

# Avaliação da água distribuída na cidade de Botucatu-SP considerando diferentes períodos de precipitação

RODRIGUES, Sergio Augusto  
FRANCO, Nícolas Augusto de Carvalho  
SOUZA, Ivan Fernandes de  
TREVIZAN, Lilian Cristina  
PADOVANI, Carlos Roberto

## Resumo

A água é um recurso natural essencial para as atividades humanas, tornando-se fundamentais estudos relacionados com seu uso racional e sustentável. Antes do consumo humano a água pode conter impurezas com características físicas, químicas e microbiológicas e após seu tratamento não deve apresentar níveis prejudiciais à saúde humana, os quais são delimitados pela legislação brasileira. Este trabalho tem como objetivo analisar as características físico-químicas e microbiológicas da água distribuída a uma população, verificando suas diferenças nos períodos seco e chuvoso. Observou-se que a água distribuída atende os padrões de potabilidade vigentes na legislação e que existem diferenças significativas, quando comparado o período de seca com o chuvoso, apenas nas variáveis temperaturas da água e concentração de cloro residual.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, Precipitação, Recursos Naturais.

## Abstract

Water is an essential natural resource for human activities, becoming fundamental studies related to their rational and sustainable use. Before human consumption water can contain impurities with physical, chemical and microbiological and after their treatment should not present levels harmful to human health, which are delimited by Brazilian law. This work aims to analyze the physicochemical and microbiological characteristics of the water distributed to a population, checking their differences in dry and rainy seasons. It was observed that the distributed water meets potability standards prevailing in the legislation and that there are significant differences when compared the drought to rainy, just in varying temperatures of water and residual chlorine concentration.

**Key-words:** Water quality, Precipitation, Natural resources.

## Resumen

El agua es un recurso natural esencial para las actividades humanas, convirtiéndose en los estudios fundamentales relacionados con su uso racional y sostenible. Antes de agua de consumo humano puede contener impurezas con físicos, químicos y microbiológicos y después de su tratamiento no debería presentar niveles nocivos para la salud humana, que están delimitados por la ley brasileña. Este trabajo tiene como objetivo analizar las características físico-químicas y microbiológicas del agua que se distribuye a la población, comprobando sus diferencias en las estaciones secas y lluviosas. Se observó que el agua distribuida cumple con los estándares de potabilidad que prevalecen en la legislación y que no existen diferencias significativas en comparación con la sequía a lluvioso, justo en diferentes temperaturas de agua y la concentración de cloro residual.

**Palabras clave:** Calidad del agua, Precipitación, Recursos naturales.

## **INTRODUÇÃO**

Sabendo que a água é um recurso natural essencial para as atividades humanas, estudos relacionados ao seu uso racional e sustentável, tanto em áreas urbanas como em áreas rurais tornam-se fundamentais. Devido sua possibilidade de se recompor rapidamente, principalmente pelas águas das chuvas, é classificada como renovável, porém, em função do uso inadequado de seus usuários, do desperdício e da facilidade de ser comprometida pela poluição, é considerado um recurso finito (REBOUÇAS, BRAGA e TUNDISI, 2002).

A poluição química da água é cada vez mais frequente e é uma consequência de diversos fatores, tais como a sua coleta excessiva nos rios, sua reutilização e as diversas descargas geradas pelos sólidos dissolvidos, mostrando a necessidade de tratamentos (SOUZA, 2012).

Para evitar conflitos e uma possível falta aos diversos setores, é fundamental que haja um equilíbrio em sua utilização para as diversas necessidades humanas, tais como: para agricultura irrigada, geração de energia, navegação, abastecimento urbano, uso industrial, saneamento básico e lazer. Nesse contexto, a Lei de Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n.9433/97) estabelece que a água seja um recurso limitado com valor econômico e que, nos casos de falta, sua utilização para consumo humano deve ser prioridade. Caso contrário, o gerenciamento desse recurso deve proporcionar sua utilização múltipla entre os diferentes setores que a utilizam (BRASIL, 1997).

Os recursos hídricos de um país ou região envolvem as diferentes fontes para utilização da água. São compostos por águas superficiais (rios, lagos, lagoas, bacias e mar territorial) e subterrâneas (águas originadas do interior do solo). Do total dos recursos hídricos disponíveis no mundo, cerca de 97,5% desse volume é referente a água salgada e 2,5% de água doce. Porém, 1,7% do volume total de água disponível estão presentes em águas congeladas e em regiões polares e apenas 0,8% são referentes aos reservatórios subterrâneos, umidade do solo, biomassa, vapor da atmosfera e em águas superficiais (rios e lagos), sendo mais acessíveis ao uso humano apenas uma parte desse volume, ou seja, as águas superficiais (SETTI et al., 2001).

No abastecimento urbano e, conseqüentemente consumo humano, a potabilidade da água é necessária para evitar contaminações e disseminação de doenças, pois em casos de epidemias a água é uma das principais fontes de transmissão. Antes de chegar ao consumo humano à água pode conter impurezas com características física, química e microbiológica, passando por processo de tratamento até chegar a níveis não prejudiciais ao ser humano, os quais são delimitados por órgãos de saúde pública e caracterizados como padrões de potabilidade. Esses

padrões estão estabelecidos pela portaria 518/04 (BRASIL, 2004) e atualizado a partir de 2012 pela Portaria 2914/11 (BRASIL, 2011).

As estações de tratamento da água (ETA) fazem um controle adequado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água distribuída para a população a fim de garantir sua qualidade, no entanto, é necessário também que o armazenamento familiar seja eficiente, pois em muitos casos observa-se que a água chega até os domicílios dentro dos padrões de potabilidade, mas o armazenamento nas caixas de água dos domicílios não é adequado.

As empresas de saneamento básico do Estado de São Paulo realizam diariamente a coleta de amostras de água em pontos sorteados da rede de distribuição dos municípios e na ETA. Entre as variáveis analisadas oriundas da análise físico-química e microbiológicas da água destacam-se: residuais de cloro, temperatura da água, flúor, pH, turbidez, coliformes totais e bactérias heterotróficas.

A análise dessas variáveis nas amostras de água sorteadas na rede é regulamentada pela legislação brasileira por meio de portarias. Desde 2012 a Portaria 2914/11 está em vigor, estabelecendo critérios mínimos para análise da qualidade da água, bem como o número ideal de amostras.

No entanto, devido à necessidade de um histórico maior de dados e a padronização dos mesmos, essa pesquisa utiliza dados de janeiro de 2007 a dezembro de 2011, os quais são regidos pela Portaria 518/04. A atual portaria (2914/11) passou a ser utilizada integralmente somente em 2012, exigindo uma adequação dos equipamentos de coleta dos dados, bem como a alteração de alguns parâmetros e critérios mínimos de potabilidade.

A crescente preocupação com o meio ambiente, destacando a má utilização da água potável disponível para o consumo humano, tanto em qualidade quanto em quantidade, faz aumentar o interesse por estudos relacionados com características climáticas e à degradação ambiental, tais como: desmatamento, ocupação desordenada dos leitos de rios e morros, uso inadequado do solo na agricultura, má utilização da água e qualidade da água potável disponível.

Observam-se vários trabalhos na literatura caracterizando a qualidade da água, sendo poucos avaliando suas associações às condições climáticas. Oliveira et al. (2012) realizam um estudo com dados de variáveis físico-químicas e microbiológicas da água coletada nas torneiras, antes do armazenamento domiciliar, para examinar a qualidade da água para o consumo humano. Freire (2012) apresenta um estudo avaliando os efeitos dos reservatórios domiciliares nas variáveis físico-químicas e microbiológicas da água distribuída na cidade de Recife-PE.

Levando em consideração que as características físico-químicas da água podem se alterar de alguma forma ao se considerar os períodos seco e chuvoso, estudos dessas características são necessários pela sua importância, destacando a necessidade do monitoramento

da água potável do município, assim como, pela utilização dos recursos hídricos de forma sustentável.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo fazer uma análise descritiva das características físico-químicas e microbiológicas da água distribuída para a população de Botucatu-SP e verificar as possíveis alterações destas características ao compará-las entre as estações chuvosa e seca.

## CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA ÁGUA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DOS MUNICÍPIOS

A distribuição da água para o consumo humano deve dar uma atenção especial em relação à sua qualidade, pois é essencial que a mesma seja considerada potável, atendendo critérios definidos pela legislação, não apresentando riscos à saúde da população. O consumo de água com agentes nocivos à saúde é um dos principais mecanismos de transmissão e, desta forma, várias enfermidades podem ser transmitidas (BRASIL, 2004, BRASIL, 2006).

A Tabela 1 apresenta alguns padrões mínimo e máximo para qualidade da água distribuída (considerando apenas as variáveis restritas a este estudo) à população, de acordo com Portaria 518/04 (BRASIL, 2004). Destacam-se os padrões de potabilidade para substâncias químicas que podem proporcionar riscos à saúde humana, mais precisamente o cloro residual livre em altas concentrações, além de padrões físicos de aceitação da água, nos quais estão a cor aparente, turbidez e pH.

**Tabela 1. Padrões para qualidade da água distribuída à população**

Características Físico-químicas e microbiológicas	Limite permitido	Unidade
Turbidez	Máximo de 1,0 <i>uT</i> em 95% das amostras, caso seja encontrado algum valor superior a 1,0 <i>uT</i> , não é permitido ultrapassar 5 <i>uT</i> .	Unidade Nefelométrica de Turbidez ( <i>uT</i> )
Cor aparente	Máximo 15 <i>UC</i>	Unidade de Cor ( <i>UC</i> )
Flúor	Máximo 1,5 <i>mg/L</i>	Miligramas por litro ( <i>mg/L</i> )
Cloro residual	Mínimo de 0,5 <i>mg/L</i> e máximo de 2,0 <i>mg/L</i>	Miligramas por litro ( <i>mg/L</i> )
pH	De 6,0 a 9,5	-
Bactéria heterotrófica	Máximo de 500 UFC por <i>ml</i>	Unidade formadora de colônia (UFC)
Coliformes totais	Ausência em 95% das amostras analisadas no mês (amostras de 100 <i>ml</i> )	

**Fonte:** Portaria 518/04 (BRASIL, 2004)

Segundo Ribeiro (2012), o Ministério da Saúde publicou, em 2011, uma nova versão da norma brasileira de qualidade da água, estabelecendo por meio da Portaria 2914/11, em substituição à Portaria 518/04, os procedimentos atualizados de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Esta portaria determina que a água a ser distribuída para uma população deve ser controlada. O monitoramento das variáveis físico-químicas e microbiológicas deve ser realizado desde o momento da captação até o da distribuição para a população.

## **PERÍODOS DE SECA E CHUVA**

Segundo Prefeitura Municipal de Botucatu-SP (2013) o município apresenta um período de estiagem entre a segunda quinzena de maio até a primeira quinzena de setembro. Entre a segunda quinzena de setembro até a primeira de maio é um período considerado como chuvoso.

A água pode apresentar uma variação entre os períodos de seca e chuva. Dessa forma, entender o comportamento e classificação climática de uma região e sua associação com os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água é importante para o monitoramento de sua potabilidade entre os períodos de seca e chuvosa.

Cunha e Martins (2009) descrevem a caracterização climática dos municípios de Botucatu-SP e São Manuel-SP e destacam que os dois municípios possuem a mesma classificação climática pelo método *Koppen* e uma pequena diferença pelo método de *Thorntwaite*, devido ao índice de umidade. De uma forma geral, Botucatu e São Manuel apresentam um clima úmido com uma pequena deficiência hídrica entre os meses de abril a agosto, enquanto que, nos meses de primavera-verão (final de setembro ao início de março), os índices hídricos são relativamente elevados. A temperatura média anual é de 20,3°C, apresentando temperatura média mais baixa no mês de julho (17,1°C) e mais alta em fevereiro (23,1°C), caracterizando-se como um clima temperado quente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado no município de Botucatu-SP, a partir de dados de características da água observados em pontos específicos da rede de distribuição para o consumo humano (cavaletes das residências) no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2011.

Foram utilizados dados das variáveis cloro residual livre, pH, turbidez, cor aparente, quantidade de flúor, temperatura da água, coliformes totais e presença de bactérias heterotróficas. A quantificação dos valores numéricos destas variáveis foi realizada no laboratório de controle sanitário da empresa de saneamento básico do município, a partir de amostras de água coletadas diariamente em 148 pontos sorteados casualmente da rede de distribuição do município.

Com base nos dados diários, um novo banco de dados foi criado considerando, para cada mês dos cinco anos analisados, as médias dos valores das amostras diárias de cada variável, exceto a variável coliformes totais, a qual foi considerada a proporção de amostras mensais com ausência de coliformes. Desta forma, a unidade amostral foi estabelecida pela média mensal das amostras diárias e a proporção de ausência de coliformes, totalizando 60 meses de observação.

Para estabelecer os meses do ano classificados em período de seca e chuvosa foi considerado o estudo realizado por Cunha e Martins (2009), o qual avaliou dados de precipitação para o município de Botucatu obtido junto a Estação meteorológica do Departamento de Recursos Naturais - Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, localizada nas coordenadas de 22°50'47,45 de latitude sul, 48°25'54,14 de longitude em uma altitude de 786 metros.

Os dados mensais das variáveis físico-químicas e microbiológicas da água de consumo humano de Botucatu nos últimos anos, obtidos pelas médias das amostras diárias, foram analisados utilizando procedimentos estatísticos envolvendo resumos descritivos, tais como medidas de posição e dispersão, métodos gráficos e procedimentos inferenciais para comparação do comportamento de cada variável nos diferentes períodos avaliados (seca e chuvosa).

Entre os procedimentos inferenciais foi utilizado o teste *t-student* (teste paramétrico), quando os dados se adequaram a distribuição normal de probabilidade e, caso contrário, o teste não paramétrico de *Mann-Whitney*. Todos os resultados dos testes foram avaliados considerando o nível de 5% de significância (ZAR, 1999).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Inicialmente, procurou-se caracterizar o comportamento das variáveis durante um ano. Para isso, os 60 meses de observação das variáveis físico-químicas e microbiológicas da água foram resumidos mensalmente, obtendo-se a média mensal de cada mês (Figuras 1 a 8).

Pode-se observar na Figura 1 que em todos os meses o valor médio dos últimos 5 anos da turbidez foi inferior a  $1 \mu T$ , ou seja, não ultrapassaram o padrão estabelecido pela portaria (no máximo  $5 \mu T$ ). Verifica-se também que os meses com maiores valores médios de turbidez foram

fevereiro e junho (0,884 e 0,861 respectivamente). Já setembro e novembro foram os meses que apresentaram os menores índices.

Como mostra na Figura 2

Figura 2, todos os meses o valor médio da cor foi inferior a 9,5 UC, ou seja, não ultrapassou o padrão estabelecido pela portaria (no máximo 15 UC). O mês de fevereiro apresentou um valor médio maior que os demais meses (9,478 UC) e novembro apresentou o menor índice (5,915 UC).

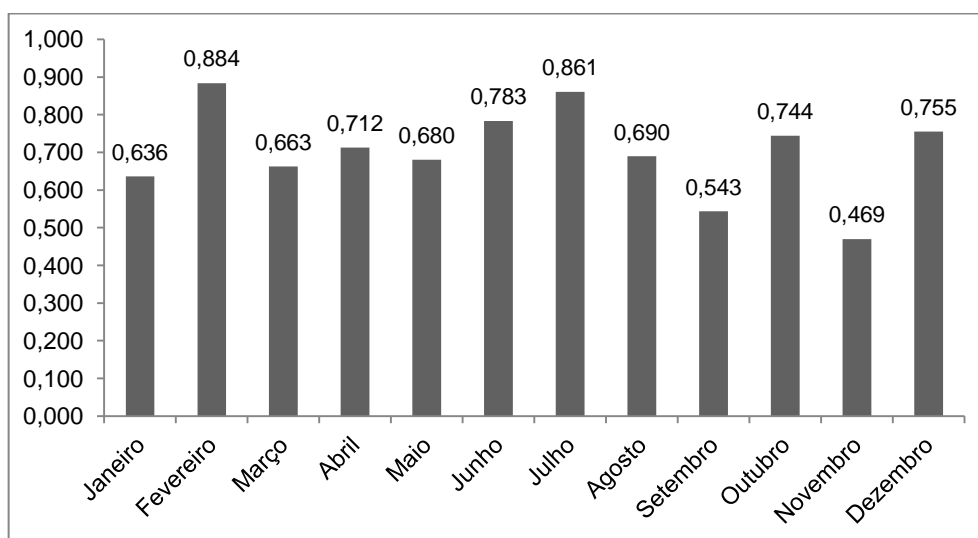


Figura 1 - Dados Mensais de Turbidez

Fonte: Elaboração própria.

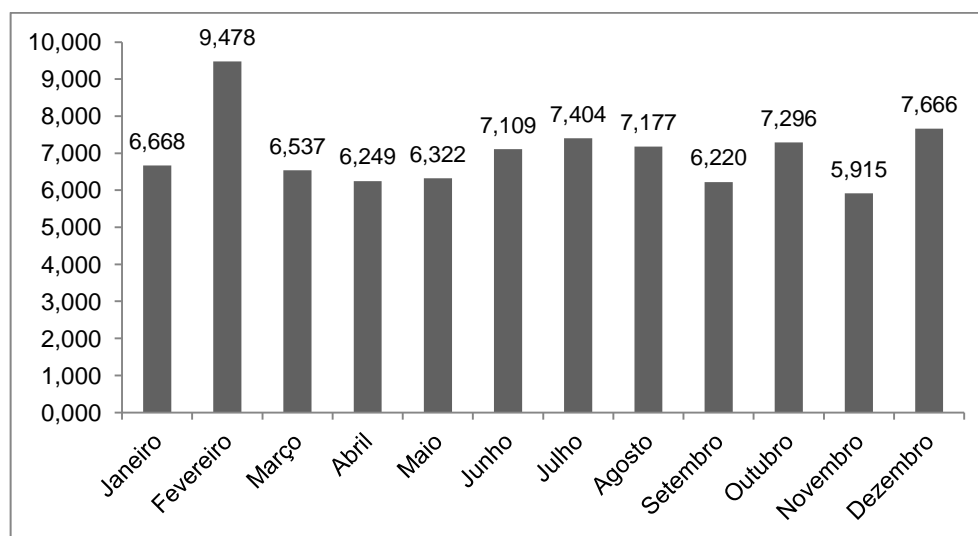
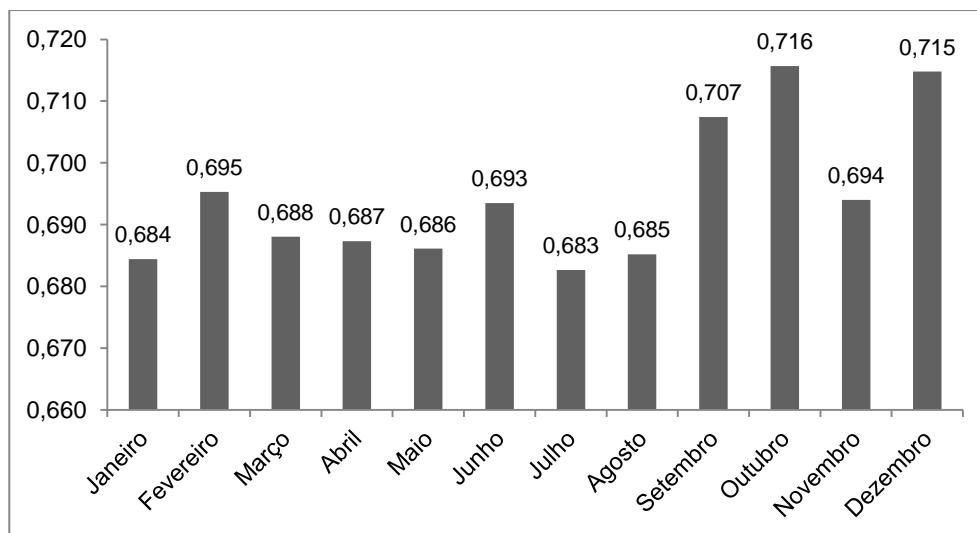


Figura 2 - Dados Mensais de Cor

Fonte: Elaboração própria.

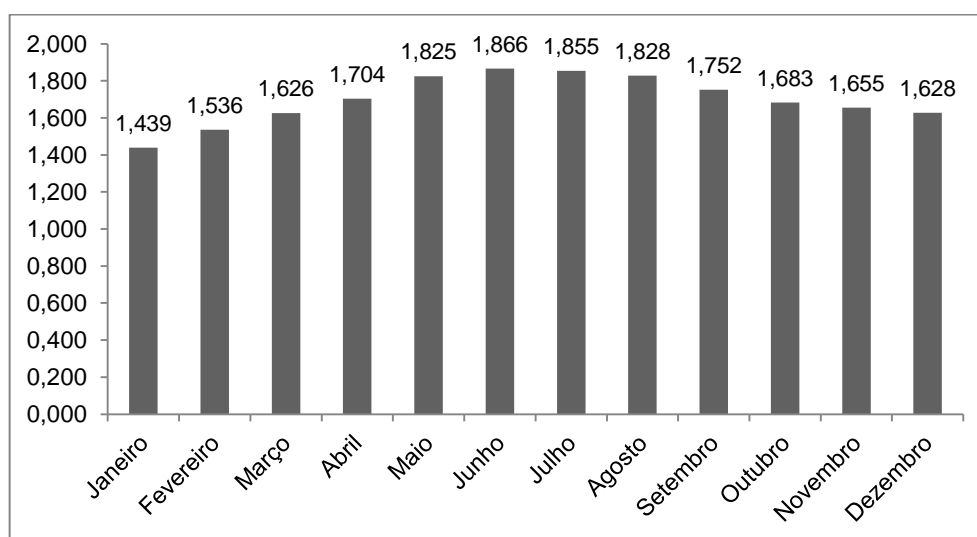
Na Figura 3, todos os meses apresentaram valores médios de flúor iguais ou inferiores a  $0,750 \text{ mg/l}$ , ou seja, não ultrapassou o padrão estabelecido pela portaria (no máximo  $1,5 \text{ mg/l}$ ). Os meses de setembro, outubro e dezembro apresentaram os maiores valores ( $0,707$ ;  $0,716$  e  $0,715$ ). Já os demais meses apresentaram índices baixos do que  $0,700$ .



**Figura 3** - Dados Mensais de Flúor

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 4 apresenta os valores médios mensais da variável cloro residual livre, observando um valor mínimo de  $1,439$  e o máximo de  $1,866 \text{ mg/l}$ , ou seja, não ultrapassou o padrão estabelecido pela portaria (no mínimo de  $0,5$  e o máximo de  $2,0 \text{ mg/l}$ ).



**Figura 4** - Dados Mensais de Cloro

Fonte: Elaboração própria.



Pode-se observar na Figura 5 que os valores médios de pH ficaram entre 7,5 e 8,0, ou seja, não ultrapassou o padrão estabelecido pela portaria que é de 6,0 a 9,5. O mês de outubro apresentou o menor valor (7,506), já o maior valor foi observado no mês de maio (7,939).

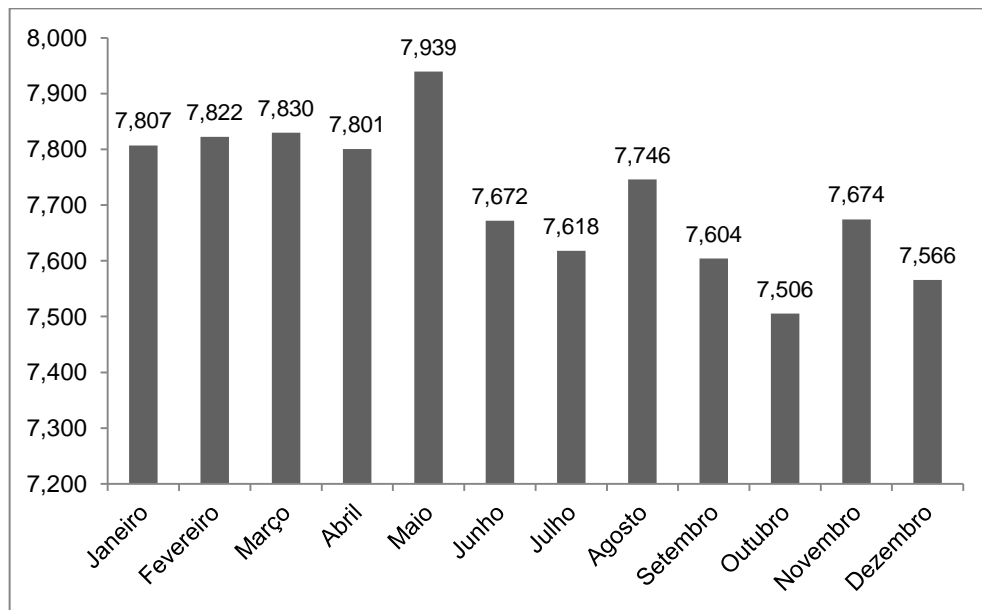


Figura 5 - Dados Mensais de pH

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se na Figura 6 que os valores médios de temperatura da água variaram de 20°C a 27°C aproximadamente. O mês de julho a menor temperatura média (20,199) e em março foi observado o maior valor (26,851).

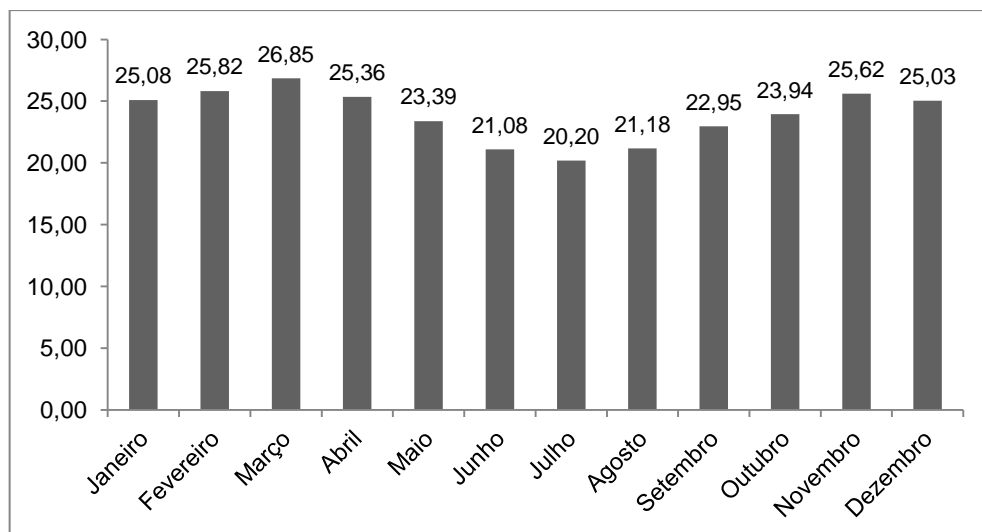


Figura 6 - Dados Mensais de Temperatura

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a Figura 7, os valores médios de unidades formadoras de colônias de bactérias heterotróficas estão dentro do padrão estabelecido pela portaria que é de 500 UFC por ml. Os meses de abril, novembro e dezembro apresentaram os maiores índices (6,297 e 5,974 e 5,521 respectivamente).

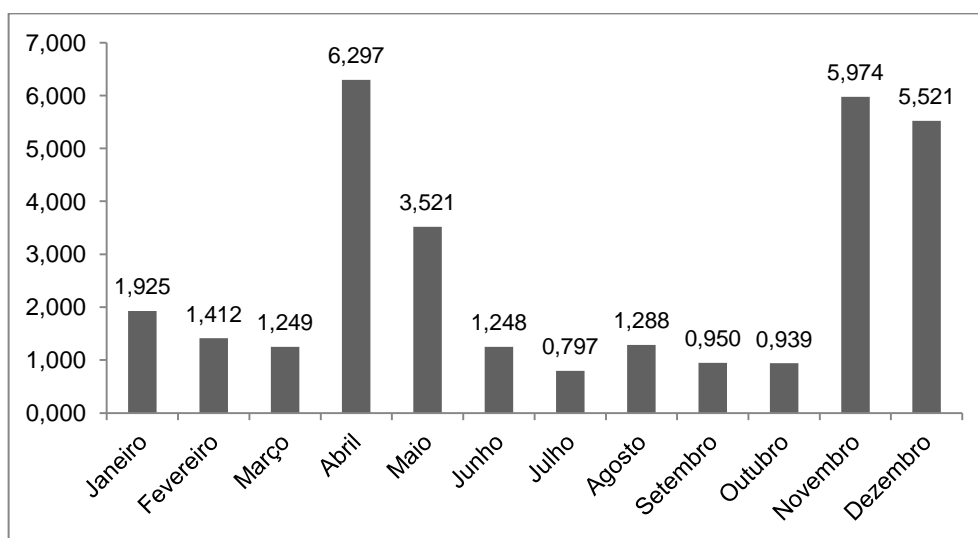


Figura 7 - Dados Mensais de Bactéria Heterotrófica

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 8 apresenta o percentual mensal de amostras com ausência de coliformes totais no período de análise. Observa-se que todos os meses apresentaram percentuais de ausência acima de 95%, o qual foi estabelecido pela portaria como sendo o percentual mínimo de ausência nas amostras analisadas no mês (amostras de 100 ml de água). O mês que apresentou o menor valor foi dezembro com 96% de ausência das amostras analisadas.

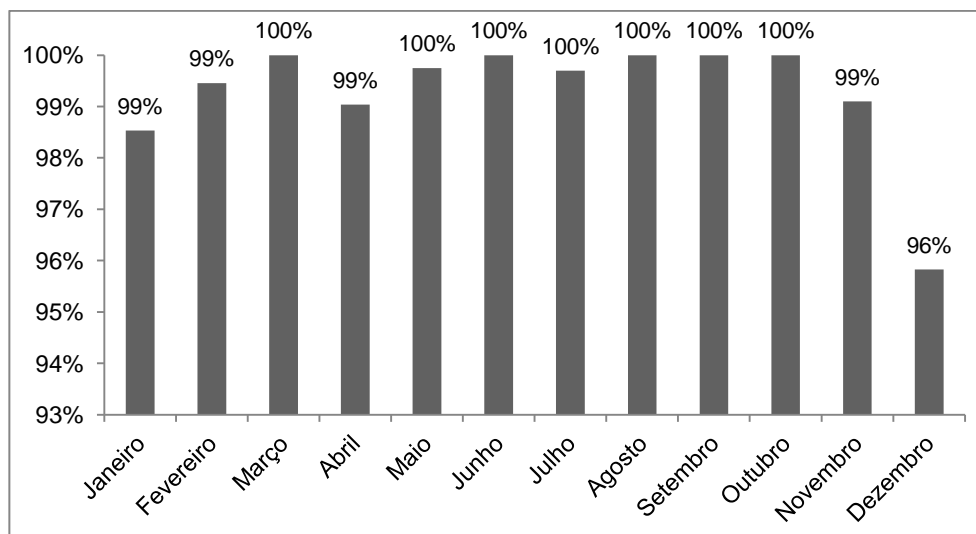


Figura 8 - Dados Mensais de Coliformes Totais

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 2 são apresentadas a média, mediana, o desvio padrão, o primeiro e o terceiro quartil (Q1 e Q3), amplitude (A) e o coeficiente de variação (CV) dos dados das variáveis analisadas considerando todo o período de análise.

**Tabela 2: Resumo Estatístico Geral das variáveis físico-químicas e microbiológicas da água**

Variáveis	Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	A	CV (%)
Turbidez	0,713	0,681	0,328	0,450	0,928	1,389	46,0%
Cor	7,009	6,361	2,087	5,450	7,969	10,211	29,8%
Flúor	0,695	0,700	0,043	0,662	0,718	0,183	6,2%
Cloro	1,700	1,559	0,382	1,412	2,082	1,335	22,5%
pH	7,715	7,712	0,398	7,408	7,946	1,598	5,2%
Temperatura	23,88	23,81	2,34	21,87	25,74	8,68	9,8%
Bactérias Heterotróficas	2,638	0,923	5,343	0,219	2,279	27,588	202,6%
Proporção de ausência de Coliformes Totais	0,993	1	0,024	1,000	1	0,175	2,4%

Verifica-se que, entre janeiro de 2007 a dezembro de 2011, a turbidez apresentou uma valor médio igual a 0,713  $\mu T$  com um desvio padrão de 0,328  $\mu T$ . Em 50% dos meses analisados a turbidez foi inferior a 0,681  $\mu T$  e em 25% dos meses o padrão de turbidez foi superior a 0,928. Em relação à cor aparente, observa-se uma média de 7,009 UC, com um desvio padrão de 2,087 UC. Em 50% dos meses analisados o padrão de cor foi inferior a 6,361 UC e em 25% dos meses o padrão de cor foi superior a 7,969 UC.

A variável flúor apresentou um valor médio de 0,695  $mg/l$ , com um variação de 0,043  $mg/l$ . Em 50% dos meses analisados o padrão de flúor foi inferior a 0,700  $mg/l$  e em 25% dos meses o padrão foi superior a 0,718. Já o cloro residual livre apresentou uma média de 1,700  $mg/l$  e uma variação de 0,382  $mg/l$ . Em 50% dos meses analisados o padrão de cloro era inferior a 1,559  $mg/l$  e em 25% era superior a 2,082.

O valor médio de pH foi de 7,715 com um desvio padrão de 0,398. Em 25% dos meses apresentados o padrão do pH foi superior a 7,946. A temperatura apresentou uma média de 23,876 °C e uma variação de 2,341°C. Em 50% dos meses analisados o padrão da temperatura foi inferior a 23,808 °C e em 25% era superior a 25,740°C.

Para as bactérias heterotróficas a média foi de 2,638 UFC por ml, com uma variação de 5,343 UFC por ml. Em 50% das amostras teve um padrão inferior a 0,923 UFC por ml. Já a proporção de amostras com ausência de coliformes totais em todo o período foi de 0,993.

Verifica-se que as variáveis que apresentaram maiores variações foram unidades formadoras de colônias de bactérias heterotróficas e turbidez, com coeficientes de variações iguais a 202,6% e 46,0% respectivamente.

Os resumos estatísticos (média, mediana, o desvio padrão, o primeiro e o terceiro quartil, amplitude e coeficiente de variação) dos dados das variáveis considerando o período de seca e chuvoso são apresentados respectivamente nas Tabelas 3 e 4.

Verifica-se que as médias no período de seca apresentaram-se superiores em relação ao período chuvoso nas variáveis: turbidez, cloro e pH, ou melhor, turbidez apresentou no período de seca um valor médio 6,3% superior em relação ao período chuvoso, enquanto que o cloro mostrou-se 12,3% superior e pH 0,9%. Em contrapartida, pode-se dizer que a temperatura média da água no período de seca foi 11,2% inferior ao comparar com o período chuvoso, enquanto que a cor aparente se mostrou 3,5% inferior no período de seca (Tabela 3 e 4).

Ao comparar a variabilidade das variáveis no período de seca com o comportamento no período chuvoso, a partir dos resultados do CV(%) das Tabelas 3 e 4, percebe-se que as variáveis pH e temperatura da água se mostraram com uma variabilidade maior no período de seca. As demais variáveis apresentaram maior variação no período chuvoso.

**Tabela 3: Resumo Estatístico Geral das variáveis físico-químicas e microbiológicas da água para o período de seca**

Variáveis	Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	A	CV (%)
Turbidez	0,739	0,689	0,337	0,450	0,919	1,353	45,6%
Cor	6,864	6,211	1,868	5,471	7,833	8,318	27,2%
Flúor	0,687	0,680	0,038	0,656	0,700	0,143	5,6%
Cloro	1,816	1,657	0,362	1,525	2,132	1,126	19,9%
pH	7,755	7,724	0,444	7,411	8,006	1,598	5,7%
Temperatura	22,243	21,717	2,069	20,539	23,777	6,740	9,3%
Bactérias Heterotróficas	2,630	0,778	4,033	0,067	3,278	15,286	153,3%
Proporção de ausência de Coliformes Totais	0,997	1	0,010	1	1	0,048	1,0%

**Tabela 4: Resumo Estatístico Geral das variáveis físico-químicas e microbiológicas da água para o período chuvoso**

Variáveis	Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	A	CV (%)
Turbidez	0,695	0,639	0,325	0,452	0,906	1,226	46,7%
Cor	7,112	6,400	2,251	5,335	8,213	10,211	31,7%
Flúor	0,700	0,700	0,046	0,667	0,724	0,183	6,6%
Cloro	1,617	1,478	0,379	1,318	2,044	1,126	23,5%
pH	7,687	7,712	0,366	7,412	7,919	1,479	4,8%
Temperatura	25,042	25,321	1,769	23,708	26,375	6,429	7,1%
Bactérias Heterotróficas	2,643	1	6,193	0,271	2,047	27,588	234,3%
Proporção de ausência de Coliformes Totais	0,990	1	0,030	0,987	1	0,175	3,0%

As observações realizadas anteriormente não levaram em conta se as diferenças são realmente significativas. Para confirmar a existência de diferenças significativas entre o comportamento destas variáveis nos dois períodos (seca e chuvosa) foram utilizados procedimentos inferenciais por meio de testes de hipóteses apropriados a cada situação.

A Tabela 5 apresenta a média e o desvio padrão, quando utilizado o teste paramétrico *t-student* e a mediana, primeiro e terceiro quartil, quando utilizado o teste não paramétrico de *Mann-Whitney*, além do resultado dos testes por meio de seus respectivos *valores p*.

**Tabela 5: Média  $\pm$  Desvio Padrão ou Mediana (Q1 Q3) para cada variável no período de seca ou chuvosa.**

Variáveis	Seca	Chuvosa	Valor p	Resultado
Turbidez	0,739 $\pm$ 0,337	0,695 $\pm$ 0,325	0,609	<i>Seca=Chuvoso</i>
Cor aparente	6,211(5,471-7,833)	6,400(5,335-8,213)	0,904	<i>Seca=Chuvoso</i>
Flúor	0,687 $\pm$ 0,038	0,700 $\pm$ 0,046	0,253	<i>Seca=Chuvoso</i>
Cloro	1,657(1,525-2,132)	1,478(1,318-2,044)	<b>0,013</b>	<b><i>Seca&gt;chuvoso</i></b>
pH	7,755 $\pm$ 0,444	7,687 $\pm$ 0,366	0,517	<i>Seca=Chuvoso</i>
Temperatura	22,243 $\pm$ 2,069	25,042 $\pm$ 1,769	<b>&lt; 0,001</b>	<b><i>Seca&lt;chuvoso</i></b>
Bactérias Heterotróficas	0,778(0,067-3,278)	1(0,271-2,047)	0,957	<i>Seca=Chuvoso</i>
Proporção de ausência de Coliformes Totais	1,0+(1,0-1,0)	1,0+(0,987-1,0)	0,084	<i>Seca=Chuvoso</i>

Analisando os resultados do teste estatístico apresentado na Tabela 5, observa-se que ao comparar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água distribuída à população de Botucatu, não é possível dizer que existe diferenças significativas entre as médias do período de seca e chuvosa das variáveis de turbidez, cor aparente, flúor, pH, bactérias heterotróficas e proporção de amostras com ausência de coliformes totais, pois o teste utilizado apresentou um valor acima do nível de significância utilizado (5%).

Verificam-se diferenças significativas apenas nas variáveis de cloro e temperatura, pois o valor p do teste para comparação de médias destas variáveis foram inferiores a 5% (Tabela 5). Desta forma, pode-se dizer que a concentração média de cloro no período de seca é estatisticamente superior a concentração média observada no período chuvoso. É possível afirmar também que a temperatura média da água é maior no período chuvoso.

Mesmo apresentando uma concentração maior de cloro período de seca, os resultados observados estão de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido na portaria 518/04.

## **CONCLUSÕES**

Com base no estudo realizado, conclui-se que de uma forma geral, os parâmetros de qualidade da água ficaram dentro dos padrões de qualidade recomendados pela portaria 518/04 no período analisado. As médias observadas para cada parâmetro físico-químico e microbiológico da água não apresentaram diferenças significativas entre o período seco e chuvoso, exceto para a concentração de cloro e temperatura da água. Em relação ao cloro, verificou-se que sua concentração média na rede de distribuição é estatisticamente superior no período de seca. Já a temperatura da água apresentou-se, em média, superior no período chuvoso.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL. Lei Federal n. 9433/97. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em: 20 abr. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade e dão outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, p. 266-9, 26 de mar. 2004. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 2006. 221p. (Série B. Textos

**bioenergia em revista: diálogos, ano 6, n. 1, p. 31-46, jan./jun. 2016.**

RODRIGUES, Sergio Augusto; FRANCO, Nícolas Augusto de Carvalho; SOUZA, Ivan Fernandes de; TREVIZAN, Lilián Cristina; PADOVANI, Carlos Roberto

*Avaliação da água distribuída na cidade de Botucatu-SP considerando diferentes períodos de precipitação*

Básicos de Saúde). Disponível em:

<[http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf)>.

Acesso em: 20 dez 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 14 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, p. 39, 14 de dez. 2011. n. 239. Seção 1.

CUNHA, A. R., MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, SP. v.14, n.1, p. 1-11, jan./mar. 2009. Disponível em:

<<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1909>>. Acesso em: 13 out. 2014.

FREIRE, R. C. Qualidade da água nos reservatórios domiciliares na região metropolitana da cidade do Recife-PE. **Journal of Management and Primary Health Care**, Recife, PE, v.3, n.2, p.102-105, 2012. Disponível em:

<<http://www.jmphc.com/ojs/index.php/01/article/viewArticle/59>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

OLIVEIRA, A. S. et al. Qualidade da água para consumo humano distribuída pelo sistema de abastecimento público em Guarabira - PB. **Revista Verde de Agroecologia e**

**Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 7, n. 2, p.199-205, 2012 (a). Disponível em <[http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/1230/pdf\\_478](http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/1230/pdf_478)>

Prefeitura Municipal de Botucatu. *Período de Seca ou Estiagem*. Disponível em:

<<http://www.botucatu.sp.gov.br/defesacivil/docs/perigosSeca.pdf>>. Acesso em: out. 2013.

REBOUÇAS, A. C., BRAGA JUNIOR, B. J., TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 768p.

RIBEIRO, M. C. M. Nova portaria de potabilidade de água: busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade de água potável distribuída no Brasil. **Revista DAE**, São Paulo, n 189: p 8-14, maio/ago. 2012.

SETTI, A. A. et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2 ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001.

207 p. Disponível em: <[http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/livro\\_Introd-Gerenc-Rec-Hidr.pdf](http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/livro_Introd-Gerenc-Rec-Hidr.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2012.

SOUZA, I. F. De. Caracterização da Qualidade do Efluente Tratado por Lagoas de Estabilização de Esgoto no Campus da Unesp. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v. 3, n. 3, nov. 2012.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 4ªed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p., 1999.

**bioenergia em revista: diálogos, ano 6, n. 1, p. 31-46, jan./jun. 2016.**

RODRIGUES, Sergio Augusto; FRANCO, Nicolás Augusto de Carvalho; SOUZA, Ivan Fernandes de; TREVIZAN, Lilian Cristina; PADOVANI, Carlos Roberto

*Avaliação da água distribuída na cidade de Botucatu-SP considerando diferentes períodos de precipitação*

1 RODRIGUES, Sergio Augusto é professor doutor da Faculdade de Ciências Agronômicas/Departamento de Bioprocessos e Biotecnologia da UNESP – Botucatu-SP, Brasil. Graduado em Estatística pela UFSCar e doutor em Agronomia (Energia Nuclear) pela UNESP – Botucatu-SP

2 FRANCO, Nicolás Augusto de Carvalho é Tecnólogo em Agronegócio pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

3 SOUZA, Ivan Fernandes de é professor Doutor da Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

4 TREVIZAN, Lilian Cristina é Química da Divisão de Controle da SABESP de Botucatu.

5 PADOVANI, Carlos Roberto Padovani" é Prof. Doutor do Departamento de Bioestatística da UNESP de Botucatu-SP.bioestatistica@ibb.unesp.br