

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS- UFGD

FACULDADE DE ENGENHARIA- FAEN

CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ADRIANA MARQUES PEREIRA

**QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NO MUNICÍPIO DE DOURADOS-MS:
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS**

DOURADOS- MS

2018

ADRIANA MARQUES PEREIRA

**QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE DOURADOS-MS: ANÁLISES
FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Alimentos da Universidade Federal da
Grande Dourados - UFGD
Orientadora: Dr^a Kelly Cristina da Silva
Brabes.
Co-orientador: Dr^o Ivan Ramires**

DOURADOS- MS

2018

Dedico essa conquista para os meus pais Valdir e Debora por serem meu alicerce.

Essa conquista é toda nossa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as conquistas até aqui. A minha família por todo suporte dado, em especial aos meus pais Valdir e Debora que tanto amo. Agradeço aos meus amigos que sempre estiveram comigo de alguma forma seja de longe ou de perto, em especial a Franciele Alexandra por sempre está ao meu lado me incentivando. As minhas amigas de faculdade Kevylin, Karina, Monique, Neiviane, por terem dividido vários momentos comigo até aqui, e pelas várias ajudas. Agradeço aos meus orientadores Kelly Barbes e Ivan Ramires pelos ensinamentos. E por último, quero agradecer ao meu namorado Matheus por sempre está do meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis me dando força e apoio necessário e por sempre acreditar em mim

RESUMO

Para a avaliação da qualidade da água é necessário realizar análises físico-químicas e microbiológicas, onde cada parâmetro possui seus limites mínimos e máximos, estabelecidos por portarias e normas. A água é importante para o desenvolvimento econômico e social, interferindo diretamente na qualidade de vida do homem e muitas doenças podem ser transmitidas por ela. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade físico-química e bacteriológica da água consumida no município de Dourados-MS e, comparar com os valores exigido pela legislação. Para a realização das análises foram escolhidos e identificados cinco pontos de coleta na cidade de Dourados. A metodologia empregada para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas (Técnica dos Tubos Múltiplos) seguiu a (APHA, 1998). Os resultados obtidos nas análises microbiológicas indicaram ausência para Coliformes Termotolerantes, E. coli e S. aureus, porém para Coliformes Totais indicaram presença para todos os pontos analisados. Para os resultados das análises físico-química, todos os parâmetros estavam abaixo dos valores máximos permitido.

Palavras-Chave: água potável, análises físico-químicas, coliformes totais, Escherichia Coli.

ABSTRACT

In order to evaluate the quality of the water, it is necessary to carry out physical-chemical and microbiological analyzes, where each parameter has its minimum and maximum limits, these values are established by ordinances and standards. Water is important for economic and social development, directly interfering in the quality of life of man and many diseases can be transmitted by it. The objective of this study was to evaluate the physico-chemical and bacteriological quality and to compare with the values required by the legislation and to emphasize the importance of the concern that the sanitation professionals need to have with the quality of the water from the source of abstraction to the points of consumption. For the accomplishment of the analyzes, five points for the collection in the city of Dourados were chosen and identified, the methodology used to carry out the physical-chemical and microbiological analyzes (Multiple Tubes Technique) followed the (APHA, 1998). The results obtained in the microbiological analyzes indicated absence for thermotolerant coliforms, E. coli and S. aureus, but for total coliforms they indicated presence for all analyzed points. On the other hand, the results of the physico-chemical analyzes, all analyzed parameters were below the maximum values allowed.

Keywords: Water for consumption. Chemical physical analysis. Total Coliforms. Escherichia coli. Parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Etapas do Tratamento de água	16
Figura 2 Subdivisões dos sólidos presentes na água.....	21
Figura 3 Localização dos pontos de coleta.....	26
Figura 4 -Valores médios para Temperatura	28
Figura 5- Valores médios para o pH	29
Figura 6-Valores médios para Temperatura	29
Figura 7 Valores médios para a Dureza Total	30
Figura 8-dureza provocada pelo cálcio	30
Figura 9- Dureza provocada pelo magnésio	31
Figura 10-Valores médios para a Condutividade.....	32
Figura 11-Valores médios para Acidez	32
Figura 12-Valores médios para Alcalinidade Total	33
Figura 13-Valores médios para Oxigênio Consumido	34
Figura 14-Valores médios para a Turbidez.....	34
Figura 15-Valores médios para os Sólidos Totais	35
Figura 16-Valores médios para o Cloreto	36
Figura 17-Peso das duas primeiras componentes principais para as variáveis estudadas.....	38
Figura 18-Escores da primeira e segunda componente principal para as variáveis estudadas.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Classificação do grau de dureza da água	20
Tabela 2 Identificação dos pontos coletados	25
Tabela 3 Parâmetros Físico-químicos Analisados	27
Tabela 4-Contribuição entre cada componente principal e variáveis analisadas	37
Tabela 5-Resultado da análise microbiológica para Coliformes Totais	40

LISTA DE ABLEVIATURAS E SIGLAS

°C	grau Celsius
APHA	American Public Health Association
BP	Baird-Parker
CE	Conditividade elétrica
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CP	Componente principal
ETA	Estações de Tratamento de Água
NMP	Número mais provável
NTU	Nephelometric Turbidity Unit (Unidade Nefelométrica de Turbidez)
OC	Oxigênio consumido
OMS	Organização Mundial da Saúde
pH	Potencial hidrogeniônico
pHmetro	Peagâmetro
SANESUL	Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul S.A
ST	Sólidos Totais
um	Micrometro
uS <i>cm</i> -1	Microsiemens por centímetro

LISTA DE SÍMBOLOS

CaCO_3	Carbono de Calcio
Cl^-	Íon cloruro
CO_3^{2-}	Íon carbonato
HCO_3^-	Íon bicarbonato
Mg^{+2}	Íon Magnesio
Ca	Íon calcio

SUMÁRIO

SUMÁRIO

lista de ilustrações	7
lista de tabelas.....	8
Sumário.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVO GERAL.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Tratamento e distribuição da água	15
2.2 Doenças transmitidas pela água.....	17
2.3 Parâmetros físico-químicos e microbiológicos.....	18
2.3.1 Temperatura	18
2.3.2 Potencial hidrogeniônico-pH	19
2.3.3 Turbidez	19
2.3.4 Dureza.....	20
2.3.5 Condutividade.....	20
2.3.6 Sólidos totais.....	21
2.3.7 Acidez.....	22
2.3.8 Alcalinidade total.....	22
2.3.9 Oxigênio consumido (matéria orgânica)	22
2.3.10 Cloretos.....	23
2.3.11 Cloro	23
2.3.12 Microbiológicos	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1 LOCALIZAÇÃO	25
3.2 AMOSTRAGEM.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 TEMPERATURA	28
4.2 pH.....	28
4.4 DUREZA TOTAL	29
4.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE	31
4.6 ACIDEZ TOTAL.....	32
4.7 ALCALINIDADE TOTAL.....	33

4.8 OXIGÊNIO CONSUMIDO (MATÉRIA ORGÂNICA)	33
4.9 TURBIDEZ	34
4.10 SÓLIDOS TOTAIS	35
4.11 CLORETO	35
4.12 ANÁLISE POR COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)	36
4.13 MICROBIOLÓGICOS	40
5 CONCLUSÃO.....	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
APÊNDICES.....	12
APÊNDICE A	12

1 INTRODUÇÃO

A água é o elemento mais abundante nos organismos vivos, sendo um solvente universal, podendo atuar também como meio de transporte de diversas substâncias em escoamento superficial e subterrâneo. Está presente em aproximadamente 75% da superfície terrestre. Do total deste percentual, 97% é de água salgada, e os restantes 3% de água doce. Da quantidade de água doce, 99% encontra-se no subsolo ou nas geleiras, e o restante na forma de lagos, umidade do solo, atmosfera, reservatórios e cursos d'água (LIBÂNIO, 2005).

A água é um dos bens naturais necessário à manutenção da sustentabilidade dos ciclos de vida na terra, sendo importante no desenvolvimento econômico e social. Seu uso possuiu uma ampla aplicação, seja nas atividades domésticas, geração de energia elétrica, produção industrial, irrigação na agricultura, lazer e turismo, como nas atividades dos serviços de saúde (CONCEIÇÃO et al., 2009).

O abastecimento e tratamento de água é importante tanto no ponto de vista sanitário como no ponto de vista econômico, pois tem como objetivo controlar e prevenir doenças, trazer conforto e bem-estar social. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1981).

Existe uma grande problemática relacionada a esse bem natural que é a água, devido às ameaças de poluição, ao uso irracional, os riscos de contaminação e escassez, se tornando assim motivo de grande preocupação mundial em garantir que todos tenham acesso à água de boa qualidade (CONCEIÇÃO et al., 2009).

O Brasil é o país que possui maior disponibilidade de água no mundo, com vazão superior a 180 mil $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (BRASIL, 2010).

Os rios são a principal fonte de abastecimento de água, e estão sujeitos a perturbação naturais e/ou antrópicas. Pelo fato de serem expostos, são capazes de carrear diversos tipos de materiais. Os recursos aquíferos disponíveis têm sofrido várias mudanças, devido a ação direta do homem, podendo afetar diretamente na qualidade e disponibilidade de água (FRANCO, 2008).

A Água e o esgoto formam um dos grandes problemas ambientais, principalmente em países mais pobres, onde são mais frequentes em áreas urbanas, porém, não se podem desprezar áreas rurais, onde o saneamento é escasso (LARSEN, 2010).

Um abastecimento de água inadequado causa um aumento nos casos de doenças hídricas, atingindo principalmente crianças e jovens, interferindo em seu desenvolvimento. (JOVENTINO, 2010). O abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficiente é essencial e importante para a prevenção de várias doenças relacionadas à água (JENSEN et al., 2002).

Água potável, aliada à higiene e saneamento adequados, podem reduzir de um quarto a um terço os casos de doenças diarreicas. Os serviços de abastecimento nas áreas rurais estão bem defasados em relação aos centros urbanos (BRITO et al., 2007).

Para garantir a qualidade da água nos domicílios é necessário que cada um faça sua parte, o usuário deve ter práticas de higiene domiciliares nos reservatórios, tubulações e equipamentos de tratamento de água (SILVA et al., 2009).

1.1 JUSTIFICATIVA

A água doce é essencial para o ser humano, no desenvolvimento de suas atividades industriais e agrícolas, além da sua importância vital a todos os ecossistemas (REBOLÇAS et al., 2006)

A análise de água é importante para que se possa verificar algum tipo de contaminação seja ela de poço, abastecimento público, mineral, lago, ou qualquer outra fonte. Também é importante para sua utilização, pois concentrações anômalas de determinado elemento, podem proporcionar grandes prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente (CRUZ et al., 2007).

Podemos dizer que a qualidade de vida do homem está relacionada com a qualidade da água, pois é de importância fundamental para o funcionamento adequado do organismo, preparo de alimentos, higiene pessoal e de utensílios, devendo a mesma estar livre de microrganismos patogênicos e substâncias nocivas à saúde (ZANCUL, 2006).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (2003), a baixa qualidade da água torna-se uma grande ameaça para a saúde humana. Os índices de doenças vinculadas a água e, as internações hospitalares relacionados a essas doenças, poderiam ser reduzidas com um saneamento básico adequado, juntamente com uma conscientização da população em relação à preservação das águas superficiais e subterrâneas de forma a disponibilizar água com qualidade para todos (MACÊDO, 2007).

1.2 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade da água destinada ao consumo humano, distribuída nos bairros da cidade de Dourados - MS.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Avaliar a qualidade bacteriológica da água, consumida em diferentes pontos da cidade.

II. Avaliar a qualidade físico-química.

III. Ressaltar a importância da preocupação que os profissionais de saneamento precisam ter com a qualidade da água, desde o manancial de captação, até os pontos de consumo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA

A distribuição de água na cidade de Dourados – MS é realizada pela empresa Sanesul (Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul), que também atende 128 localidades (68 municípios e 60 distritos). A empresa distribui nove bilhões e oitocentos milhões de litros por mês, atendendo 1.519.141 sul-matogrossenses. Dourados possui 220 mil habitantes, onde 50 % da distribuição de água provém do Rio Dourados e o restante recebem água de 19 poços da região, que captam água do Aquífero Guarani e Serra Geral. A cidade possui uma vazão nominal de $1700 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

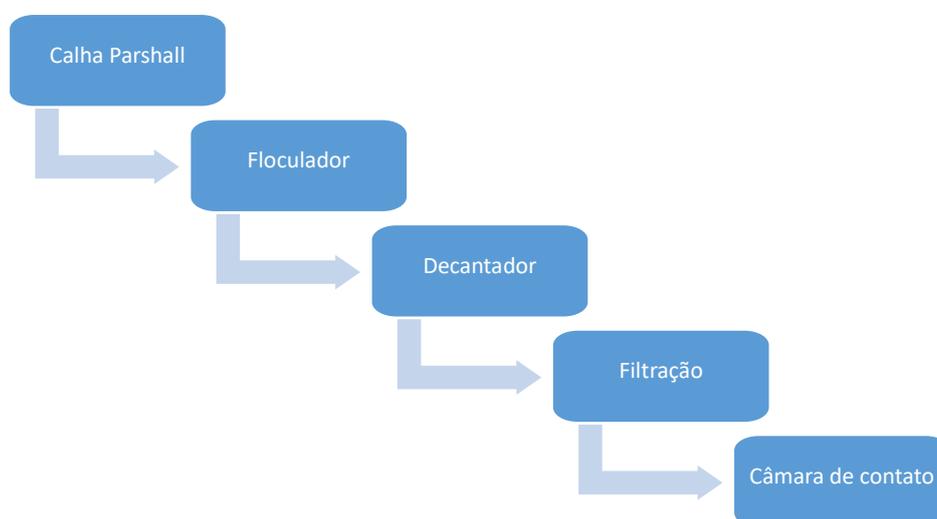
Hoje em dia, graças aos avanços nas tecnologias, a água bruta pode ser tratada pelas Estações de Tratamento de Água (ETAs), que são responsáveis pela captação

de água subterrânea ou de mananciais e tratamento adequado para o consumo humano (GOHRINGER, 2006).

O tratamento de água é realizado para que possa atender as necessidades higiênicas, com a remoção de vírus, bactérias, protozoários e microrganismos nocivos a saúde; estéticas, simples correção de cor, odor e sabor e; econômicas, que visam reduzir a corrosividade, dureza, turbidez, ferro e manganês, entre outros fatores (BRAGA *et al*, 2005; RICHTER e NETTO,2007).

A Figura 1, mostra as etapas do tratamento de água na cidade de Dourados.

Figura 1 Etapas do Tratamento de água



O tratamento da água passa por diversas etapas, como mostrado a seguir:

Calha parshall: Medidor de vazão (litros por segundo) em canal aberto, tipo venturi.

Floculador: Etapa onde ocorre a fase de floculação, adensamento e aglomeração dos flocos formados mistura.

Decantador: Etapa que visa clarificar a água oriunda da fase de floculação, retendo pelo efeito de deposição, na zona de decantação, 85% a 90% dos flocos em suspensão.

Filtração: Processo responsável por filtrar a água clarificada, proveniente da fase de decantação. A filtração se realiza pela passagem da água através do leito filtrante, onde ficam retidas as impurezas como: micro-organismos, bactérias e matéria orgânica, tornando-a pura e própria para o consumo humano.

Câmara de contato: Etapa do processo onde é aplicado cloro, flúor e cal hidratada para correção de pH.

2.2 DOENÇAS TRANSMITIDAS PELA ÁGUA

Algumas doenças podem ser transmitidas diretamente pela ingestão da água contaminada, indiretamente quando a água foi utilizada para irrigação, ou quando o vetor necessita da água para concluir seu ciclo de vida, como o mosquito da dengue.

De acordo com a Portaria número 518 do ano de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), define-se como água para consumo humano aquela livre de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes, sendo recomendado sua ausência em 100 mL (FORTUNA et al., 2007). Segundo os dados do Ministério da Saúde, em 2004 foram registrados cerca de 2,4 milhões de casos de diarreia no Brasil, e acredita-se que a água possa ser responsável por 60% das internações por diarreia no país.

Segundo o Ministério da Saúde, gasta-se por ano o equivalente a US\$ 2,7 bilhões com tratamentos de doenças relacionadas a água (ADEODATO, 2006). A presença de *Escherichia coli* é muito importante para avaliar a eficiência dos processos de tratamento de esgoto, água e lodo da estação de tratamento da água e de esgoto. Pois, aponta a existência de material fecal, uma vez que fazem parte da flora normal do tubo digestivo e são relativamente resistentes (DI BERNARDO, 2002).

As doenças provocadas por microrganismos patogênicos, presentes na água e alimentos, constituem um problema comum de saúde pública no Brasil (SOUSA, 2006). Assim, uma baixa qualidade da água representa grande ameaça para a saúde humana, e o abastecimento de fontes inseguras e um inadequado saneamento e higiene, afetam principalmente crianças de países em desenvolvimento (OMS, 2010a).

Segundo Briscoe (1987), intervenções em abastecimento de água e coleta de esgoto têm efeitos de longo prazo, podendo aumentar sete vezes a expectativa de vida e prevenir mortes de forma quatro vezes mais eficientes.

2.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS

Até meados do século XX, a avaliação da água para consumo humano era realizada com base nas suas características organolépticas, onde bastava ser límpida, agradável ao paladar e não apresentar odor desagradável. Porém, apenas isso não era garantia de proteção contra microrganismos patogênicos e substâncias químicas perigosas presentes na água. Assim, foi necessário estabelecer normas paramétricas que mostrassem de forma objetiva, as características que as águas destinadas ao consumo humano deveriam obedecer (MENDES, 2006).

É necessário que a água atenda aos padrões de potabilidade, pois neles estão as quantidades limites toleradas para cada elemento presente na água de abastecimento, sendo definidas por decretos, regulamentos ou especificações (RIGOBELLO et al., 2009).

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados neste estudo, nos permite caracterizar aspectos relevantes da qualidade da água, pois essas análises são muito precisas, sendo assim muito vantajoso para avaliar a qualidade da água (CRUZ et al., 2007).

As principais características físicas da água, são: cor, turbidez, odor, sabor, temperatura e condutividade elétrica, parâmetros muito importantes para a verificação de potabilidade da água, e para determinar a sua utilização (LARSEN, 2010).

Os metais também são uma grande preocupação, pois o mesmo pode comprometer a qualidade da água. Uma intoxicação por metais pode levar anos ou até mesmo décadas para que possa ser identificada, isso se deve ao fato que seu desenvolvimento é um processo muito lento. A presença de metais diminui a capacidade autodepurativa da água, por conta da sua ação tóxica sobre os microrganismos que exercem esse processo (SILVA, 1997).

2.3.1 Temperatura

A temperatura é de grande importância no controle do meio aquático, influenciando uma série de variáveis físico-químicas (CETESB, 2011). A temperatura também influencia no metabolismo dos organismos, onde cada espécie possui seu

limite de tolerância térmica para o próprio desenvolvimento. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam temperatura na faixa de 20° a 30°C (BRASIL, 2006).

A temperatura é inversamente proporcional ao oxigênio dissolvido, pois na medida que ela aumenta o oxigênio dissolvido é reduzido. Porém, a temperatura é diretamente proporcional à solubilidade de sais minerais na água.

2.3.2 Potencial hidrogeniônico-pH

O pH é a relação numérica que expressa o equilíbrio entre íons de hidrogênio (H^+) e (OH^-), representando a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido e possui uma faixa que vai de 0 a 14 (BRASIL, 2006). O pH mostra a estabilidade da água, que pode ser ácida ou básica (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas) (FUNASA, 2009).

Águas que apresentam valores de pH baixos podem ser corrosivas, já àquelas que apresentam valores maiores podem formar incrustações. Para minimizar esses problemas nas redes de distribuição a Portaria MS nº 2914/2011 determina que águas de abastecimento devem apresentar um pH na faixa de 6,5 e 9,5.

2.3.3 Turbidez

É provocada por matérias em suspensão na água, como partículas inorgânicas e de detritos orgânicos, dando uma aparência turva e causando assim uma alteração na intensidade de penetração de luz na água (CETESB, 2011). A turbidez é indicada em termos de Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU – NEPHELOMETRIC TURBIDITY UNIT).

Uma alta turbidez prejudica a penetração da luz na água, reduzindo o desenvolvimento e a fotossíntese de algas e demais vegetações submersas, afetando a produtividade de peixes e afetando espécies aquáticas, além de comprometer o uso doméstico e industrial da água (CETESB, 2011).

Segundo a Portaria nº518/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a turbidez não deve ultrapassar 5 NTU, pois a turbidez pode influenciar o processo de desinfecção, servindo como um escudo ou abrigo aos microrganismos patogênicos e, assim, prejudicar a ação do desinfetante (BRASIL, 2006), além de estar associados a compostos tóxicos.

2.3.4 Dureza

A dureza é a soma das concentrações totais dos íons cálcio e magnésio, expressa em miligramas por litro carbonato de cálcio (BAIRD, 2011).

A dureza temporária é aquela que suporta a ação dos sabões e provoca incrustações, isso acontece pelo fato da precipitação de bicarbonatos de cálcio e magnésio. A dureza permanente é capaz de resistir a ação de dos sabões, porém não causam incrustações, pois seus sais são muito solúveis na água, devido à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio (BRASIL, 2004).

A Tabela 1 apresenta a classificação dos graus de dureza da água.

Tabela 1 Classificação do grau de dureza da água

Grau de Dureza	mgL⁻¹ de CaCO₃
Mole ou branda	< 50
Moderada	entre 50 e 150
Dura	entre 150 e 300
Muito dura	> 300

Fonte: Richter e Netto, 2007

2.3.5 Condutividade

A condutividade elétrica é a capacidade da água de transmitir corrente elétrica, devido à existência de substâncias iônicas, cátions e ânions, que se encontram dissolvidas ou dissociadas (LIBÂNIO, 2005).

É um parâmetro muito usado para analisar o grau de salinidade da água (RIBEIRO et al., 2005). A unidade de condutância empregada é o Siemens, e medida normalmente em $\mu\text{S cm}^{-1}$.

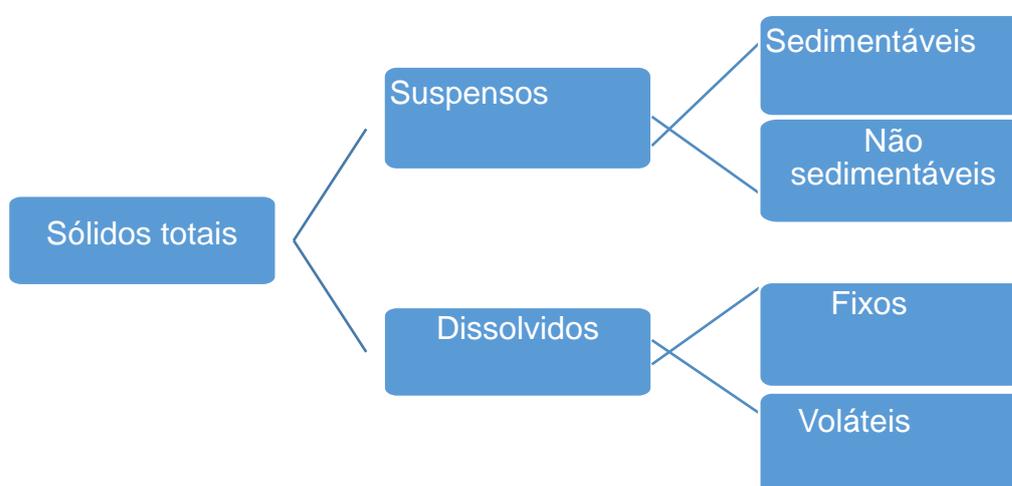
Segundo CETESB (2011) a condutividade não apresenta nenhuma indicação qualitativa e quantitativa dos componentes envolvidos, ela apenas apresenta uma medida indireta da concentração de poluentes.

Em águas naturais os valores encontrados para condutividade ficam em torno de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, já para águas poluídas com esgotos domésticos ou industriais os valores podem alcançar até 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (BRASIL,2006).

2.3.6 Sólidos totais

A existência de sólidos na água está relacionada às propriedades físicas, químicas e biológicas. Os sólidos presentes na água estão subdivididos de acordo com a Figura 2.

Figura 2 Subdivisões dos sólidos presentes na água



Fonte : LIBÂNIO, 2005

Os sólidos totais são a soma das partes em suspensão e as partes dissolvidas. Os sólidos em suspensão são as partículas que ficam retidas depois do processo de filtração, já os sólidos dissolvidos são formados por partículas que ficam em solução depois da filtração, possuindo diâmetro menor $10^{-3}\mu\text{m}$ (BRASIL, 2006).

A turbidez e sólidos totais muitas vezes são relacionados, porém vale ressaltar que eles não são totalmente equivalentes. Um sistema pode apresentar uma elevada concentração de sólidos totais, mas sua turbidez pode ser quase nula (BRASIL, 2006).

O padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº518/2004 da ANVISA e pela resolução nº 357/2005 do CONAMA menciona apenas valores para os sólidos totais dissolvidos.

2.3.7 Acidez

A acidez além de neutralizar bases mede também a capacidade da água em suportar grandes mudanças de pH, devido à presença de gás carbônico livre na água (LIBÂNIO, 2005).

É de extrema importância que se controle a acidez total da água, pois acidez elevada pode ocasionar corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento de um sistema de abastecimento de água (BRASIL, 2004).

A classificação da acidez também depende do valor do pH da água:

- pH > 8,2 – CO₂ livre ausente;
- pH entre 4,5 e 8,2 – acidez carbônica;
- pH < 4,5 – acidez por ácidos minerais fortes (LIBÂNIO, 2005).

2.3.8 Alcalinidade total

A alcalinidade total indica a quantidade de íons, presentes na água, que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. A alcalinidade total de uma água é a soma das diferentes formas de alcalinidade existentes, ou seja, é a concentração de hidróxidos (OH⁻), carbonatos (CO₃²⁻) e bicarbonatos (HCO⁻³), expressa em termos de Carbonato de Cálcio (CaCO₃) (RICHTER e NETTO, 2007).

A classificação da alcalinidade também depende do valor do seu pH :

- para pH > 9,4 há o predomínio de hidróxidos e carbonatos;
- pH entre 8,3 e 9,4 se deve a presença de carbonatos e bicarbonatos
- pH entre 4,4 e 8,3 apenas bicarbonatos (LIBÂNIO,2005).

2.3.9 Oxigênio consumido (matéria orgânica)

Oxigênio consumido (OC) ou também conhecido como DQO (Demanda Química de Oxigênio), é a medida da concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas, por ação de um agente químico oxidante forte. Assim, o oxigênio

consumido, também conhecido como "matéria orgânica", é um indicador da concentração de matéria orgânica, assim como a DQO (VALENTE et al., 1997)

O Oxigênio Consumido tem o como objetivo oxidar quantitativamente as substâncias oxidáveis e, oferecer dados úteis que mostrem alterações da qualidade da água a ser tratada, indicando a efetividade do processo do tratamento aplicado, podendo também indicar possível desenvolvimento de microrganismos nas unidades de tratamento (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2008).

2.3.10 Cloretos

O cloreto é um dos principais ânions inorgânicos presentes na água. Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas, em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg L^{-1} , se apresentando, principalmente, na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio (BRASIL, 2004b)

Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar, e ainda podem advir dos esgotos domésticos ou industriais. Em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas. (FUNASA, 2014).

A adição de cloro durante o tratamento da água leva um aumento da concentração do íon cloreto decorrente da dissociação do cloro na água (CETESB, 2009).

2.3.11 Cloro

Durante o tratamento da água, cloro é utilizado no processo de desinfecção, para a eliminação de microrganismos patogênicos. Apesar de existir outros métodos para a desinfecção da água (calor, luz ultravioleta, ozônio, dióxido de cloro), o cloro e seus derivados são os mais usados, pelo fato de possuírem uma fácil aplicação, um menor custo além de possuir uma alta eficiência (MIRANDA, 1989).

O cloro é capaz de oxidar ou romper a parede celular dos microrganismos, afetando o metabolismo, causando um rompimento celular e, conseqüentemente, a eliminação, principalmente de bactérias (SOBSEY et al, 2003).

2.3.12 Microbiológicos

Os seres vivos encontrados na água são inúmeros, vão desde uma escala macroscópica, que são os peixes, moluscos etc, até uma escala microscópica representada pelos vírus, bactérias, protozoários, vermes, algas, e são os que possuem maior interesse no tratamento de água (RICHTER, 2009).

Segundo a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, são exigidos os parâmetros microbiológicos para coliformes totais, coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. A água destinada para o consumo pode apenas apresentar a presença de coliformes fecais caso haja a ausência de *Escherichia coli* em 100 mL, caso haja a suspeita de contaminação deve se monitorar o local e planejar medidas corretivas e preventivas (BRASIL, 2011).

Os coliformes são os microrganismos empregados para indicar contaminação fecal de humanos ou animais em água, mostrando se a água é adequada ou não para o consumo humano (MICHELINA et al., 2006).

O grupo dos Coliformes totais é formado por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, fermentam a lactose com produção de gás a 35,0 °C em 24-48 horas. Nesse grupo estão incluídos os gêneros; *Escherichia*, *Enterobacter* (multiplica-se em ambiente livre), *Citrobacter* e *Klebsiella*. Os Coliformes termotolerantes são um subgrupo das bactérias do grupo coliformes, capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 24h a 44,5 – 45,5°C, sua principal representante é *Escherichia Coli* (MACÊDO, 2001).

O gênero *Estafilococos* é formado por 35 espécies, onde 17 espécies podem ser isoladas de amostras biológicas humanas. São cocos gram-positivos, que apresentam um diâmetro de 0,5 a 1,5 µm, podendo ser isolados, em pares, em tétradas, em pequenas cadeias ou em agrupamentos irregulares com formato parecido com cachos de uvas, são imóveis, não formam esporos, são geralmente catalase-positivos, e tipicamente não encapsulados ou com limitada formação de cápsulas (Brooks et al, 2001)

No gênero *Estafilococos*, a espécie *Staphylococcus aureus*, coagulase-positiva e produtora de uma série de outras enzimas e toxinas, é a mais conhecida, e frequentemente implicada na etiologia de uma série de infecções e intoxicações no

homem e nos animais, enquanto os *Estafilococos* coagulase-negativa (Ecn) têm sido considerados saprófitas ou raramente patogênicos (Kloos, et al 1975).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO

A pesquisa foi realizada na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, na cidade de Dourados-MS. A cidade está situada a aproximadamente 235 Km da capital estadual, Campo Grande, e possui uma população estimada em 220 mil habitantes.

3.2 AMOSTRAGEM

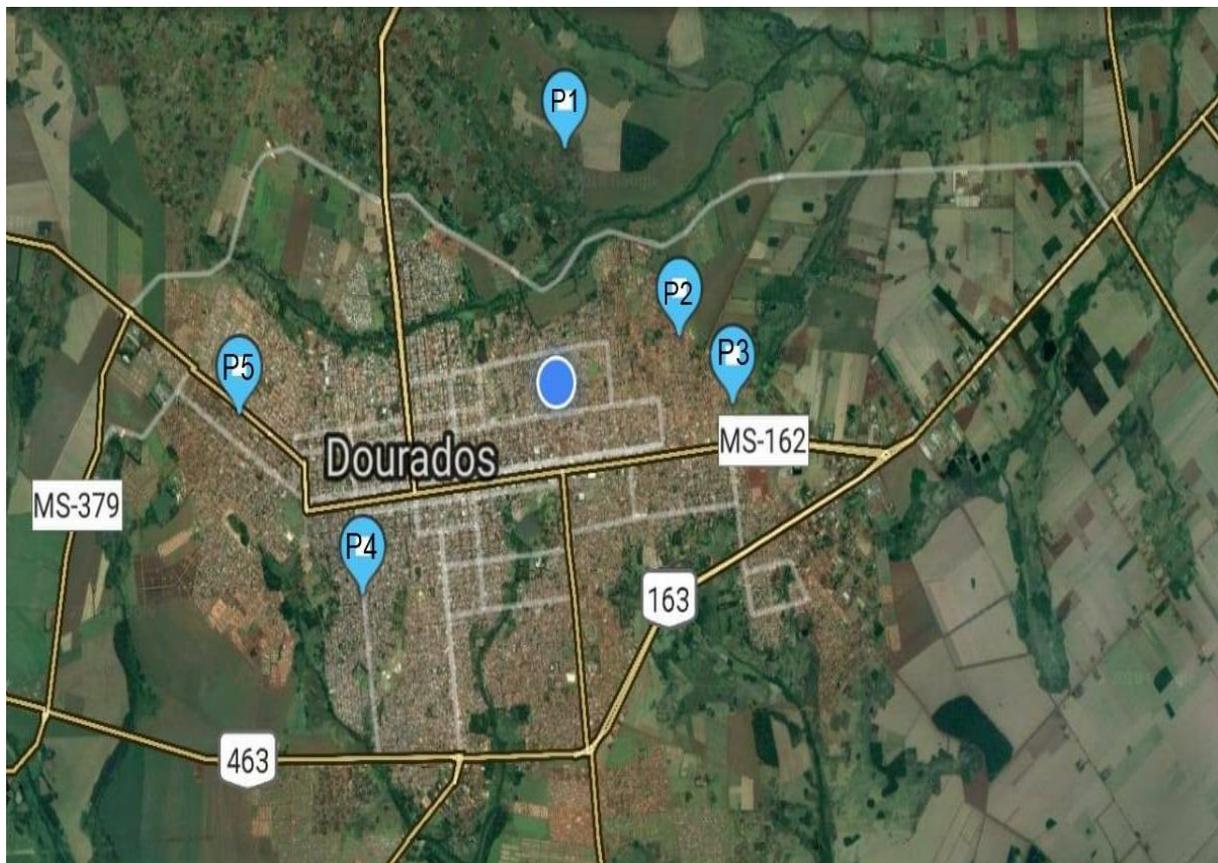
Inicialmente foram escolhidos e identificados cinco bairros localizados dentro da cidade de Dourados, cada bairro possui um ponto de coleta de amostra de água para o consumo. Para as análises físico-químicas as amostras de cada ponto foram coletadas em garrafas plásticas. Para a análise microbiológica as amostras foram coletadas em frascos estéril, e adicionadas tiosulfato de sódio 10 para inibir a ação do cloro presente. As amostras foram coletadas mensalmente entre os meses de abril e junho de 2018.

A Tabela 2 mostra a identificação e o local de cada ponto coletado para realização das análises.

Tabela 2 Identificação dos pontos coletados

Pontos de Coleta	Bairros
P1	Aldeia Jaguapiru
P2	Canaã 1
P3	Parque das Nações
P4	Jardim Itália
P5	Jardim Florida

Figura 3 Localização dos pontos de coleta



Fonte: Google Maps

Para determinar a qualidade da água, foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica, Matéria Orgânica (Oxigênio Consumido), Acidez Total, Alcalinidade Total, Cloreto, Dureza Total, Dureza de Cálcio e Magnésio, Turbidez, Sólidos Totais e Cloro Residual Livre.

A Tabela 3 apresenta os métodos utilizados para cada parâmetro analisado.

Tabela 3 Parâmetros Físico-químicos Analisados

Parâmetro	Método	Equipamento	Referência
Temperatura		Oxímetro YSI, Modelo 55	APHA,1998
pH	Potenciométrico	pHmetro, Metrohm	APHA,1998
Dureza	Titulométrico com EDTA		APHA,1998
Condutividade Elétrica	Eletrométrico	Condutivímetro 712 Metrohm	APHA,1998
Sólidos Totais	Gravimétrico	Estufa	APHA,1998
Acidez	Titulométrico		APHA,1998
Alcalinidade total	Titulométrico		APHA,1998
Oxigênio Consumido	Titulométrico		APHA,1998
Turbidez	Nefelométrico	Turbidímetro – Modelo TD 200 Instrutherm	APHA,1998
Cloreto	Titulométrico		APHA,1998
Cloro	Titulométrico		APHA,1998

Para a análise microbiológica das águas foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos, empregando-se o caldo Lauril Sulfato Triptose para a realização da prova presuntiva, com incubação a 35°C por 48 horas. Os tubos considerados positivos foram transferidos para o caldo EC, e colocados em banho-maria à 45°C por 24 horas. A obtenção do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais foi realizada utilizando-se a tabela com série de três tubos (VANDERZANT et al, 1992). Para a análise do gênero *Estafilococos* foi realizada utilizando o método de contagem direta em placas de Ágar Baird-Parker (BP).

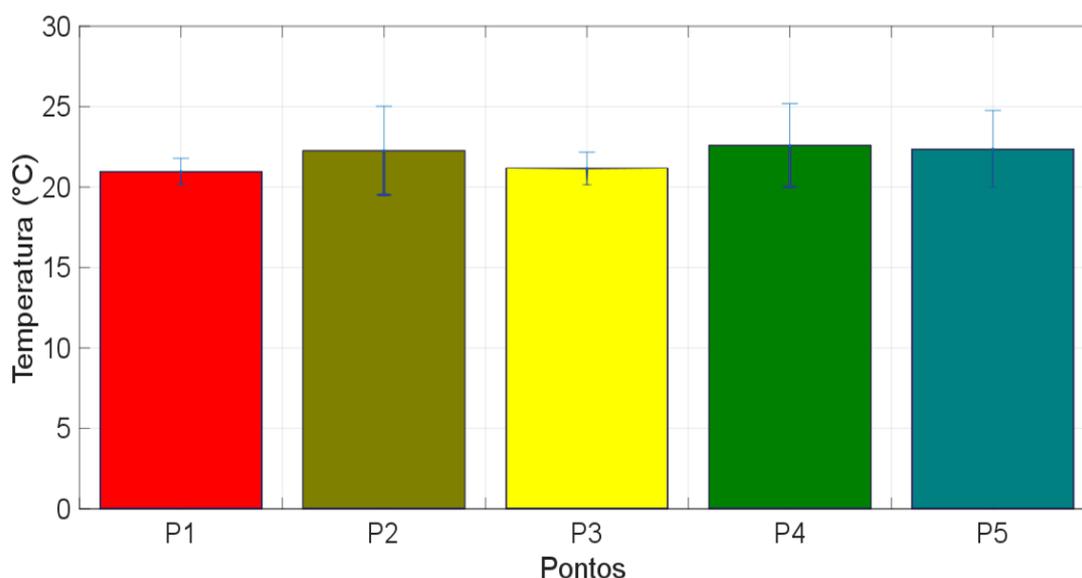
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis físico-químicas para cada mês podem ser observados na Tabela 8 que se encontra no (Apêndice A). Para construções dos gráficos, ilustrados nas figuras a seguir, utilizou-se as médias de cada parâmetro analisado.

4.1 TEMPERATURA

A Figura 4 apresenta os valores médios encontrados para a temperatura, podendo-se observar que variaram entre 20,97°C para o P1 e 22,60° C para o P4. Os valores encontrados para a temperatura não foram tão distantes uns dos outros para cada ponto. Fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade podem influenciar na temperatura (CETESB, 2011).

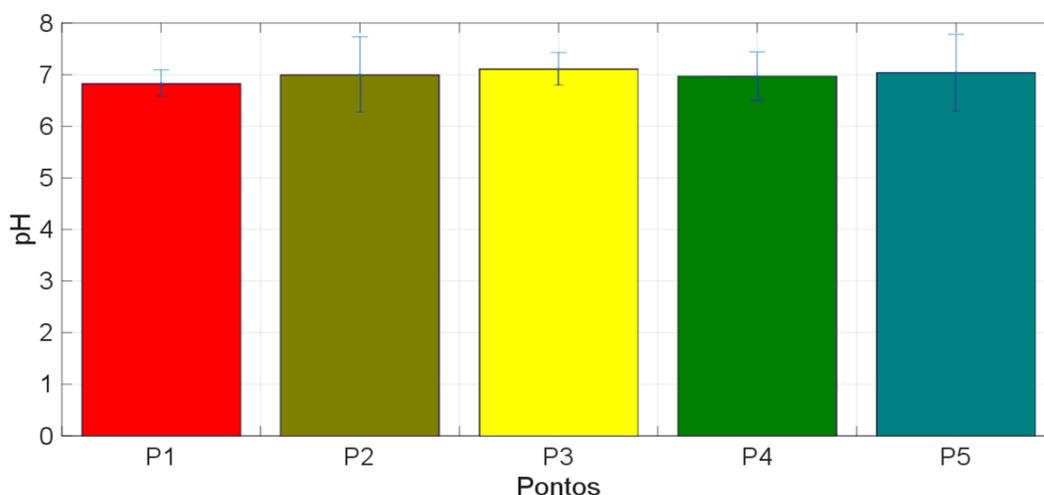
Figura 4 -Valores médios para Temperatura



4.2 pH

Apesar do pH não ser considerado um poluente, ele é muito usado para avaliar a qualidade da água. A figura 5 demonstra graficamente os valores médios de pH encontrados para cada ponto, onde o P3 apresentou a maior média de 7,11 para o pH, já o ponto que apresentou menor valor para o pH foi P1 com 6,79. Todos os pontos estão em conformidade com a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde que prevê valores de pH entre 6,0 e 9,5, para águas destinadas ao consumo humano.

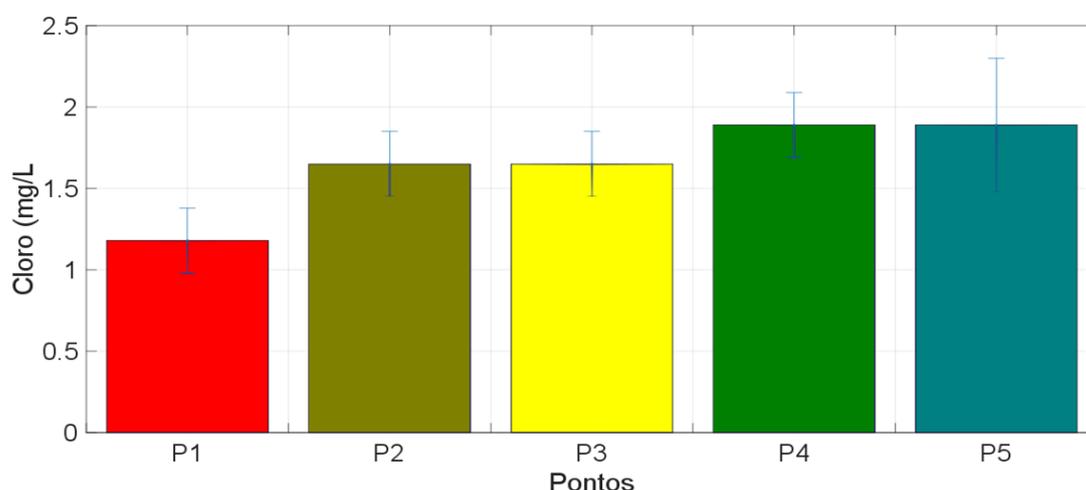
Figura 5- Valores médios para o pH



4.3 CLORO RESIDUAL LIVRE

Em todos os pontos analisados, conforme Figura 6, foram encontrados valores médio de cloro residual livre, entre 1,18 e 1,89 mg.L⁻¹ estando de acordo com a legislação e sendo responsável pela inibição do crescimento e/ou eliminação de *Escherichia coli* na água em estudo (QUICK et al., 20015).

Figura 6-Valores médios para Temperatura

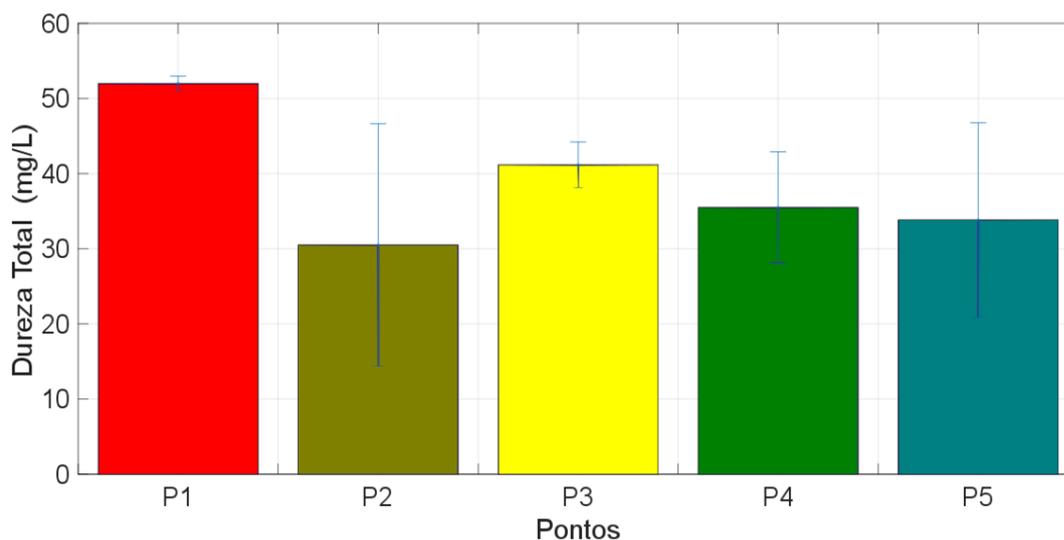


4.4 DUREZA TOTAL

A dureza é um parâmetro que admite valores muito altos, com relação a potabilidade de água, características de águas duras ou muito duras (ALVES et al, 2010). A portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde que determina um limite máximo de

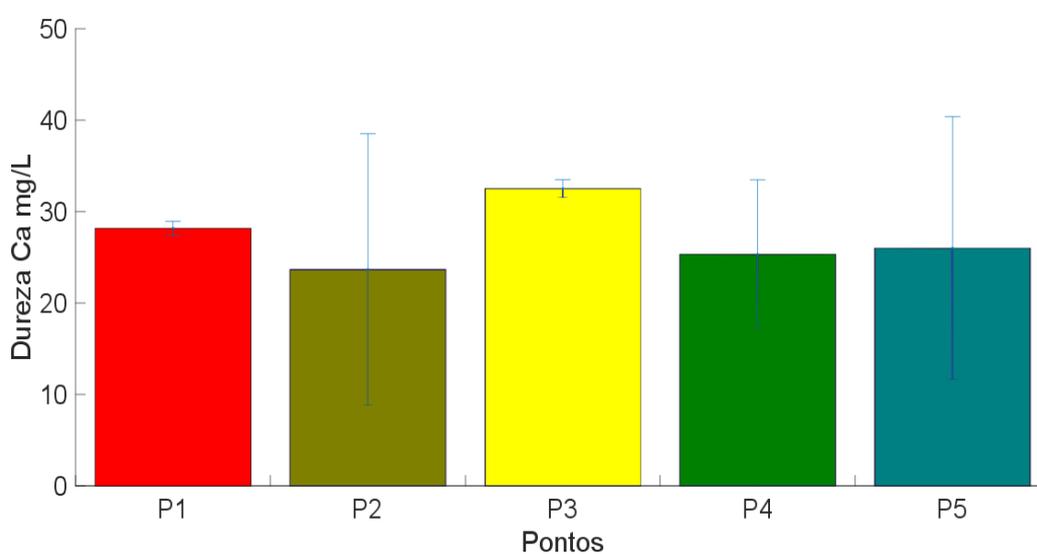
500 mg L⁻¹ CaCO₃. Na Figura 7, podemos observar que os valores encontrados para dureza não foram suficientes para alcançar o limite máximo exigido. O ponto que apresentou maior valor para dureza foi o P1 com 52,00 mg L⁻¹, e o menor valor encontrado foi para o P2 com 30,50 mg L⁻¹. Os pontos P3, P4 e P5 apresentaram valores de 41,17 mg L⁻¹, 35,50 mg L⁻¹, 33,83 mg L⁻¹ respectivamente.

Figura 7 Valores médios para a Dureza Total



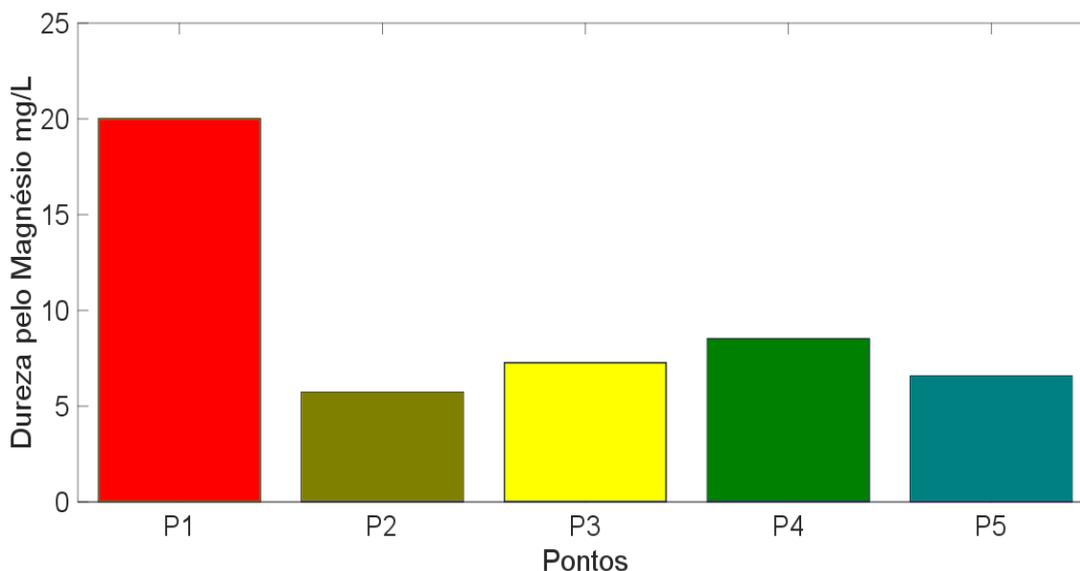
Com relação a dureza provocada pelo cálcio, a menor concentração encontrada ficou em torno de 23,67 mg L⁻¹ para o P2, e a concentração mais alta ficou em torno de 32,50 mg L⁻¹ para o P3, como mostra a figura 8.

Figura 8-dureza provocada pelo cálcio



Já para a dureza provocada pelo magnésio o ponto que apresentou uma maior concentração foi o P1 com 20,02 mg L⁻¹, onde o ponto que obteve uma menor concentração foi o P2 com 5,74 mg L⁻¹, como mostrado na figura 9.

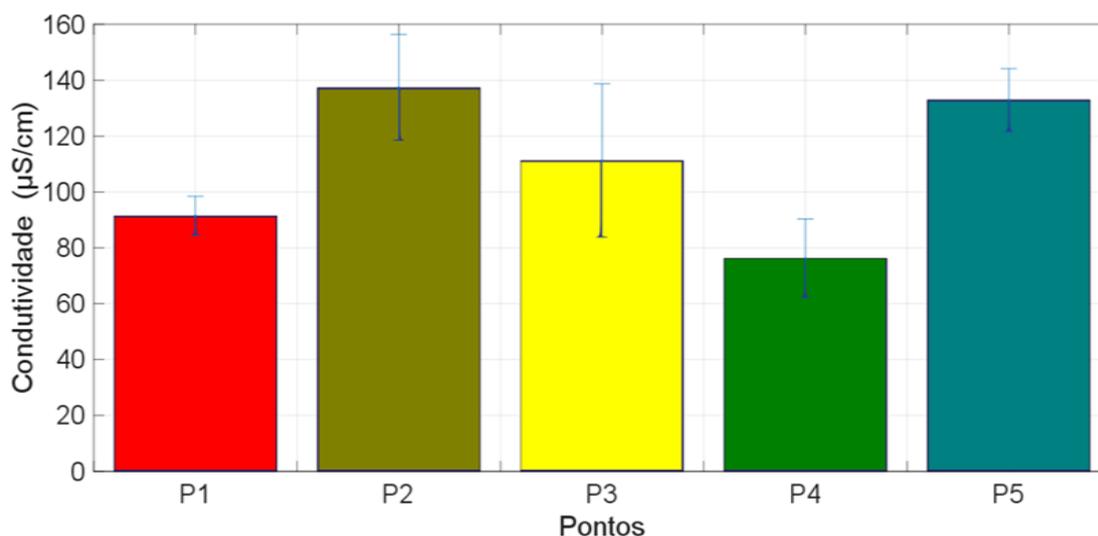
Figura 9- Dureza provocada pelo magnésio



4.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE

A figura 10 apresenta os valores médios obtidos para condutividade, podendo-se observar uma variação considerável entre os cinco pontos analisados. Os resultados para a CE apresentaram um valor mínimo de 76,19 $\mu\text{S cm}^{-1}$ no P4, e 137,30 $\mu\text{S cm}^{-1}$ no P2. A condutividade está diretamente relacionada com a poluição da água, quanto maior o valor da condutividade mais poluída será. O aumento do conteúdo mineral é responsável pelo aumento a condutividade.

Figura 10-Valores médios para a Condutividade

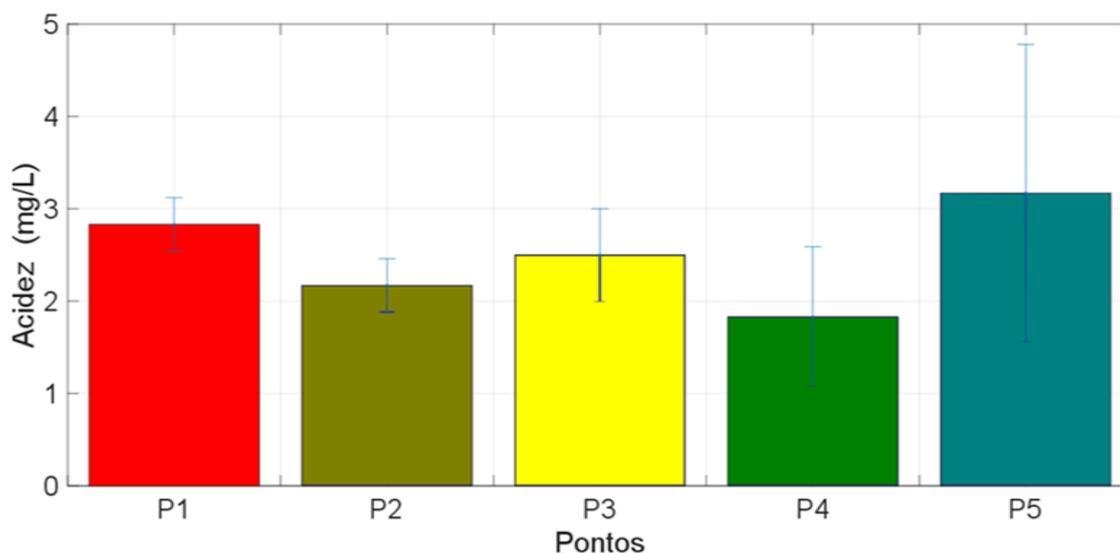


4.6 ACIDEZ TOTAL

A Acidez Total é expressa em termos de CaCO_3 e é medida neutralizando-se o CO_2 livre por volumetria ácido-base, usando como solução titulante solução de NaOH (RICHTER e NETTO, 2007).

A Figura 11 mostra que as concentrações oscilaram entre $3,17 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ para o P5 e de $1,83 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ para o P4. Toda a acidez encontrada neste estudo foi devido ao ácido carbônico que é natural em águas.

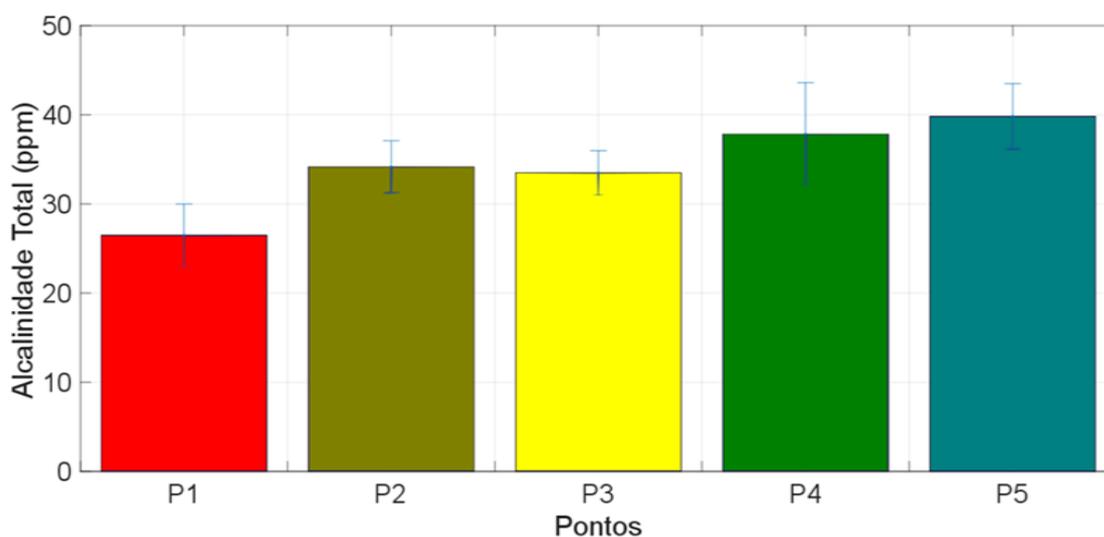
Figura 11-Valores médios para Acidez



4.7 ALCALINIDADE TOTAL

Segundo LIBÂNIO (2005), águas que possuem uma faixa de pH entre 4,4 e 8,3 possuem alcalinidade devida somente ao bicarbonato. A alcalinidade foi medida em termos de alcalinidade total (carbonatos e bicarbonatos) e, as concentrações médias encontradas foram de 39,83 mg L⁻¹ CaCO₃ para o P5 e de 26,49 mg L⁻¹ CaCO₃ para o P1, como mostrado na figura 12. A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg L⁻¹ de CaCO₃ (BRASIL, 2006).

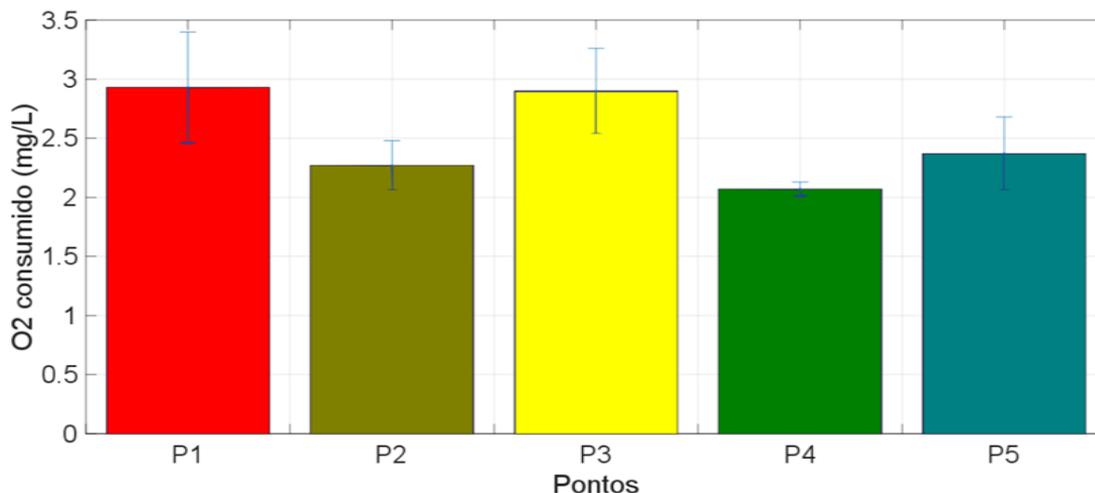
Figura 12-Valores médios para Alcalinidade Total



4.8 OXIGÊNIO CONSUMIDO (MATÉRIA ORGÂNICA)

Em relação ao oxigênio consumido todos os pontos se mostraram com valores médios muito próximos, não havendo diferenças muito grandes. Conforme a figura 13, o valor médio mínimo encontrado, foi para o P4 que obteve uma concentração de 2,07 mgO₂ L⁻¹, já o ponto que apresentou uma maior concentração foi o P1 com 2,93 mgO₂ L⁻¹. Cabe salientar que apesar de não haver legislação específica para este parâmetro, todos os pontos possuem concentrações bastante baixas, não prejudicando a potabilidade da água.

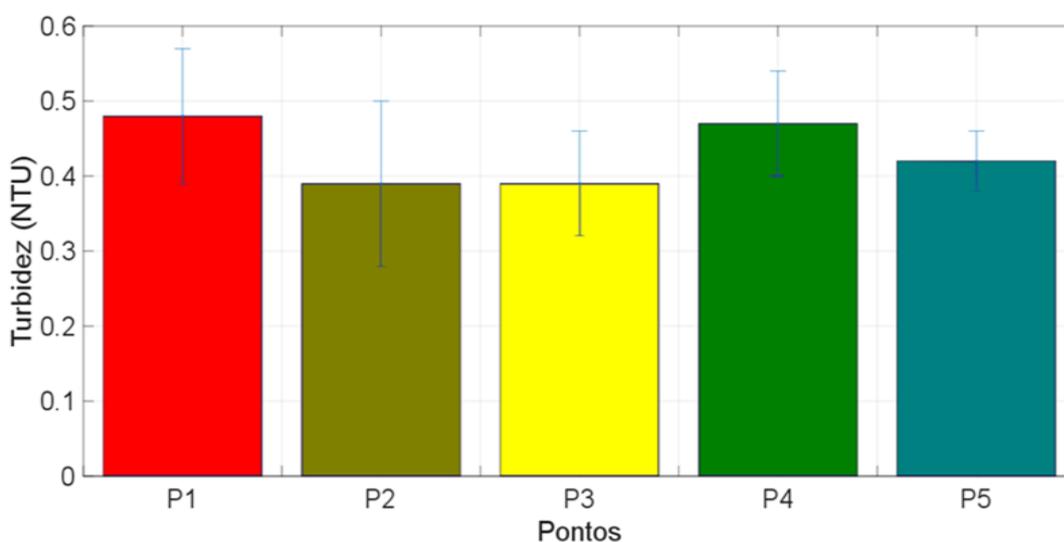
Figura 13-Valores médios para Oxigênio Consumido



4.9 TURBIDEZ

A turbidez pode prejudicar o processo de desinfecção da água, pois as partículas em suspensão podem servir de barreiras e abrigo para o microrganismo durante o processo de desinfecção. A Figura 14 mostra que todos os pontos estão dentro dos valores exigidos pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde que determina o valor máximo de 5 NTU para turbidez. Os valores para turbidez variaram de 0,48 NTU para o P1 e 0,39 NTU para os pontos P2 e P3.

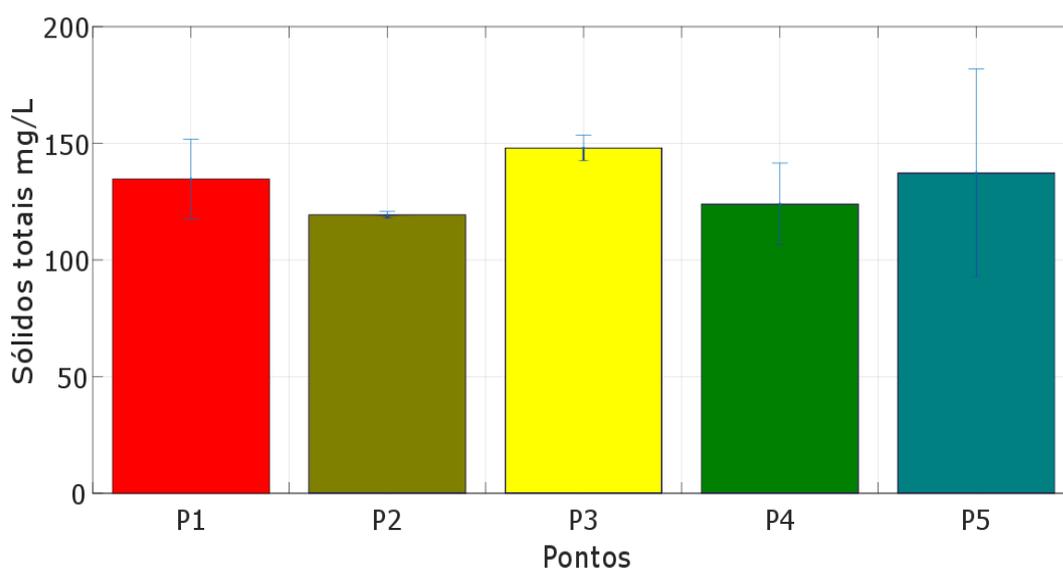
Figura 14-Valores médios para a Turbidez



4.10 SÓLIDOS TOTAIS

Com relação aos sólidos totais figura 15, mostra que as concentrações atingiram o mínimo de $119,33 \text{ mg L}^{-1}$ para o P2 e o máximo $148,00 \text{ mg L}^{-1}$ para o P3, porém a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde não cita limites máximos permissíveis para esse parâmetro.

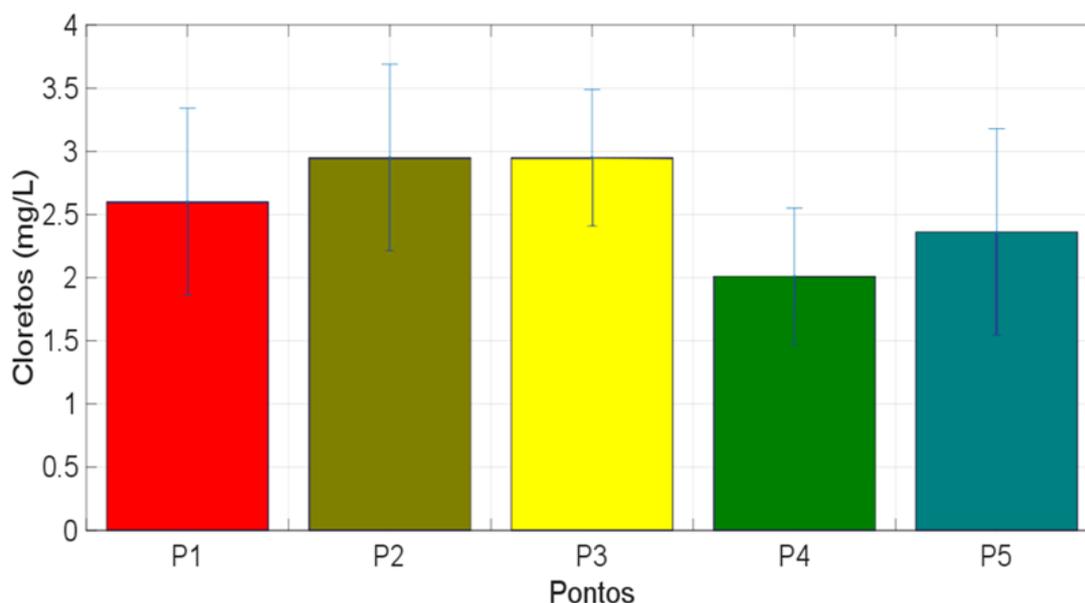
Figura 15-Valores médios para os Sólidos Totais



4.11 CLORETO

O Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº2.914, determina a concentração máxima de 250 mg L^{-1} de cloreto em águas de abastecimento público destinada ao consumo humano. Os valores encontrados para os cinco pontos, conforme a figura 16, estão todos abaixo do valor máximo exigido. Onde o P2 e P3 foram os pontos que apresentaram a maior concentração de $2,95 \text{ mg L}^{-1}$ cada, e o P4 foi o ponto que apresentou a menor concentração de $2,01 \text{ mg L}^{-1}$.

Figura 16-Valores médios para o Cloreto



4.12 ANÁLISE POR COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

Foi aplicada a análise de componentes principais com o objetivo de obter o máximo de informação, em termos da variação total dos dados, com menor perda possível da informação. A variância contida em cada componente principal gerado foi expressa pelos autovalores da matriz padronizada, de modo que o maior autovalor está associado ao primeiro componente principal (CP1), o segundo maior autovalor ao segundo (CP2), e assim sucessivamente, até que o menor autovalor esteja associado ao último (CP), colocando os primeiros como os mais importantes. Dessa maneira é possível observar que as variáveis que melhor explicaram a variância dos dados são: T, pH, DT, Dureza Ca, ST, Alcalinidade T, OC e Cloro CP1 e CE, TU e Cloretos CP2 Tabela 4.

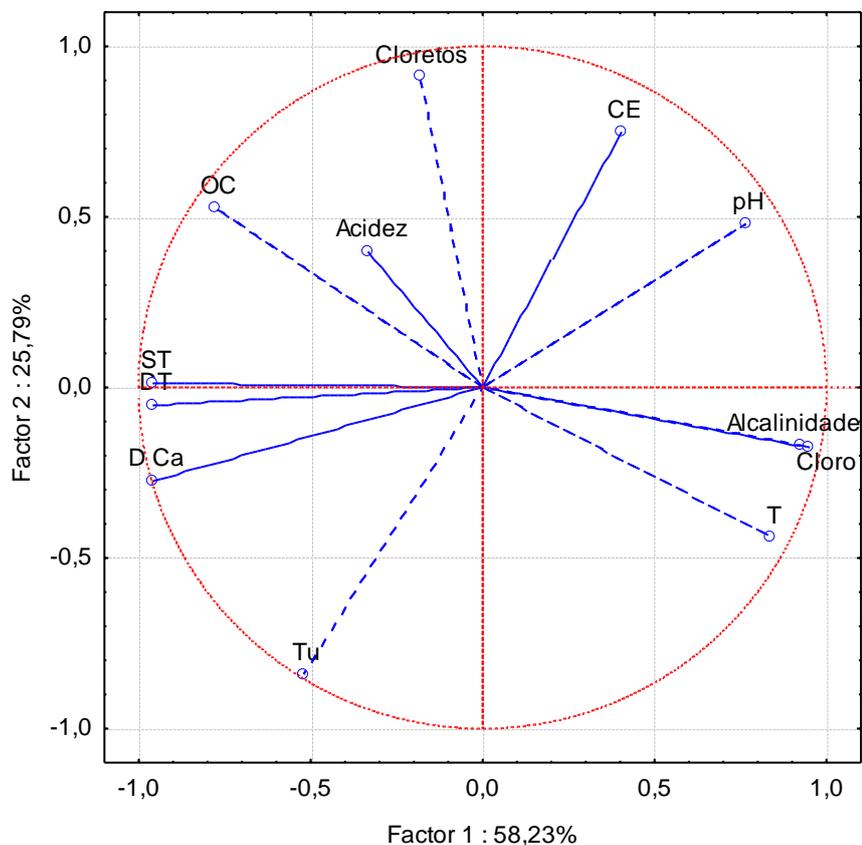
Tabela 4-Contribuição entre cada componente principal e variáveis analisadas

Variáveis	CP1	CP2
Temperatura	0,838328*	-0,440846
pH	0,765508*	0,479774
Dureza Total	-0,959649*	-0,050324
Dureza Ca	-0,956920*	-0,272376
CE	0,404335	0,749023*
ST	-0,958911*	0,013776
Acidez	-0,334010	0,400228
Alcalinidade T	0,926032*	-0,170179
OC	-0,775968*	0,525699
Turbidez	-0,520344	-0,840906*
Cloretos	-0,184059	0,910701*
Cloro	0,950423*	-0,175733

Legenda: * Variáveis com alta contribuição na variabilidade dos dados

Para seleção das componentes principais utilizou-se o critério de Kaiser que sugere o uso de (CPs) com valores próprios maiores do que a unidade ($\lambda_i > 1$), (KAISER, 1958; HONGYU, 2015). Assim as duas primeiras componentes principais selecionadas neste estudo apresentaram elevados autovalores (6,98 CP1 e 3,09 CP2) os quais explicaram 84,02% da variância dos dados, sendo 58,23% CP1 e 25,79% CP2 Figura 17.

Figura 17-Peso das duas primeiras componentes principais para as variáveis estudadas



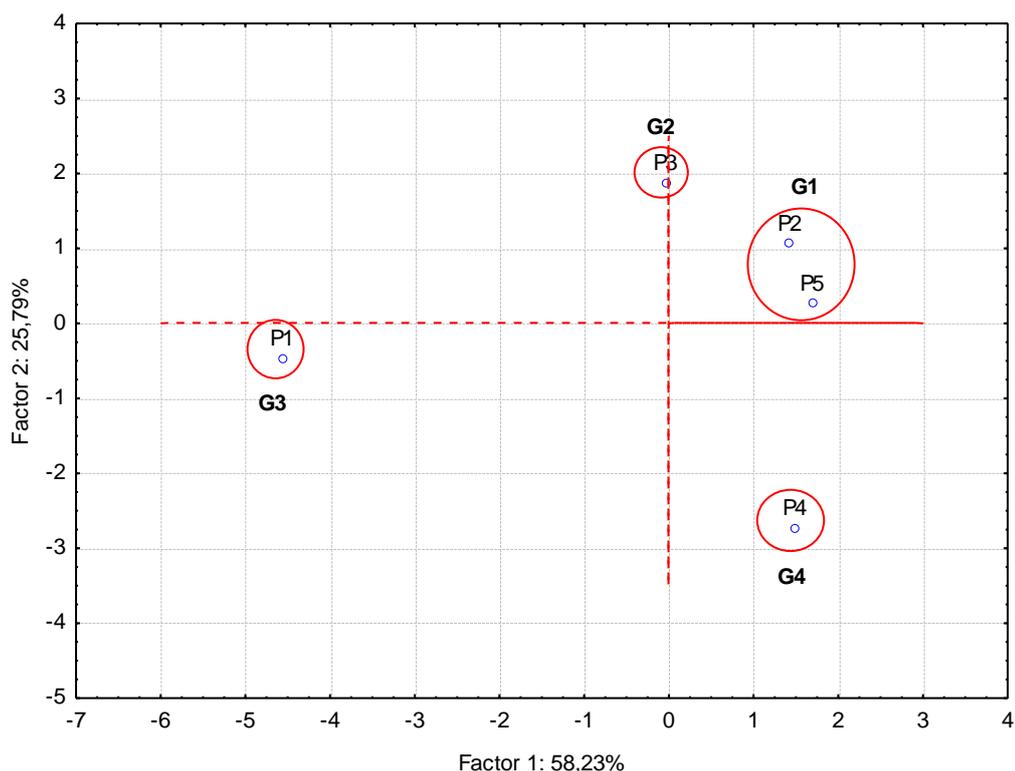
Analisando a Figura 17, é possível observar que existem correlações positivas altas entre as variáveis alcalinidade total, cloro e temperatura quarto quadrante, pois de acordo com Hongyu, et al., (2015) quanto menor forem os ângulos de vetores de tamanhos semelhantes formados em relação ao eixo das abscissas mais altas são as correlações entre as variáveis.

No segundo e terceiro quadrante destacam-se correlações positivas altas entre as variáveis dureza total, sólidos totais e dureza por cálcio. De acordo com Pereira et al., (2010) quase toda dureza da água provém do cálcio e do magnésio.

Os pontos amostrados formaram quatro grupos em regiões distintas na análise de agrupamento sendo denominado de G1 o agrupamento formado pelos pontos P2 e P5 quadrante positivo de X e de Y, G2 formado pelo P3, segundo quadrante, próximo ao eixo positivo de Y, G3, formado pelo P1 eixo negativo de X e de Y, e G4, formado pelo P4 eixo negativo de Y e positivo de X.

Os agrupamentos dos pontos de coletas na Figura 18, refletem a contribuição individual de cada variável, nesse sentido para o agrupamento G1 formado pelo P2 e P5 destacam-se as variáveis condutividade elétrica e pH com maior semelhança entre esses dois pontos quando comparado aos demais.

Figura 18-Escores da primeira e segunda componente principal para as variáveis estudadas



Para o G2 formado pelo P3 a alta condutividade elétrica e alta dureza Ca comparado aos demais pontos analisados, são as variáveis que discriminaram esse ponto dos demais.

A separação do G3 dos demais grupos, se deu principalmente em função da alta dureza total e dureza Ca, e baixa alcalinidade e cloro comparado aos demais pontos estudados. Já o G4 formado pelo P4 discriminou-se dos demais principalmente em função dos teores de cloro, cloreto, acidez, oxigênio consumido serem mais baixos que os demais pontos analisados, e ainda devido à temperatura ser pouco mais elevada que os demais pontos estudados.

4.13 MICROBIOLÓGICOS

Para a realização da análise microbiológica utilizou-se a técnica do Número Mais Provável (NMP) que é a técnica dos tubos múltiplos, onde volumes decrescentes das amostras são inoculados em uma série de tubos, em meio de cultura apropriado para o crescimento dos microrganismos a serem analisados. As diluições realizadas foram (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}). Os resultados para a técnica de NMP são expressos em NMP/100mL.

Apesar da realização da análise do género *Estafilococos* não consta na legislação da qualidade da água, essa análise foi realizada utilizando o método de contagem direta em placas. Para essa análise usou-se as seguintes diluições (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}), onde foi inoculado 0,1 mL de cada diluição na superfície da placa de Ágar Baird-Parker (BP). A tabela a seguir mostra os resultados obtidos da análise microbiológica realizada para coliforme totais durante as três coletas.

Tabela 5-Resultado da análise microbiológica para Coliformes Totais

Coliformes Totais (NMP/ mL)	Primeira Coleta	Segunda Coleta	Terceira Coleta
Ponto 1	$1,3 \times 10^3$	$4,6 \times 10^4$	$2,1 \times 10^3$
Ponto 2	$9,3 \times 10^3$	$2,4 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$
Ponto 3	$4,3 \times 10^3$	$3,6 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$
Ponto 4	$1,1 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$
Ponto 5	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$

Através dos resultados mostrados na tabela 5 podemos observar que durante as três coletas as amostras de água analisadas foram positivas para coliformes totais. Segundo SOUZA (2000) detecção de coliformes totais em amostras de águas não é necessariamente um indicativo de contaminação fecal.

De acordo com REGO (2010) a presença de coliformes totais em águas deve ser analisada de acordo com o tipo de água. Naquela que sofreu desinfecção, os coliformes totais devem estar ausentes.

Já para as análises realizadas para coliformes termotolerantes, *Escherichia Coli* e *Staphylococcus aureus* se mostraram ausentes em todos os pontos durante as três coletas realizadas.

Conforme a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde que diz que as amostras de água devem apresentar ausência de coliformes totais e termotolerantes em uma amostra de 100 mL. Este resultado mostra que a água de Dourados não está em conformidade para coliformes totais, porém se encontra ausente para coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli*.

A presença de coliformes termotolerantes em água potável é um bom indicador da existência de riscos à saúde do consumidor. Algumas cepas patogênicas de *Escherichia coli*, com endotoxinas potentes podem causar diarreias moderadas a severas, colite hemorrágica grave, e a síndrome hemolítica urêmica (SHU) em todos os grupos etários, podendo levar à morte (ZIESE et al., 2013).

A ocorrência de *E. coli* é considerada um indicador específico de contaminação fecal (GUERRA et al., 2006). A presença de coliformes termotolerantes em água potável é o melhor indicador de que existe risco a saúde do consumidor (DIAS, 2008).

É pouco provável que os Coliformes fecais se desenvolvam em sistemas de distribuição, a menos que exista abundância de nutrientes, ocorra pós-contaminação, que a temperatura da água tratada seja inferior a 13° C e não exista cloro residual livre (OMS, 1995).

5 CONCLUSÃO

De uma forma geral, as concentrações médias encontradas para as variáveis físico-químicas não ultrapassaram os limites estabelecidos pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde em todos os pontos, não havendo, portanto, restrição de uso quanto a esses parâmetros. Porém para as análises microbiológicas os resultados mostraram presença de coliformes totais durante as coletas realizadas para todos os pontos, mostrando falhas na desinfecção da água distribuída na cidade. Já para as análises de coliformes termotolerantes, *Escherichia Coli* e *Staphylococcus aureus* se mostraram em conformidade com a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde onde devem ser ausentes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEODATO, S. **O consumo consciente da água. Bio nutrição e saúde**, ano 1, n. 2, 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 20.ed. (CD), Washington, D. C., 1998

BRANCO, SM. Água, **Meio Ambiente e Saúde. Águas doces do Brasil**. São Paulo: Escrituras. Editora, 1999.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. "Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA." Ministério do Meio Ambiente, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 1ª ed. Brasília: FUNASA, 2004. 146 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. I **Conferência de Saúde Ambiental, Saúde e Ambiente, Vamos Cuidar da Gente: Relatório Final**. Brasília, 2010

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de portabilidade e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 59, Seção 1, p. 266-270, 2004

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

BRISCOE, J. **Abastecimento de água y servivios de saneamento: su funcion em la revolucion de la supervivência infantil. Boletin de la Oficina sanitária panamericana**, 103:325-330.

BRITO, L. T. L.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M. **Qualidade de água para consumo humano**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 16, 2007.

Brooks, F., Butel, S., Morse, A. **Medical Microbiology**. 22. s.l. : Mc Graw Hill, 2001

CONAMA -Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do Conama: 01/1986. Ed Secretaria Especial do Meio Ambiente (Sema) 1986; Brasília, 96p

CRUZ, P. et al. **Estudo comparativo da qualidade físico-química da água**

no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007, João Pessoa. Anais... João Pessoa: CONNEPI, 2007.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P.L. – **Ensaio de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água.** São Carlos. RiMa, 2002

DIAS, M. F. F. **Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara – SP.** 2008. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2008.

FORTUNA, J. L.; RODRIGUES, M. T.; SOUZA, S. L.; SOUZA, L. **Análise microbiológica da água dos bebedouros do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF): coliformes totais e termotolerantes.** Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 21, n. 154, p. 103-105, jul./ago. 2007.

FRANCO, R. A. M. **Qualidade da água para irrigação na microbacia do córrego do coqueiro no noroeste paulista.** Tese de mestrado. UNESP. 2008.

FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água.** 3º edição. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** /Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014. 112 p

GUERRA, N. M. M.; OTENIO, M. H.; SILVA, M. E. Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C. V.; NAKAMURA, T. U.; DIAS FILHO, B. P. **Ocorrência de Pseudomonas aeruginosa em água potável.** *Acta Sci. Biol. Sci.*, v.28, n.1, p.13-18, 2006.

Guias para la Calidad del Agua Potable. Vol. 1 – **Recomendaciones** – OMS, Ginebra–1995, Segunda edición.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; JUNIOR, G. J. O. **Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação.** E&S - Engineering and Science 2015, 5:1. DOI: 10.18607/ES20165053.

JOVENTINO, E.S; et al. **Comportamento da diarreia infantil antes e após consumo de água pluvial em município do semi-árido brasileiro.** Texto Contexto Enferm. 2010; 19 (4):691-9.

KAISER, H. F. *The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis*. Psychometrika, v. 23, n. 3. p. 187-200, 1958.

Kloos, W.E., Schleifer, K.H. *Simplified scheme for routine identification of human Staphylococcus species*. s.l. : J Clin Microbiol, Vol. 1, pp. 82-8, 1975.

LARSEN, D. *Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR*. 2010. 182 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LIBÂNIO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. São Paulo: Átomo, 444 p, 2005.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. *A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública*. Revista de Engenharia Sanitária Ambiental: v. 10, n. 3, p. 219 – 228, Jul./Set., 2005.

MACEDO, J. A. B. *Águas e Águas*. São Paulo: Varela, 505p, 2001.

MACÊDO, J. A. B. *Águas & águas*. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007.

MENDES, C. G. N. *Tratamento de águas para consumo humano - Panorama mundial e ações do PROSAB*. In: PÁDUA, V. L. (Coord.). *Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano*. Rio de Janeiro: ABES. 504 p. 2006.

MICHELINA, A. de F.; BRONHAROA, T. M.; DARÉB, F.; PONSANOC, E. H. G. *Qualidade microbiológica de águas de sistemas de abastecimento público da região de Araçatuba, SP*. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 20, n. 147, p. 90-95, dez. 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. *Manual de Saneamento*. 2. ed. Fundação Serviços de Saúde

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. *Manual de Saneamento*. 2. ed. Fundação Serviços de Saúde Pública. Rio de Janeiro - RJ, 250 p. 1981.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Secretaria de Vigilância em Saúde. Inspeção sanitária em abastecimento de água*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006c. 84 p.

MIRANDA, C.A.S.; MONTEIRO, T.C.N. Qualidade da água em sistemas de reservação e distribuição predial na cidade do Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde*

Pública, Rio de Janeiro, v.5, n.3, p. 284-295, 1989.

PARASHAR, C. et al. ***Multivariate analysis of drinking water quality parameters in Bophal, India***. Environmental Monitoring and Assessment, New York, v. 140, p. 119-122, 2010.

Portaria nº. 2914/2011. Estabelece as responsabilidades e procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

QUICK, R.E; KIMURA A.;THEVOS, A.; TEMBO, M.; SHAMPUTA, I.; HUTWAGNER, L.; MINTZ, E. ***Diarrhea prevention through household-level water disinfection and safe storage in Zambia***. American. Journal of. Tropical. Medicine and. Hygiene., Deerfield, v. 66, n.5, p. 584–589, 2015.

REGO N. A. C., BARROS S. R., DOS SANTOS J. W. B., ***Avaliação esapaçotemporal da concentração de coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, Ihéus – BA***. Revista Eletrônica do Prodem, v. 4, n.1, p. 55-69, 2010.

RIGOBELLO, E. C. et al. ***Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da região de Dracena***. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., v. 7, n. 2, p. 219-224, 2009.

SILVA, L. M.; SOUZA, E. H., ARREBOLA, T. M.; JESUS, G. A. Ocorrência de um surto de hepatite A em três bairros do município de Vitória (ES) e sua relação com a qualidade da água de consumo humano. ***Ciênc. saúde coletiva***, v.14, n.6, p.2163-2167, 2009

SILVA, M. O. S. A. ***Análises físico-químicas para controle das estações de tratamento de esgoto***. São Paulo: CETESB; 1997.

SOBSEY, M.D.; HANDZEL, T.; VENCZEL, L. Chlorination and safe storage of household drinking water in developing countries to reduce waterborne disease. ***Water Science Technology***, London, v 47, n 3, p. 221-228, 2003.

SOUZA, D. A. ***Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento de São Carlos – SP***. 52 2000. 109f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESEER, D. F. **Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods**. 3. ed. Washington: American Public Health Association. 1992.

ZANCUL, M. S. **Água e saúde**. Revista Eletrônica de Ciências. n. 32, 2006.

ZIESE, T., ANDERSON, Y., JONG, B., LOFDHAL, S., RAMBERG M. **Surto de Escherichia coli O157 na Suécia**. Relatório de investigação de surtos. n.1, 10p, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A

		Temperatura (°C)	pH	Dureza Total (mg/L)	Dureza Ca (mg/L)	Condutividade (µS/cm)	Sólidos Totais (mg/L)	Acidez (mg/L)	Alcalinidade Total (mg/L)	O2 consuido (mg/L)	Turbidez (NTU)	Cloretos (mg/L)	Cloro (mg/L)
P1	Coleta 1	20,70	6,40	53,00	29	99,50	128,00	2,50	24,00	2,40	0,58	1,77	1,06
	Coleta 2	21,90	7,04	51,00	28	87,75	154,00	3,00	24,98	3,30	0,45	3,19	1,42
	Coleta 3	20,30	6,92	52,00	27,5	86,95	122,00	3,00	30,50	3,10	0,42	2,84	1,06
	Média	20,97	6,79	52,00	28,17	91,40	134,67	2,83	26,49	2,93	0,48	2,60	1,18
	DP	0,83	0,34	1,00	0,76	7,03	17,01	0,29	3,50	0,47	0,09	0,74	0,20
	CV %	3,97	5,01	1,92	2,71	7,69	12,63	10,19	13,23	16,11	17,60	28,39	17,32
P2	Coleta 1	21,60	6,15	12,00	8	149,40	128,00	2,00	32,00	2,20	0,52	3,19	1,77
	Coleta 2	25,30	7,47	38,00	25,5	147,10	119,00	2,50	33,00	2,10	0,35	3,55	1,42
	Coleta 3	19,90	7,37	41,50	37,5	115,40	121,00	2,00	37,50	2,50	0,31	2,13	1,77
	Média	22,27	7,00	30,50	23,67	137,30	122,67	2,17	34,17	2,27	0,39	2,95	1,65
	DP	2,76	0,73	16,12	14,84	19,00	4,73	0,29	2,93	0,21	0,11	0,74	0,20
	CV %	12,40	10,50	52,84	62,68	13,84	3,85	13,32	8,57	9,18	28,35	24,98	12,37
P3	Coleta 1	21,30	6,97	32,5	10,08	127,40	149,00	2,00	36,00	2,50	0,44	2,48	1,42
	Coleta 2	22,10	6,89	31,5	7,56	126,70	142,00	3,00	33,47	3,20	0,42	3,55	1,77
	Coleta 3	20,10	7,48	33,5	4,20	79,40	153,00	2,50	31,00	3,00	0,31	2,84	1,77
	Média	21,17	7,11	32,50	7,28	111,17	148,00	2,50	33,49	2,90	0,39	2,95	1,65
	DP	1,01	0,32	1,00	2,95	27,51	5,57	0,50	2,50	0,36	0,07	0,54	0,20
	CV %	4,76	4,50	3,08	40,52	24,75	3,76	20,00	7,47	12,43	17,95	18,33	12,37
P4	Coleta 1	22,10	6,43	27,00	16,5	86,30	143,00	1,00	35,00	2,10	0,54	2,13	2,13
	Coleta 2	25,40	7,16	39,00	27	82,30	107,00	2,50	34,00	2,00	0,47	2,48	1,77
	Coleta 3	20,30	7,31	40,50	32,5	59,97	123,00	2,00	44,50	2,10	0,41	1,42	1,77
	Média	22,60	6,97	35,50	25,33	76,19	124,33	1,83	37,83	2,07	0,47	2,01	1,89
	DP	2,59	0,47	7,40	8,13	14,19	18,04	0,76	5,80	0,06	0,07	0,54	0,20
	CV %	11,44	6,76	20,84	32,09	18,62	14,51	41,66	15,32	2,79	13,75	26,96	10,83
P5	Coleta 1	21,40	6,20	9,5	7,98	143,90	188,00	2,00	43,99	2,70	0,46	1,42	2,13
	Coleta 2	25,10	7,58	32,5	5,88	121,40	120,00	5,00	38,50	2,10	0,39	2,84	1,42
	Coleta 3	20,60	7,35	36	5,88	133,40	104,00	2,50	37,00	2,30	0,42	2,84	2,13
	Média	22,37	7,04	26,00	6,58	132,90	137,33	3,17	39,83	2,37	0,42	2,36	1,89
	DP	2,40	0,74	14,40	1,21	11,26	44,60	1,61	3,68	0,31	0,04	0,82	0,41
	CV %	10,73	10,50	55,37	18,43	8,47	32,48	50,76	9,24	12,91	8,30	34,64	21,65

Legenda: Desvio Padrão=DP; Coeficiente de variação = CV, P= ponto