origem na terra, os seres vivos dependem da água para sua sobrevivência. Esse precioso líquido é vital para o ser humano, que possui 75% de seu organismo composto de água, e também para as mais diversas atividades econômicas, como a pesca e a agricultura. As águas recobrem cerca de 80% da superfície terrestre e estão concentradas principalmente nos oceanos e mares. Apenas uma quantidade inferior a 2,5% é encontrada nos continentes, em rios, lagos e no subsolo ou em geleiras (MARTINS, BIGOTTO, VITIELLO, 2010, p.142).

O volume da água em nosso planeta é tão grande que às vezes temos a impressão de que ela é inesgotável e que, portanto, não precisamos nos preocupar com sua preservação, porém essa afirmação não procede. Sabe-se que do volume total da água do planeta, a presença de água salgada, nos oceanos e mares, corresponde a 97,5% e a de água doce, em rios, lagos, geleiras e subsolo, corresponde apenas

2,5%. Desta pequena quantidade de água doce, 68,9% encontra-se em geleiras e coberturas permanentes de neve, 29,9% é relacionado à água doce subterrânea e 0,3% são das águas dos rios e lagos (ALMEIDA, 2010). O Brasil é o país que tem o privilégio de possuir a maior reserva hídrica, a maior matriz energética hídrica (e limpa) e é também uma grande potência agrícola, e por isso há uma grande demanda no consumo de água (AZEVEDO, 2014).

A água é um recurso natural fundamental à vida desenvolvimento econômico e ao bem-estar social, possuindo uma infinidade de usos, dos mais simples aos mais complexos. Apesar de ser um bem público, vem se tornando pouco a pouco um recurso escasso que precisa ser cuidado com muito discernimento. A água, para ser considerada potável, tem que atender aos chamados “padrões de potabilidade”, que são físicos (cor, turbidez, odor e sabor), químicos (presença de substâncias químicas) e bacteriológicos (presença de microrganismos vivos), cujos limites de tolerância na água devem garantir-lhe as características de água potável (BRASIL, 2011).

### **1.1.1- Água de poço**

A maior parte da reserva de água doce em nosso planeta não é encontrada em forma potável. As águas subterrâneas, na maioria das vezes provenientes de poços, geralmente são menos contaminadas por fatores biológicos e químicos do que os mananciais superficiais, pois não ficam expostas aos diversos agentes poluentes. No entanto,

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea. O destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, os postos de combustíveis e a modernização da agricultura representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA, 2014, p. 44)

Portanto a água subterrânea não está livre de contaminação, sendo necessária a realização de análises microbiológicas e físico-químicas, a fim de verificar se ela está dentro dos padrões de potabilidade para consumo humano, estabelecidos nas normas vigentes do país (BRASIL, 2011). A qualidade dessa água merece devida atenção tão quanto sua quantidade, como aponta Chiossi (2013). Além disso, o processo de extração desta água ocorre, muitas vezes, de forma rudimentar e sem os devidos cuidados.

### **1.1.2- Água de cisterna**

Pela variabilidade temporal e pelas características geológicas já citadas do semiárido, a população dessa região tem procurado outros meios de captação de água, além da extração por poços artesianos, dentre eles podemos citar a cisterna de placa. A cisterna de placa é um grande depósito para guardar água, equipada com um sistema de calhas para aproveitar a água da chuva que escorre dos telhados das moradias que também pode ser abastecida por carros-pipas no período de estiagem. Ela, por ser coberta, evita a evaporação da água e impede a contaminação causada por animais. De acordo com a Embrapa (2016), a cisterna pode ter vários formatos: retangulares, quadradas, cilíndricas e podem ser construídas com diversos materiais tais como: fibra de vidro, PVC, concreto, alvenaria e ferro, cimento.

Apesar de minimizar os efeitos da seca, este meio de captação e de armazenamento de água, principalmente quando abastecida por carros-pipa, pode se tornar uma potencial fonte de contaminação: pela falta de informação de procedência da água; pela exposição que ela sofre no transporte; e pelas condições de higiene e limpeza dos carros. A utilização de cisternas para armazenar água para consumo humano tem sido implantada e disseminada em todo o semiárido brasileiro, por intermédio de programas governamentais como **O Programa Água Doce (PAD)** que tem como objetivo

[...] estabelecer uma política pública permanente de acesso à água de boa qualidade para consumo humano, promovendo e disciplinando a implantação, a recuperação e a gestão de sistemas de dessalinização ambiental e socialmente sustentáveis, usando essa ou outras tecnologias alternativas para atender, prioritariamente, as populações de baixa renda residentes em localidades difusas do Semiárido brasileiro (BRASIL, 2017).

Apesar do objetivo do programa de oferecer água de boa qualidade, percebe-se que o controle e análise não são priorizados ou explícitos. Como já mencionado, estas águas podem sofrer contaminação por inúmeros agentes e não estarem de acordo com as normas compreendidas pela portaria 2.914/2011.

## **1.2. Caracterização físico-química da água**

Os seres humanos utilizam a água de variadas fontes do meio ambiente. Essa utilização requer parâmetros de qualidade adequados para cada tipo de atividade. Com isso, a qualidade da água deve ser entendida como um padrão relativo, ou seja, para cada uso tem-se exigências físico-químicas diferentes. Neste estudo nos determos apenas a potabilidade de águas de poço e cisterna regulamentada pela portaria nº 2.914/11 do

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

**www.conapesc.com.br**

Ministério da Saúde que determina os padrões de qualidade para água potável. O Art. 5º dessa portaria traz as definições:

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria (BRASIL, 2011).

### **1.2.1- pH**

O pH representa a concentração de íons hidrogênio,  $H^+$ , dando uma indicação das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água. Trata-se de um parâmetro de caráter operacional importante. Na água, este fator é de extrema importância, principalmente nos processos de tratamento. Abaixo de 7, a água é considerada ácida e acima de 7, alcalinas. Água com pH 7 é neutra (CHANG; GOLDSBY, 2013, p. 672). O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria de número 2.914/ 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

### **1.2.2- Turbidez**

A turbidez é uma característica da água devida à presença de partículas suspensas com tamanho variando desde suspensões grosseiras aos colóides, dependendo do grau de turbulência (GAUTO; ROSA, 2013). A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010). Segundo a Portaria nº 2.914/ 2011 do Ministério da Saúde, o valor máximo de turbidez para água de abastecimento público é de 5 UT (BRASIL, 2017).

### **1.2.3- Cor**

Outra característica que pode ser mensurada fisicamente é a cor, considerada um parâmetro físico visível. O termo cor aparente inclui não somente as substâncias dissolvidas, mas também aquela que envolve a matéria orgânica suspensa (EWERLING LUÍZ et al., 2012). Em alguns casos de cor extremamente elevada, a remoção pode ser auxiliada ou realizada integralmente através do processo de oxidação química, utilizando-se permanganato de potássio, cloro, ozônio, ou qualquer outro oxidante poderoso. De acordo com a Portaria de número 2.914/ 2011 do Ministério da Saúde, o valor máximo permissível de cor na água distribuída é de 15,0 uH (BRASIL, 2017).

#### **1.2.4- Cloro residual livre**

Esta outra característica físico-química é resultado da soma das concentrações de ácido hipocloroso e do íon hipoclorito cuja presença assegura a qualidade bacteriológica da água. A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde exige que a água para consumo humano apresente concentrações iguais ou superiores a 0,2 mg/L de cloro residual livre, não excedendo 2mg.L<sup>-1</sup> em qualquer ponto do sistema de abastecimento (BRASIL, 2017).

#### **1.2.5- Dureza total**

O índice de dureza da água é muito importante, usado para avaliar a sua qualidade. Denomina-se dureza total a soma das durezas individuais atribuídas à presença de íons cálcio e magnésio. Outros cátions que se encontram associados a estes dois, por exemplo: ferro, alumínio, cobre e zinco, geralmente são mascarados ou precipitados antes da determinação (ALVES et al., 2010). Água pode ser classificada pela sua dureza da seguinte forma (UFV, 2017): Macia (0 - 50 mg. L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>); Média (50 - 150 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>); Dura (150 - 300 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>) e; Muito dura (>300 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>). De acordo com a Portaria nº 2.914/ 2011 do Ministério da Saúde, o valor máximo permissível de dureza total na água distribuída é de até 500 mg. L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> (BRASIL, 2017).

#### **1.2.6- Cloretos**

Os cloretos ocorrem normalmente nas águas naturais em quantidades muito variáveis. Sua presença torna-se objetivas quando acima de 250 mg.L<sup>-1</sup>. Geralmente está presente em águas brutas na forma de cloreto de sódio, cálcio ou magnésio (FREITAS, 2000). De acordo com a Portaria nº 2.914/ 2011 do Ministério da Saúde,

o valor máximo permissível para cloretos na água distribuída é de até 250 mg/L (BRASIL, 2017).

### **1.2.7- Sólidos totais dissolvidos**

Os sólidos totais dissolvidos constituem a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água. Segundo o padrão de potabilidade da World Health World<sup>1</sup> (2011, p.228), o limite máximo permissível de sólidos totais dissolvidos na água para consumo humano, é de 1000 mg.L<sup>-1</sup>. De acordo com a Portaria nº 2.914/ 2011 do Ministério da Saúde. Ainda de acordo com a portaria, a água pode ser classificada de acordo com a quantidade de STD: água doce (0 a 500 mg.L<sup>-1</sup>); água salobra (501 a 1500 mg.L<sup>-1</sup>) e; água salgada (> 1500 mg.L<sup>-1</sup>).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Local de realização do trabalho**

Neste trabalho foi feito análises físico-química de água de um poço e outra de uma cisterna. As amostras foram analisadas no laboratório de água e efluentes do Centro de Tecnologia do Couro e Calçado Albano Franco, SENAI–PB, na cidade de Campina Grande. Os parâmetros avaliados foram de pH, cor, turbidez, cloro residual livre, dureza, cloreto e sólidos totais dissolvidos.

### **2.2. Análises físico-químicas**

Na verificação do pH, a metodologia utilizada foi a eletrométrico – NBR 14339: 1999 em que: coloca-se cerca de 50 mL de amostra em um Becker de 100 mL, em seguida é inserido o eletrodo na amostra. O resultado deve ser lido diretamente no aparelho e expresso com uma ou duas casas decimais.

Para averiguação da cor foi utilizado: Kit merck, tubos de vidro e água deionizada/destilada. Prosseguimos com água deionizada/destilada em um tubo até aferição e em outro a amostra. Após este processo, comparamos a cor na escala e lemos o resultado. O resultado é expresso em unidades de cor ou unidade Hazen (uH). A metodologia utilizada foi a comparação visual.

Já para verificação da turbidez, utilizamos um turbidímetro e uma cubeta. A cubeta é preenchida com 12 mL da amostra e em seguida lida no turbidímetro. O resultado é expresso

---

<sup>1</sup> Organização Mundial de Saúde, doravante OMS.

na unidade de FTU. A metodologia utilizada para esse parâmetro foi a turbidímetro.

Na determinação do cloro residual livre, além de uma cubeta de vidro, foi preciso um colorimétrico e reagentes I e II de DPD. Para este processo, foram colocadas 10 gotas do reagente I e em seguida mais 10 gotas do reagente II. Coloca-se a amostra até a aferição, onde a junção dos dois reagentes mais a amostra fica em 12 ml, e faz-se a leitura.

Na dureza total, o método utilizado foi da titulação com EDTA NBR 12621: 1992: transferiu-se de uma proveta para um erlenmeyer 100 mL da amostra; adicionar 1 ou 2 mL de solução tampão para obter pH  $10 \pm 0,1$ ; adicionar aproximadamente 0,1 g de indicador negro-ericroso T; adicionar EDTA-Na, lentamente e com agitação constante, até que desaparecesse a última coloração do vermelho-vinho e aparecesse a cor azul, indicadora do ponto final. A dureza é determinado conforme a equação 1 e 2, em que a Equação 1 é utilizada sem diluição, e Equação 2 com diluição.

- Equação 1:

$$\text{Dureza total (mg/L CaCO}_3) = \frac{(Am-B) \times 1000 \times F}{V}$$

- Equação 2:

$$\text{Dureza total (mg/L CaCO}_3) = \frac{(Am-B) \times 1000 \times F}{V} \times D$$

Para determinação do cloreto, foi utilizado o método Argentométrico NBR 5759: 1975 que consiste em: transferir de uma proveta para um erlenmeyer uma amostra de 100 mL; para eliminar os interferentes coloca-se 1 gota de fenolftaleína 0,5% e 1 gota da solução de hidróxido de sódio 1 N; adicionar 1 mL da solução de  $K_2CrO_4$  e titular com a solução 0,0141 N de nitrato de prata, até a viragem do ponto onde apareça a cor de telha. Para obtenção do resultado de cloreto é determinado conforme a equação 3 e 4, onde a Equação 3 é utilizada sem diluição, e Equação 4 com diluição.

- Equação 3:

$$\text{Cloretos (mg de Cl}^-/\text{l)} = \frac{(Am-B) \times 500 \times F}{V}$$

- Equação 4:

$$\text{Cloretos (mg de Cl}^-/\text{l)} = \frac{(Am-B) \times 500 \times F}{V} \times D$$

O método utilizado para sólidos totais dissolvidos é gravimétrico NBR 100664: 1989 que consiste em: marcar a cápsula e colocar na estufa por um dia; retirar a cápsula da estufa colocada no dia anterior, colocar no dessecador para esfriar; pesar e anotar a tara ( $M_1$ ); filtrar 50 mL da amostra e transferir para a cápsula; coloca-se a cápsula no banho-maria até a evaporação completa da amostra; com uma pinça, coloca-se a cápsula na estufa e deixa-se secar por 1 hora; retirar a cápsula da estufa com

auxílio de uma pinça e levá-la para esfriar em dessecador. Após o resfriamento, pesar a cápsula até peso constante, anotar o resultado como  $M_2$ . Calcula-se os sólidos totais conforme a equação 5:

$$\text{STD mg/L} = \frac{(M_2 - M_1) \times 10^6}{V} \quad (5)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água pode ser representada através de inúmeros parâmetros que inserem as características físico-químicas. Para que a água seja considerada potável, estes parâmetros deverão estar de acordo com a portaria 2.914/2011, que apresenta as normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Os resultados obtidos através das análises físico-químicas das amostras de água de poço e cisterna estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos da água de cisterna e água de poço

Parâmetros físicos-químicos	Portaria 2.914/2011	Cisterna	Poço
pH	6 – 9,5	7,65	7,18
Cor	Até 15 uH	20	5
Turbidez	Até 5 UT	1,3	0,94
Cloro residual livre	Até 5 mg/L	0,59	0
Dureza total	Até 500 mg CaCO <sub>3</sub>	372	284
Cloreto	Até 250 mg/L	675	465
S.T.D	Até 1000 mg/L	1.324	1.054

Fonte: Própria (2017).

De acordo com a Tabela, os valores de pH, tanto da amostra de cisterna quanto da de poço, encontra-se dentro da variação permitida pela legislação. Verifica-se que o valor de pH da água de cisterna e da água de poço estão na zona da neutralidade. Esses valores encontram-se em conformidade com a portaria 2.914/2011. Podemos perceber que os valores para turbidez, cloro e dureza total estão dentro dos parâmetros aceitos por essa portaria.

No entanto, a amostra de cisterna, no parâmetro cor, apresentou 33,3 % a mais do permitido pela legislação. Esta coloração na água pode ser resultado da presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão de acordo com a quantidade e a natureza do material presente, principalmente, por processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Além disso, pode ser ter cor devido à presença de alguns íons metálicos, como ferro e manganês como apontam Gauto e Rosa (2013, p. 28-29).

O parâmetro cloreto, em ambas as amostras, apresentou elevado teor, 170% para cisterna e 86% de poço a mais em comparação com o parâmetro limite. De acordo com a OMS:

[a]ltas concentrações de cloreto dão um sabor salgado à água e às bebidas. Os limiares de sensibilidade de sabor para o ânion cloreto depende de qual cátion ele se unirá e são de ordem 200-300 mg/l para o cloreto de sódio, de potássio e de cálcio. Concentrações acima de 250 mg/l são facilmente detectadas pelo paladar [...] (2011, p. 223, tradução nossa).<sup>2</sup>

Além disso, as duas amostras apresentam uma quantidade de sólidos totais dissolvidos (STD) superior ao permitido, caracterizando água salobra. De acordo com a OMS (2011, p. 423), a escassez de pesquisas confiáveis sobre os efeitos associados com a ingestão de STD na água não estão disponíveis, de qualquer forma, a presença de elevados índices pode ser questionada pelos consumidores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados, conclui-se que as propriedades físico-químicas da água da cisterna analisada apresentaram cor, cloreto e sólidos totais dissolvidos superiores aos

---

<sup>2</sup> High concentrations of chloride give a salty taste to water and beverages. Taste thresholds for the chloride anion depend on the associated cation and are in the range of 200–300 mg/l for sodium, potassium and calcium chloride. Concentrations in excess of 250 mg/l are increasingly likely to be detected by taste.

permitido pela legislação para potabilidade, enquanto, para a água de poço foram superiores os valores de cloreto e sólidos totais dissolvidos tornando inviáveis para o consumo humano.

A água de cisterna tem um agravante por constituir percentual maior em ferro promovendo cor de elevada intensidade e uma quantidade de cloretos e STD promovendo sabor salgado para amostra.

É essencial que essas amostras sejam encaminhadas para uma estação de tratamento de água (ETA's) para remoção e/ou diminuição desses elementos indesejados para torna-se potável para consumo humano. Além disso, para que se possa entender melhor as variações dos parâmetros físico-químicos de cisterna e de poço das amostras estudadas, recomenda-se um estudo de monitoramento que forneça dados de análises em diferentes períodos do ano.

Infelizmente, apesar de muitos estudos demonstrarem a necessidade de análise das águas, proveniente de poço e de cisterna para se verificar sua potabilidade, muitas comunidades, principalmente no semiárido, não possuem condições de enviar amostras periodicamente para laboratórios nem acesso às ETA's. Assim, políticas públicas de acesso à água potável tornam-se essenciais para promoção da saúde da população de lugares afetados pela estiagem que necessitam fazer uso de cisternas e de poços para captação e consumo de água.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. **Geografia Global 2**. São Paulo: Escala educacional, 1ª ed. 2010.

ALVES, M. G.; COSTA, A. N.; POLIVANOV, H.; COSTA, M. C. O.; SILVA JUNIOR, G. C. **Qualidade das águas subterrâneas da Bacia de Campos dos Goytacazes/RJ**. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería, v. 1, p. 1-17, 2010.

AZEVEDO, J. G. T. de. **Um Panorama da questão ambiental no Brasil, com destaque para o setor de Águas**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves-RS. 2014.

BLANK et al. **Caracterização Físico-Química e Microbiológica de Água de Poços Rasos do Bairro Três Vendas, Pelotas-RS**. XII ENPOS-II Mostra Científica, 2010.

BRASIL. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. **Programa Água Doce**. MMA, Brasília, 2017. Disponível em <http://www.mma.gov.br/agua/agua-doce> . Acesso em: 05/08/2017.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11 eds. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CHIOSSI, N. **Geologia de engenharia**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

CIRILO, J.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J. N. B. **A questão da água no semiárido brasileiro**. 2010. DISPONÍVEL EM: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-811.pdf>. Acesso em: 27/07/2017.

COMPANHIA SANEAMENTO BÁSICO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Qualidade da água. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/CalandraRedirect/?Proj=sabesp&Pub=T&Tep=0>. Acesso em: 15/07/2017.

EMBRAPA: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2015. Disponível em: <http://https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1050541/1/documentos122.pdf>: acesso em: 27/07/2017.

EWERLING LUÍZ, A. M.; CASSOL PINTO, M. L.; SCHEFFER, E. O. W.. **Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do rio taquaral, São Mateus do Sul**. v. 24, p. 290-310, 2012.

FREITAS, D. P. **Projeto Útil**. Florianópolis: FETESC, 2000.

GAUTO, M; ROSA, G. **Química Industrial**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MARTINS, D.; BIGOTTO, F.; VITIELLO, M. **Geografia: Sociedade e cotidiano**. São Paulo: Editora Escala educacional. 1ª ed. Volume 1, 2010.

SILVA, D. D. et al. **Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT)**. Engenharia Sanitária Ambiental, v.19 n.1, jan/mar 2014, p. 43-52.

UFV – Universidade Federal de Viçosa. Qualidade da água. Disponível em: <http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm> Acesso em: 06/08/2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Guidelines for drinking-water quality**. 4th ed. 2011. Disponível em [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/dwq\\_guidelines/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/). Acesso: 06/08/2017.