



**Centro Universitário de Brasília  
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD**

**EDUARDO DE SOUZA SERAFIM ARAÚJO**

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE  
BEBEDOUROS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA**

Brasília  
2017

**EDUARDO DE SOUZA SERAFIM ARAÚJO**

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE  
BEBEDOUROS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Orientadora: Profa. Dra. Maria José de Souza Serafim

Brasília  
2017

**EDUARDO DE SOUZA SERAFIM ARAÚJO**

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE  
BEBEDOUROS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD)  
como pré-requisito para a obtenção de  
Certificado de Conclusão de Curso de  
Pós-graduação *Lato Sensu* em Análise  
Ambiental e Desenvolvimento  
Sustentável.

Orientadora: Profa. Dra. Maria José de  
Souza Serafim

Brasília, 05 de julho de 2017.

**Banca Examinadora**

---

Profa. Dra. Regina Célia Rebouças Dalston

---

Prof. MSc. Júlio César Sebastiani Kunzler

---

Profa. Dra. Tânia Cristina da Silva Cruz

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria José, que está sempre me apoiando na vida e em meus estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que permitiu que tudo fosse realizado.

À minha mãe, Maria José de Souza Serafim, pelo incentivo na minha realização pessoal e profissional.

À Profa. Dra. Maria José de Souza Serafim, pela disponibilidade em me orientar e por suas contribuições para a construção e conclusão deste trabalho.

Aos professores integrantes da banca, Dra. Maria José de Souza Serafim, Dra. Regina Célia Rebouças Dalston, MSc. Júlio César Sebastiani Kunzler e Dra. Tânia Cristina da Silva Cruz, pelas sugestões e considerações que muito contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos professores e colegas do curso pela convivência agradável e estudos vivenciados durante todo o curso.

“Somente depois da última árvore derrubada, depois do último animal extinto e o último rio poluído o homem perceberá que dinheiro não se come”.

(Provérbio indígena)

## RESUMO

A água é uma substância necessária aos seres vivos, sendo importante para a manutenção da vida. Para o consumo humano a água deve ser potável, ou seja, de boa qualidade. Tomando como base a importância da água para o ser humano, o presente trabalho buscou verificar amostras de água de bebedouros do campus da Asa Norte do UniCEUB em Brasília-DF, com finalidade de avaliar a qualidade da água fornecida. Coletou-se amostras de água de três bebedouros e, para cada uma delas, analisou-se os parâmetros flúor, turbidez, pH, cloro residual livre, cor aparente, alumínio, ferro total, coliformes totais e coliformes termotolerantes e calculou-se o IQA. Encontrou-se, para as amostras 1 e 3, IQA igual a 100 e, para a amostra 2, IQA igual a 94 sendo classificados como 'em conformidade'. Os valores de todos os parâmetros encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde. Portanto, após verificar os resultados obtidos, pode-se observar que todas as amostras analisadas encontram-se em nível de potabilidade adequado para o consumo humano.

**Palavras-chave:** Índice de Qualidade da Água. Bebedouros. Potabilidade.

## **ABSTRACT**

Water is a substance needed by living things, which is important for the maintenance of life. For human consumption the water must be potable, or good quality. Based on the importance of water to humans, this study sought to examine samples of water from drinking fountains of the campus from the Asa Norte of UniCEUB in Brasília-DF, with the purpose to evaluate the quality of water supplied. Collected samples of water of three drinking fountains and, for each of them, analyzed the parameters fluorine, turbidity, pH, free residual chlorine, apparent color, aluminum, total iron, total coliforms and fecal coliforms and calculated the WQI. It was found, for the samples 1 and 3, WQI equal to 100 and, for the sample 2, WQI equal to 94 is classified as 'in conformity'. The values of all parameters are within the limits established by Ordinance nº 2.914 of 2011 of the Ministry of Health. Therefore, after checking the results obtained, it can be seen that all samples were in potability level appropriate for human consumption.

**Key words:** Water Quality Index. Drinking fountains. Potability.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
DF	Distrito Federal
ETAs	Estações de Tratamento de Água
IEC	International Electrotechnical Commission
IQA	Índice de Qualidade da Água
ISO	International Organization for Standardization
Km <sup>3</sup>	quilômetro cúbico
L/s	litro por segundo
mg/L	miligrama por litro
mL	mililitro
NBR	Norma Brasileira
NMP	Número Mais Provável
OMS	Organização Mundial de Saúde
pH	potencial hidrogeniônico
SANEAGO	Saneamento de Goiás S.A.
uH	unidade Hazen
UnICEUB	Centro Universitário de Brasília
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
<b>1.1 Índice de Qualidade da Água</b> .....	13
1.1.1 <i>Flúor</i> .....	14
1.1.2 <i>Turbidez</i> .....	15
1.1.3 <i>pH</i> .....	15
1.1.4 <i>Cloro residual livre</i> .....	15
1.1.5 <i>Cor aparente</i> .....	16
1.1.6 <i>Alumínio</i> .....	16
1.1.7 <i>Ferro total</i> .....	17
1.1.8 <i>Coliformes</i> .....	17
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	19
<b>2.1 Metodologia para o cálculo do IQA</b> .....	21
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>CONCLUSÃO</b> .....	27
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
<b>ANEXO A – Relatórios analíticos dos bebedouros do UniCEUB</b> .....	31

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável ao ser humano, sendo que a sua qualidade e oferta condicionam a saúde e o bem-estar das populações.

A qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana.

Para atender a este padrão de potabilidade, a água de abastecimento deve apresentar quantidades limites para diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos que são definidos atualmente pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.

O presente estudo se propõe a verificar amostras de água de bebedouros do campus da Asa Norte do UniCEUB em Brasília-DF.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a qualidade da água de bebedouros do campus da Asa Norte do UniCEUB em Brasília-DF e teve, como objetivos específicos, calcular o IQA dos bebedouros e analisar os parâmetros de acordo com a Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde.

Para alcançar esses objetivos, procedeu-se as seguintes etapas: pesquisa bibliográfica, coleta de amostras, realização das análises laboratoriais, cálculo do IQA, análise dos resultados e conclusão.

Este estudo se justifica devido a extrema importância da água potável de boa qualidade para a saúde e o bem estar humano.

O presente trabalho foi então estruturado em 3 capítulos.

O primeiro capítulo apresenta o referencial teórico; o segundo capítulo descreve as etapas realizadas no trabalho e a metodologia para o cálculo do IQA; no terceiro e último capítulo são apresentados os resultados obtidos e a discussão.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

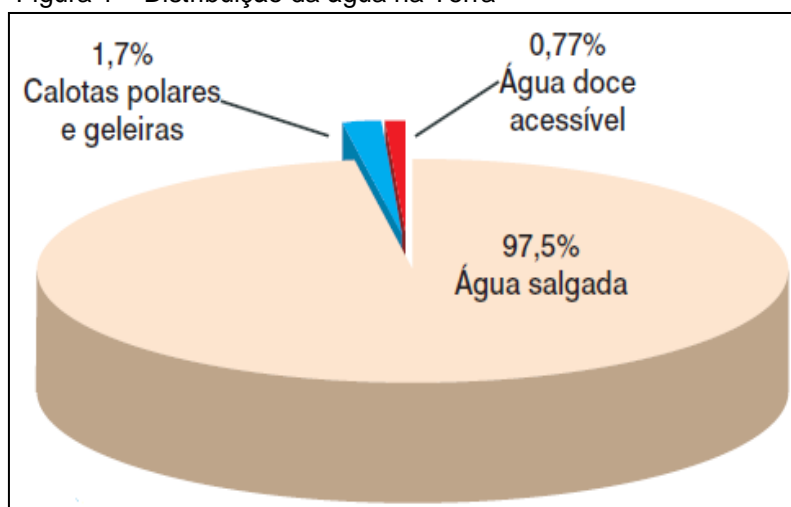
A água é uma substância vital para as atividades humanas e para a manutenção da vida animal e vegetal; é um recurso natural renovável de extrema importância para a sobrevivência humana (SANTOS; COZER, 2013). É o componente mais abundante encontrado na natureza e cobre aproximadamente 75% da superfície da Terra (GAUTO; ROSA, 2011). O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1,4 bilhão de Km<sup>3</sup> (MUNIZ, 2013).

A maior quantidade da água encontra-se distribuída formando os oceanos e os mares (em torno de 97,5%), sendo imprópria para uso na agricultura, na indústria e no consumo humano em razão de seu alto grau de salinidade (AZEVEDO et al., 2014). Dos 2,5% restantes, que perfazem o total de água doce existente, aproximadamente 2/3 (dois terços) encontra-se aprisionada sob a forma de gelo, formando geleiras e calotas polares, estando, assim, a priori, indisponível para atender às demandas humanas (AZEVEDO et al., 2014; GRASSI, 2001).

Apenas cerca de 0,77% da reserva de água do mundo é composta por água doce disponível para uso humano, sendo encontrada na forma de rios, lagos, água subterrânea, incluindo ainda a água presente no solo (umidade), na atmosfera (vapor de água) e na biota (GRASSI, 2001; MILLER JÚNIOR, 2008).

A Figura 1 apresenta a proporção e as formas de distribuição da água na superfície terrestre.

Figura 1 – Distribuição da água na Terra



Fonte: Grassi (2001)

A quantidade de água na Terra é constante, sendo garantida a constância pelo ciclo hidrológico (AZEVEDO et al., 2014). No entanto, a distribuição é extremamente desigual e não está de acordo, na maioria dos casos, com a população e as necessidades para a indústria e a agricultura (MOTA, 2012). Enquanto há regiões com grande escassez de água (p.ex., algumas regiões da África), em outras esse recurso encontra-se distribuído abundantemente (p.ex., na Amazônia) (AZEVEDO et al., 2014).

Além da má distribuição, deve ser considerada a crescente degradação dos recursos hídricos, resultado da ação antrópica, tornando parte da água imprópria para diversos usos (MOTA, 2012). Problemas relacionados com a poluição da água se intensificaram principalmente após a Segunda Guerra Mundial, quando foram observados aumentos significativos nos processos de urbanização e industrialização (GRASSI, 2001).

Assim, muitas regiões do mundo apresentam problemas relacionados com a água, seja pela escassez, ou seja pela qualidade inadequada da mesma (MOTA, 2012).

Com o crescimento populacional e por suas funções no abastecimento público, na indústria, na agricultura, na preservação da vida aquática, no transporte e na recreação, a água constitui, atualmente, uma das principais preocupações mundiais no que diz respeito aos seus usos preponderantes e à sua manutenção como um bem de todos, em quantidade e qualidade adequadas (GRASSI, 2001; SCURACCHIO, 2010).

A água destinada ao consumo humano tem prioridade aos demais usos e como nenhuma água encontrada na natureza pode ser considerada potável, esta deve passar por um conjunto de etapas denominado “tratamento da água” afim de que possa ser utilizada pelo homem, sem que lhe represente risco à saúde. Este tratamento é feito nas ETAs (PEZENTE, 2009; SOUSA, 2013).

Hoje, sabe-se da importância do tratamento da água destinada ao consumo humano, pois, através dela, muitas doenças podem ser transmitidas ao homem. São as chamadas “doenças de veiculação hídrica” (CORRÊA; AMARAL, 2012; SANTANA, 2012). Essas doenças são causadas principalmente por micro-organismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidas basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado por água poluída

com fezes (CORRÊA; AMARAL, 2012). Dentre as mais comuns, citam-se: febres tifoide e paratifoide, disenterias bacilar e amebiana, cólera, diarreia, poliomielite, hepatite e giardíase (SCURACCHIO, 2010).

A água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas (MOTA, 2012).

Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físico-químicas e microbiológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores para determinado uso (MOTA, 2012). Assim, podemos analisar uma amostra de água do ponto de vista físico-químico e microbiológico (GAUTO; ROSA, 2013).

No Brasil, a Portaria nº 2.914, 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, 2011).

Para os fins desta Portaria, são adotadas as seguintes definições:

a) água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2011).

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

c) padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde (BRASIL, 2011).

d) água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

## **1.1 Índice de Qualidade da Água**

Para simplificar a expressão dos valores obtidos pela análise de diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, determinações de IQA têm sido utilizadas para converter uma série de dados referentes à qualidade da água

em um único número, capaz de representar de forma simples e objetiva a qualidade da água de maneira geral (FERNANDES, 2013).

No estado de Goiás, a SANEAGO desenvolveu um IQA para avaliar a água potável tratada pelos diversos sistemas de abastecimento por ela operados. A metodologia leva em consideração os resultados obtidos por meio das análises dos parâmetros flúor, turbidez, pH, cloro residual livre, cor aparente, alumínio, ferro total, coliformes totais e coliformes termotolerantes e adota, como critério de aceitação, as especificações da portaria de potabilidade vigente no Ministério da Saúde - Portaria 2.914 de 2011 (FERNANDES, 2013).

A seguir são apresentados os parâmetros envolvidos neste trabalho.

### 1.1.1 Flúor

A etapa de fluoretação, no tratamento da água para consumo humano, consiste na aplicação de compostos de flúor para prevenção da cárie dentária (CAESB, 2016). Os compostos de flúor empregados são: ácido flúor silícico ( $H_2SiF_6$ ), fluorsilicato de amônia  $[(NH_4)_2SiF_6]$ , fluorsilicato de sódio ( $Na_2SiF_6$ ) e fluoreto de sódio (NaF) (GAUTO; ROSA, 2013).

Nessa etapa, o que ocorre é a dissociação iônica do composto com liberação do íon fluoreto ( $F^-$ ) em meio aquoso (CASTANIA, 2009).

A adição de flúor na água de abastecimento é considerada uma medida importante para a saúde pública, pois é um método eficiente, prático e econômico de prevenção da cárie dentária, desde que respeitadas a continuidade e regularidade dos teores adequados (CASTANIA, 2009).

Por outro lado, a exposição excessiva ao flúor pode provocar alterações da estrutura óssea ou a fluorose dentária, que é uma anomalia que afeta a estética do esmalte dos dentes sob a forma de manchas (CASTANIA, 2009; MOTA, 2012; SCURACCHIO, 2010).

O teor de flúor na água é definido de acordo com o clima e a temperatura de cada região, pois isso afeta o consumo médio diário de água por pessoa. Para a região Centro-Oeste, o teor ideal de flúor é de 0,7 mg/L, podendo variar entre 0,6 a 0,8 mg/L (SOUSA, 2013).

### 1.1.2 Turbidez

A turbidez é um parâmetro influenciado pela presença de sólidos em suspensão na água, que reduzem a transparência da mesma (SOUSA, 2013).

Não representa risco direto à saúde. Porém, causa mau aspecto à água, tornando-a turva e, além disso, prejudica a ação dos agentes desinfetantes, como o cloro, por exemplo, pois os sólidos em suspensão podem proteger ou servir de abrigo para micro-organismos patogênicos (GAUTO; ROSA, 2013; VON SPERLING, 1996).

### 1.1.3 pH

Representa o equilíbrio entre íons  $H^+$  e íons  $OH^-$ ; é um parâmetro adimensional que varia de 0 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou básica/alcalina (pH maior do que 7); pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações (MOTA, 2012).

Os valores de pH não tem implicação em termos de saúde pública a menos que os valores sejam extremamente baixos ou elevados, a ponto de causar irritação na pele ou nos olhos (SCHLEMPER et al., 2014).

### 1.1.4 Cloro residual livre

Na etapa de desinfecção, no tratamento da água para consumo humano, o cloro é utilizado na eliminação de micro-organismos nocivos à saúde, atuando também como uma barreira de proteção em casos de uma possível contaminação futura (CAESB, 2016). O cloro existente na água, sob as formas de ácido hipocloroso ( $HClO$ ) e de íon hipoclorito ( $ClO^-$ ), é definido como cloro residual livre (SCURACCHIO, 2010).

No entanto, é importante destacar que, o cloro utilizado para proteger a água pode contaminá-la ao reagir com as substâncias orgânicas presentes nela,



formando os nocivos trihalometanos (p.ex., clorofórmio –  $\text{HCCl}_3$ ) (SILVA et al., 2011; VON SPERLING, 1996).

#### 1.1.5 *Cor aparente*

A cor é um parâmetro influenciado pela presença de substâncias dissolvidas na água, que resultam na coloração da mesma (SOUSA, 2013; VON SPERLING, 1996).

Quando de origem natural, devido à decomposição da matéria orgânica (principalmente vegetais), além do ferro e manganês, não representa risco direto à saúde. Porém, quando de origem industrial, pode ou não apresentar toxicidade (SOUSA, 2013; VON SPERLING, 1996).

Quando a água, além da cor, apresenta turbidez, utiliza-se o termo cor aparente; removida a turbidez, obtém-se a cor verdadeira (SCURACCHIO, 2010).

#### 1.1.6 *Alumínio*

A etapa de coagulação/floculação, no tratamento da água para consumo humano, consiste em adicionar um produto químico denominado coagulante/floculante, que faz com que as impurezas se aglutinem formando flocos, para serem mais facilmente removidos nas etapas posteriores do tratamento (CAESB, 2016).

O sulfato de alumínio [ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ] é o agente coagulante/floculante mais frequentemente utilizado (GRASSI, 1999). No entanto, a sua utilização pode levar ao aumento das concentrações residuais de alumínio (ROSALINO, 2011). Essas concentrações, em excesso, conduzem à degradação da qualidade da água, provocando turbidez e depósito nas canalizações (CLETO, 2008).

A presença desse metal na água de consumo humano tem sido bastante debatida e estudada nas últimas décadas, no entanto existe ainda bastante controvérsia da sua implicação na saúde dos consumidores. O alumínio tem sido frequentemente associado à doença de Alzheimer, não sendo, no entanto, ainda possível referi-lo como elemento causal da doença (ROSALINO, 2011).

Devido a esta lacuna, o limite estabelecido pela legislação (até 0,2 mg/L) não tem origem num possível dano que uma quantidade maior poderia causar à saúde, mas apenas nas questões relacionadas com a qualidade organoléptica da água (CARVALHO, 2004; ROSALINO, 2011).

#### 1.1.7 *Ferro total*

Basicamente, o ferro pode se apresentar nas águas nos estados de oxidação  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ . O íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) é mais solúvel do que o férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Portanto, os inconvenientes que o ferro traz às águas devem ser atribuídos principalmente ao íon ferroso, que, por ser mais solúvel, é mais frequente (PIVELI, 2006). O ferro total é a porção de ferro constituída por ferro solúvel e ferro insolúvel nos estados bivalente e trivalente (ABNT, 2017).

A presença de ferro na água, apesar de não representar risco à saúde pública, pode trazer diversos problemas para o abastecimento público. Altas concentrações desse metal conferem coloração avermelhada à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários; conferem sabor metálico à água; favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações (MOTA, 2012; PIVELI, 2006; RAMOS, 2016).

Portanto, o limite estabelecido pela legislação (até 0,3 mg/L) não tem origem num possível dano que uma quantidade maior poderia causar à saúde, mas apenas nas questões relacionadas com a qualidade organoléptica da água (CARVALHO, 2004; ROSALINO, 2011).

#### 1.1.8 *Coliformes*

O grupo de bactérias denominado coliformes é dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes, anteriormente denominados coliformes fecais; são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade microbiológica da água (MUNIZ, 2013; SCURACCHIO, 2010).

A determinação de coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera (CASTANIA, 2009). Geralmente, na determinação de coliformes, realiza-se a diferenciação entre os de origem fecal e não-fecal (SCURACCHIO, 2010).

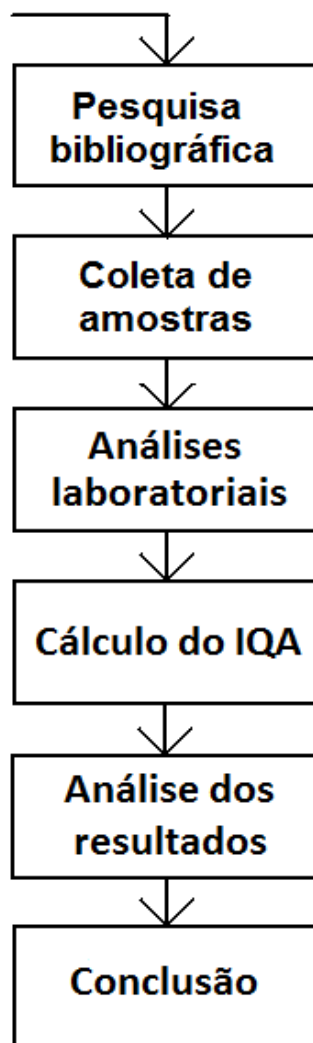
A detecção de coliformes totais em amostras de água não é necessariamente um indicativo de contaminação fecal, pois este grupo inclui representantes de origem não-fecal (SCURACCHIO, 2010).

Os coliformes termotolerantes tem como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal. Sua ocorrência é considerada, assim, um indicador específico de contaminação fecal e de possível presença de micro-organismos patogênicos (CORRÊA; AMARAL, 2012; SCURACCHIO, 2010). A presença desses coliformes na água potável é, portanto, o melhor indicador de que existe risco a saúde do consumidor (SCURACCHIO, 2010).

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo descreve a metodologia utilizada para a realização deste trabalho. As etapas desenvolvidas estão descritas no Fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Etapas realizadas no trabalho



Fonte: do autor (2017)

A pesquisa bibliográfica teve como objetivo obter conhecimento sobre a utilização de metodologias de IQA para água potável.

As amostras de água foram coletadas, acondicionadas e preservadas utilizando como referências o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 22st Edition, 2012* e a ABNT NBR 9898:1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.

Foram coletadas amostras de três bebedouros, em três blocos distintos do UniCEUB conforme Tabela 1, por se tratar de locais onde existe um grande fluxo de pessoas. As amostras foram coletadas no dia 28 de julho de 2016.

Tabela 1 – Local da coleta das amostras de água dos bebedouros do UniCEUB

<b>Amostra</b>	<b>Identificação</b>	<b>Local da coleta</b>
1	03876	Bloco 2 - Entrada principal
2	67454	Bloco 3 - Ao lado da sala 3018
3	028638	Bloco 9 - Entrada principal

Fonte: do autor (2017)

As análises laboratoriais foram realizadas pela Tommasi Analítica utilizando como referências as técnicas recomendadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 22st Edition, 2012*. A Tommasi Analítica está em total conformidade com a ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.

Para cada uma das amostras coletadas, foram analisados nove parâmetros, sendo sete físico-químicos e dois microbiológicos, conforme a Tabela 2, onde consta também os limites estabelecidos pela Portaria 2.914 para potabilidade.

Tabela 2 – Parâmetros analisados e os limites estabelecidos pela Portaria 2.914

<b>PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS</b>			
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>VMin</b>	<b>VMax</b>
Flúor	mg/L	NA	1,5
Turbidez	UNT	NA	5,0
pH	NA	6,0	9,5
Cloro residual livre	mg/L	0,2	2,0
Cor aparente	uH	NA	15
Alumínio	mg/L	NA	0,2
Ferro total	mg/L	NA	0,3
<b>PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>			
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>VMin</b>	<b>VMax</b>
Coliformes totais	NMP/100 mL	NA	Ausência
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	NA	Ausência

Fonte: Fernandes (2013)

VMin: Valor Mínimo Permitido

VMax: Valor Máximo Permitido

NA: Não se aplica

Os valores de IQA foram determinados individualmente para cada um dos bebedouros e, posteriormente, foram analisados os resultados obtidos para a conclusão do trabalho.

## 2.1 Metodologia para o cálculo do IQA

O modelo de cálculo do IQA, adotado pela SANEAGO, corresponde a um valor entre 1 e 100. Consiste num produtório que envolve, para cada parâmetro, duas variáveis: “q” e “w” (FERNANDES, 2013).

A variável “q” corresponde a uma nota que varia de 1 a 100. Tem a função de traduzir, em termos numéricos, os limites estabelecidos pela Portaria 2.914 (PIERIN et al., 2005).

A variável “w” corresponde ao peso atribuído ao grau de significância do parâmetro na saúde pública. É distribuída de tal forma que o somatório dos pesos dos parâmetros seja igual a 1 (PIERIN et al., 2005).

Para os parâmetros coliformes totais e termotolerantes, devido ao resultado não ser numérico, o critério adotado foi de que a nota seja estabelecida em função da presença ou ausência de coliformes na amostra, sendo que a nota 100 seja atribuída para a ausência.

A Tabela 3 relaciona os valores atribuídos para cada um dos parâmetros integrantes do cálculo conforme o resultado das análises realizadas. São detalhados também os pesos atribuídos a cada um dos parâmetros, bem como as respectivas notas e conceitos.

Tabela 3 – Valores, notas, pesos e conceitos atribuídos aos parâmetros do IQA

Parâmetro	Valores	Nota (q)	Peso (w)	Conceito
Flúor	< 0,55	1	0,09	Fraco
	0,55 – 0,59	50		Regular
	0,60 – 0,80	100		Ótimo
	0,81 – 1,5	50		Regular
	> 1,5	1		Fraco
Turbidez	< = 5,0	100	0,12	Ótimo
	5,1 – 7,5	50		Regular
	> 7,5	1		Fraco
pH	< 6,0	1	0,07	Fraco
	6,0 – 9,5	100		Ótimo
	> 9,5	1		Fraco
Cloro residual livre	< 0,20	1	0,16	Fraco
	0,20 – 2,00	100		Ótimo
	> 2,00	1		Fraco
Cor aparente	< = 15	100	0,12	Ótimo
	> 15	1		Fraco
Alumínio	< = 0,2	100	0,06	Ótimo
	> 0,2	1		Fraco
Ferro total	< = 0,3	100	0,06	Ótimo
	> 0,3	1		Fraco
Coliformes totais	Ausência	100	0,16	Ótimo
	Presença	1		Fraco
Coliformes termotolerantes	Ausência	100	0,16	Ótimo
	Presença	1		Fraco

Fonte: Fernandes (2013)

O IQA da SANEAGO é calculado conforme Equação 1 abaixo:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

onde:

$\prod$ : Produtório

q: Nota do parâmetro

w: Peso do parâmetro

i: Parâmetro

n: Número de parâmetros que entram no cálculo do IQA

O valor obtido pelo cálculo do IQA é classificado conforme faixas descritas na Tabela 4:

Tabela 4 – Classificação do IQA da SANEAGO

<b>Classificação</b>	<b>IQA</b>
Em não-conformidade	1 – 63
Em conformidade	64 – 100

Fonte: Fernandes (2013)



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamento da água é o termo genérico aplicado à conversão da água não potável em potável, pela modificação de suas características iniciais. Tem como finalidade não só a remoção de produtos nocivos à saúde e desagradáveis ao paladar, ao olfato e à visão, mas também a introdução de produtos benéficos à saúde humana, a exemplo do flúor (GAUTO; ROSA, 2011).

A CAESB atende a área urbana do DF com água proveniente de cinco sistemas produtores (Torto/Santa Maria, Descoberto, Sobradinho/Planaltina, São Sebastião e Brazlândia), constituídos de captações superficiais e subterrâneas com capacidade total para produzir 9.443 L/s, abastecendo 99,0% da população. O tratamento da água da empresa consiste das etapas de coagulação/floculação, decantação ou flotação, filtração, desinfecção, fluoretação e alcalinização (CAESB, 2016).

O Laboratório Central da CAESB é responsável pelo monitoramento diário da qualidade da água distribuída e o executa em conformidade com que é estabelecido pela legislação vigente (CAESB, 2016).

Dessa forma, existe a preocupação com o controle da qualidade da água para que a mesma chegue até a população, em condições de potabilidade adequadas para o consumo humano.

Além do tratamento realizado pela CAESB, é necessário fazer periodicamente a higienização dos reservatórios de água, bebedouros, torneiras e outros equipamentos para que as impurezas presentes nestes, não venham a comprometer todo o trabalho de potabilidade realizado na água.

A Tabela 5 apresenta os resultados das análises das amostras de água coletadas dos 3 bebedouros, bem como o valor do IQA.

Tabela 5 – Resultados das análises e o valor do IQA dos bebedouros

PARÂMETROS	AMOSTRAS		
	1	2	3
Flúor mg/L	0,80	0,84	0,78
Turbidez UNT	1,10	1,20	1,00
pH -	7,56	8,79	8,49
Cloro residual livre mg/L	0,13	< 0,02	< 0,02
Cor aparente uH	3,0	4,0	2,0
Alumínio mg/L	0,129	0,071	0,060
Ferro total mg/L	0,038	0,047	0,028
Coliformes totais NMP/100 mL	A	A	A
Coliformes termotolerantes NMP/100 mL	A	A	A
IQA	100	94	100

Fonte: do autor (2017)

A: Ausência

Para as amostras 1 e 3, encontrou-se IQA igual a 100 e, para a amostra 2, IQA igual a 94 sendo classificados como 'em conformidade'. Segundo o modelo da SANEAGO, para estar 'em conformidade', o IQA deve estar entre 64 e 100 (Tabela 4).

No que se refere a nota (q) (Tabela 3), as amostras 1 e 3 tiveram nota 100 em todos os parâmetros. Já a amostra 2 obteve nota 50, no flúor, e nota 100 nos demais parâmetros. No flúor, para uma amostra receber a nota máxima, o resultado da análise deve estar entre 0,60 e 0,80 mg/L. A amostra 2 apresentou 0,84 mg/L e, por isso, recebeu nota 50 e, conseqüentemente, o valor do IQA foi um pouco menor em comparação com as amostras 1 e 3.

Os parâmetros flúor, turbidez, pH, cor aparente, alumínio, ferro total, coliformes totais e coliformes termotolerantes, das três amostras, encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela Portaria 2.914.

O parâmetro cloro residual livre, apesar do valor abaixo do recomendado (entre 0,2 e 2,0 mg/L), mostrou-se eficiente na sua função de desinfecção, uma vez que há ausência de coliformes em todas as amostras. Dessa forma, considerou-se este parâmetro dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

Os resultados podem ser justificados pelas boas condições de manutenção dos reservatórios de água e dos bebedouros do UniCEUB, bem como, das boas condições das tubulações que ligam a rede de distribuição à saída do bebedouro. Sendo assim, não se coloca em risco a saúde dos alunos, funcionários e quaisquer pessoas que consumam essa água.

Sabe-se que os reservatórios podem acumular impurezas trazidas pela própria rede de distribuição de água ou, por falta de vedação e limpeza. A matéria orgânica depositada no fundo dos reservatórios pode causar alterações do pH, da cor, dentre outros parâmetros, além de criar condições para o crescimento e proliferação de bactérias (MUNIZ, 2013).

Em relação aos bebedouros, a falta de manutenção, tal como a falta de higienização, pode provocar problemas de saúde aos que consomem a água, devido à formação de biofilmes, ou seja, de paredes bacteriológicas. Essas formações contribuem para entupimentos e contaminações microbiológicas que alteram parâmetros da água, como o odor ou gosto.

Já as tubulações têm um tempo de vida útil que pode ser maior ou menor dependendo do tipo de material e das condições de utilização. É importante ressaltar que o valor de pH abaixo de 6,0 apresenta um risco importante de agressividade contra os materiais que constituem as tubulações, diminuindo sua vida útil, podendo deteriorar a qualidade da água tratada pela dissolução de produtos oriundos da própria corrosão e/ou do meio externo (SAM, 2017; SCURACCHIO, 2010).

## CONCLUSÃO

A determinação do IQA dos bebedouros, pelo modelo da SANEAGO, mostrou-se viável, pois é de fácil aplicação e entendimento.

Diante desse contexto, a partir das análises nos bebedouros do campus da Asa Norte do UniCEUB, observou-se que a qualidade da água está adequada. É possível considerar que há um controle eficiente para garantir uma qualidade aceitável da água potável consumida no centro universitário.

Este fato não descarta a necessidade de atenção com os reservatórios de água, bebedouros e tubulações da instituição.

Nesse contexto, aplica-se a importância da limpeza e desinfecção rotineira dos reservatórios que deve ser realizada a cada seis meses, e sempre que houver suspeita de contaminação da água tanto por substâncias químicas quanto por animais que podem se abrigar em seu interior, como roedores, baratas, pombos e mosquitos. A análise microbiológica de amostras de água do reservatório é o procedimento mais eficaz para se verificar a qualidade da água destinada ao consumo humano e deve ser providenciada sempre após cada limpeza ou quando houver suspeita de sua qualidade (SAM, 2017).

No que se refere aos bebedouros, a OMS, bem como os fabricantes, recomendam uma manutenção e higienização a cada seis meses para evitar contaminações da água.

Em relação à tubulação, a partir de certo tempo em operação, os incômodos com vazamentos e gastos com reparos pontuais de uma tubulação passam a ser significativos e, nesse caso, recomenda-se trocar a tubulação antiga por uma mais moderna e resistente. No entanto, não basta simplesmente trocar a tubulação obsoleta, danificada ou corroída por outro de material idêntico ou diferente, tido como mais durável. É fundamental o conhecimento das causas da degradação e principalmente saber se o novo material terá durabilidade adequada nas condições locais (IBDA, 2017).

O estudo permitiu constatar que a verificação periódica da qualidade da água é imprescindível, uma vez que o seu consumo, fora dos padrões de potabilidade, pode trazer riscos à saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Água - Determinação de ferro- Método colorimétrico da ortofenantrolina**. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/2299115/467871457/name/Determinacion+de+Hierro-ABNT+2.pdf>> Acesso em: 14 mar. 2017.

AZEVEDO, J.S.; FRESQUI, M.; TRSIC, M. **Curso de química para engenharia – Volume III: água**. Barueri: Manole, 2014.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <<http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/PORTARIA%20No-%202.914,%20DE%2012%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202011.pdf>> Acesso em: 14 mar. 2017.

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. **Relatório da Qualidade da Água Distribuída pela CAESB em 2015**, Brasília, p. 1-4, fev. 2016.

CARVALHO, A.R. **Processo de complexação do ferro em águas subterrâneas – uma proposta de mudança na portaria 36 do Ministério da Saúde**. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá, 2004.

CASTANIA, J. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP**. Ribeirão Preto, 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo.

CLETO, C.I.T.P. **O alumínio na água de consumo humano**. Covilhã, Portugal, 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Química Industrial) – Universidade da Beira Interior.

CORREA, D.A.; AMARAL, L. **Análise microbiológica da água e torneiras dos bebedouros das escolas do município de Campos Gerais e Ilicínea-MG**. Campos Gerais, 2012. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Faculdade de Ciências e Tecnologias de Campos Gerais.

FERNANDES, N.C. **Determinação do Índice de Qualidade da Água tratada distribuída aos municípios do estado de Goiás**. Goiânia, 2013. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Universidade Federal de Goiás.

GAUTO, M.A.; ROSA, G.R. **Processos e operações unitárias da indústria química**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.

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

GRASSI, M.T. **As águas do planeta Terra**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, maio 2001.

IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. **Fórum da Construção**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=27&Cod=103>> Acesso em: 10 jun. 2017.

MILLER JÚNIOR, G.T. **Ciência Ambiental**. Tradução da 11. ed. norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 5. ed. Rio de Janeiro: Abes, 2012.

MUNIZ, J.M. **Avaliação microbiológica, física e química da água de escolas públicas municipais de Uberaba-MG**. Uberaba, 2013. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro.

PEZENTE, A.W. **Análise microbiológica, física e química da água dos bebedouros e torneiras consumida na E.E.B. Timbé do Sul, localizada no centro do município de Timbé do Sul-SC**. Criciúma, 2009. 43 f. Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade do Extremo Sul Catarinense.

PIERIN, C.E; KULCHESKI, E.; GIONGO, E.M.S.; CHIARELLO, C.I.; SILVA, D.A. **ACQAD - Avaliação de Conformidade da Qualidade da Água Distribuída nos 616 sistemas operados pela SANEPAR no estado do Paraná**. Sanare – Revista Técnica da SANEPAR, Curitiba, v. 23, n. 23, p. 04-16, 2005.

PIVELI, R.P. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos – Aula 8 – ferro, manganês e metais pesados em águas**. São Paulo: ABES, 2006.

RAMOS, A.M. **Determinação de metais em águas de abastecimento público: um estudo de caso, município de Ouro Preto**. Ouro Preto, 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto.

ROSALINO, M.R.R. **Potenciais efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano**. Almada, Portugal, 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa.

SAM – Saneamento Ambiental. **Higienização e desinfecção de reservatórios de água**. Disponível em: <<http://www.samcontroleambiental.com.br/higienizacao-e-desinfeccao-de-reservatorios-de-agua.php>> Acesso em: 10 jun. 2017.

SANTANA, J.A.S. **Qualidade da água das escolas municipais de Igarassu-PE**. Recife, 2012. 22 f. Plano de Intervenção (Especialização em Gestão de Sistemas e Serviços de Saúde) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães – Fundação Oswaldo Cruz.

SANTOS, O.J.; COZER, L. **Controle da qualidade da água para consumo humano e uso na indústria alimentícia.** Francisco Beltrão, 2013. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SCHLEMPER, A.; BLASS, O.A.; BLASS, A.P. **Qualidade da água de poços e nascentes do Alto Vale do Itajaí.** Itajaí, 2014. 18 f. Artigo Científico (Tecnologia em Processos Químicos) – Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí.

SCURACCHIO, P.A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP.** Araraquara, 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

SILVA, H.E.B.; COSTA, S.C.; MOREIRA, V.P. **Determinação do teor de cloro residual livre na água consumida no campus do Paricarana pela comunidade da UFRR.** Revista da UFRR, n. 1, p. 15-23, 2011.

SOUSA, I.A. **Análise da qualidade da água para o abastecimento de municípios do estado de Goiás.** Aparecida de Goiânia, 2013. 46 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Goiás.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

**ANEXO A – Relatórios analíticos dos bebedouros do UniCEUB**