

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM ÁREAS URBANAS DE PATROCÍNIO – MG.

Michelle Aparecida Mendes Reis*

Janainne Nunes Alves**

RESUMO

A água é um recurso natural de importância fundamental e está diretamente relacionada à saúde e bem estar da população. Em Patrocínio – MG, parte da população possui o hábito de utilizar água proveniente de fontes subterrâneas em seu cotidiano e como forma de preservar a saúde da população foram realizadas análises físico-químicas (pH, dureza total, teor de cloretos, temperatura e alcalinidade) e microbiológicas (contagem de microrganismos heterotróficos) na água coletada em pontos estratégicos na cidade. Também foram aplicados questionários para conhecer as principais formas de utilização da água pela população e se existe alguma forma de tratamento antes da sua utilização. Trata-se de uma pesquisa qualitativa-quantitativa, com abordagem descritiva, com o objetivo de realizar levantamento de dados, para uma melhor compreensão sobre a importância da análise de água para a saúde pública na cidade. Conclui-se que a água coletada nos diferentes locais, apresenta características físico-químicas e bacteriológicas dentro dos parâmetros exigidos na legislação.

Palavras-chave: Água potável. Análise da água. Métodos de utilização.

*Graduanda do curso de Biomedicina pela Faculdade Patos de Minas – fpm. Patrocínio/MG. michelleamr@hotmail.com

** Licenciada em Química e bacharel em Química Tecnológica Industrial pelo UNIPAM, mestre em Química Orgânica e doutoranda em Físico-Química pela UFU. Patrocínio/MG. janainnenunes@yahoo.com.br

ABSTRACT

Water is a natural resource of vital importance and is directly related to the health and welfare of the population. In Patrocínio-MG the population has the habit of using water from underground sources in their daily lives as a way to preserve the health of the population were analyzed physico-chemical (pH, total hardness, chloride content, temperature and alkalinity) and microbiological (heterotrophic microorganisms count) in water collected at strategic points in the city. Questionnaires were administered to know the main ways of using the population and if there is any form of treatment by the population before using it. This is a qualitative and quantitative, with descriptive approach, aiming to perform data collection for a better understanding about the importance of water analysis for public health in the city. We conclude that the water collected in different locations presents physico-chemical and bacteriological parameters within the required legislation.

Keywords: Drinking water. Water analysis. Methods of use.

1 INTRODUÇÃO

Mesmo tendo acesso regular à rede pública de abastecimento percebe-se que na região de Patrocínio – MG, a população busca fontes subterrâneas para abastecimento e consumo de água, fato que causa preocupação com a qualidade da água e possíveis malefícios causados por seu consumo, pois, a ação indevida do homem nas proximidades dessas fontes pode causar prejuízo à mesma.

O aumento da utilização de agroquímicos, o destino inadequado do lixo, enchentes, mananciais com erosão, e o aumento dos níveis de contaminação e poluição hídrica, do solo, subsolo e atmosférica, prejudicam bastante a qualidade da água e refletem na saúde da população, que faz uso dessa água contaminada.

A água contaminada, seja por agentes físico-químicos ou microbiológicos, está relacionada a várias doenças. As mais comuns são as gastrointestinais, chegando a óbito especialmente em crianças abaixo de 5 anos e idosos, por tratar-se de pessoas com baixa imunidade. (SILVA E ARAÚJO, 2003).

O objetivo geral do trabalho foi avaliar a qualidade da água, quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das fontes mais utilizadas pela população na região de Patrocínio – MG.

Os objetivos específicos foram: conhecer os principais métodos de utilização dessa água e verificar se existe um tratamento prévio da água através de questionários. Entre as análises realizadas objetivando averiguar a qualidade das fontes estão: alcalinidade, teor de cloretos, pH, temperatura, dureza e UFC/ml de bactérias heterotróficas.

De acordo com Razzolini (2008), a avaliação da água é essencial à promoção da saúde e da qualidade de vida da população. Por constituir um bem que está se tornando escasso, se fazendo necessária uma maior preocupação com a qualidade e o acesso da população.

Assim, visando a garantia da água potável consumida pela população, que deve ser livre de microrganismos patogênicos, de elementos e substâncias químicas que prejudicam a saúde, foi realizado um estudo da água proveniente de fontes subterrâneas em áreas urbanas consumida no município de Patrocínio – MG.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A água é essencial à manutenção da vida e ao longo dos anos vem se tornando um bem escasso, deste modo, a preocupação quanto aos aspectos de qualidade e acesso à mesma são constantes.

A água subterrânea é considerada uma fonte indispensável para o consumo humano, principalmente para comunidades sem acesso ao abastecimento da rede pública ou para aqueles com fornecimento irregular. (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

Estudos mostram que a cada 14 segundos, morre uma criança com alguma doença relacionada à água. Aproximadamente 80% de todas as enfermidades, mais de um terço das mortes dos países em crescimento, e a diminuição do tempo produtivo da população, estão relacionados ao consumo de água contaminada. (MORAES; JORDÃO, 2002).

As condições de saneamento ambiental do local contribuem em larga escala para a qualidade da água que será consumida. É importante ressaltar a existência do risco à saúde e as interações entre homem e agente etiológico. (RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008).

Segundo Silva e Araújo (2003), a principal infecção causada por consumo de água contaminada e que representa uma alta taxa de mortalidade, atingindo principalmente idosos, crianças menores de 5 anos, desnutridas e imunodeficientes é a epidemia gastrointestinal, seja por agentes físico-químicos ou microbiológicos.

As águas subterrâneas possuem algumas propriedades mais vantajosas do que as águas dos rios, pois são purificadas e filtradas naturalmente, apresentando na maioria dos casos excelente qualidade. Além disso, as fontes subterrâneas sofrem menor influência do clima, não ocupando espaço na superfície, e são passíveis de extração, resultando em custos baixos. (CARDOSO; PONTES; BUARQUE, 2009).

Posteriormente à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), leis estaduais foram editadas a partir do início da década de 1990, para afirmar a importância das questões relacionadas aos recursos hídricos e ao saneamento ambiental, como drenagem e disposição de resíduos tóxicos. (LIBÂNIO; CHERNICHARO; NASCIMENTO, 2005).

Assim, procurando assegurar o consumo humano adequado constitui-se em ação eficaz a avaliação da água consumida pela população do município de Patrocínio – MG, onde é comum o consumo de água proveniente de fontes subterrâneas.

A alcalinidade da água foi avaliada, pois, é o seu teor que estabelece a dosagem dos produtos químicos que serão utilizados durante o processo de tratamento da água. Ela também mede a capacidade que a água possui de neutralizar os ácidos. A alcalinidade constitui a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos e é expressa em termos de carbonato de cálcio. (Manual prático para análise de água – Fundação Nacional de Saúde, 2009).

Determinados índices de alcalinidade da água são considerados naturais. Quando a alcalinidade é elevada, acidifica-se a água. E ao tratar-se de alcalinidade muito baixa é necessário utilizar uma alcalinidade artificial, aplicando substâncias alcalinas, como cal hidratado ou carbonato de cálcio, obtendo um teor suficiente

para reagir com o produto usado no tratamento de água. (Manual prático para análise de água – Fundação Nacional de Saúde, 2009).

A concentração de cloretos da água subterrânea também foi investigada, pois se tratam de íons geralmente presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Eles podem se apresentar na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. (Manual prático para análise de água – Fundação Nacional de Saúde, 2009).

Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/L como o valor máximo permitido para água potável. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos e sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) ou evaporação. (Manual prático para análise de água – Fundação Nacional de Saúde, 2009).

Foi efetuada a medida do pH das amostras, pois o pH mede a concentração de íons hidrogênio na água, baixas concentrações de íons hidrogênio podem ser responsáveis pela deterioração de tubulações e recipientes. (UNIVERSO AMBIENTAL, 2008).

A Portaria 518, de 25 de março de 2004 – ANVISA – MS estabelece que o valor do pH da água potável deve estar entre 6,0 e 9,5.

Águas com dificuldade em fazer espuma apresentam elevado grau de dureza total, devido ao efeito do cálcio, magnésio e outros elementos como Fe, Mn, Cu e Ba. Águas duras são inconvenientes porque o sabão não limpa eficientemente, aumentando o consumo e deixando uma película insolúvel sobre a pele, pias, banheiras e azulejos do banheiro. Dessa forma a dureza total também foi avaliada. Elevados índices de dureza também podem atribuir efeito laxativo a água. (UNIVERSO AMBIENTAL, 2008).

A temperatura da água também constitui uma medida importante e foi aferida, pois, variações bruscas quando comparadas a temperatura externa podem ser um indício de despejo industrial próximo à fonte. (MOUCHREK FILHO; NASCIMENTO, 2005).

As análises microbiológicas fornecem informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. A contagem de microrganismos heterotróficos em UFC/mL foi quantificada e tal análise detecta de forma

“inespecífica” as bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição. Servindo, portanto, de indicador auxiliar da qualidade da água. (DOMINGUES, 2007).

No grupo de bactérias heterotróficas estão espécies gram-negativas, aeróbias e anaeróbias facultativas pertencentes aos seguintes gêneros: Pseudomonas, Aeromonas, Klebsiella, Flavobacterium, Enterobacter, Citrobacter, Serratia, Acinetobacter, Proteus, Alcaligenes e Escherichia. (MOUCHREK FILHO; NASCIMENTO, 2005).

3 METODOLOGIA

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com o Manual prático para análise de água – Fundação Nacional de Saúde (2009).

3.1 Coleta de amostras de água

As amostras foram coletadas em frascos de vidro branco, boca larga, com tampa bem ajustada, capacidade de 125 mL, previamente esterilizados.

Os frascos para a coleta de água destinada à análise microbiológica receberam, antes de serem esterilizados, 0,1 ml (2 gotas) de tiosulfato de sódio a 10%.

Procedimentos observados durante a coleta:

- a) lavagem das mãos com água e sabão;
- b) a torneira foi limpa com um pedaço de algodão embebido em álcool;
- c) a torneira foi aberta e a água foi colocada para escorrer durante 1 ou 2 minutos;
- d) a torneira foi limpa com solução de hipoclorito de sódio a 100 mg/L;
- e) a torneira foi novamente aberta e deixou-se a água escorrer por mais 2 ou 3 minutos;

- f) a amostra de água foi coletada;
- g) pelo menos $\frac{3}{4}$ do volume do frasco foi preenchido;
- h) o frasco foi tampado, identificado através do endereço, hora e data da coleta;
- i) o frasco foi marcado com o número da amostra, correspondente ao ponto de coleta;
- j) o frasco da amostra foi colocado na caixa de isopor com gelo.

O tempo de coleta e a realização do exame não excederam 24 horas.

3.2 Preparo dos reativos

Determinação da Alcalinidade

Preparo de 500 mL de solução de H₂SO₄ (0,02 N)

Foram pipetados 0,3 mL de H₂SO₄ e diluídos em água destilada. A solução anterior foi colocada em um balão de 500 mL e completou-se com água destilada até a marca de aferição. Homogeneizou-se.

Preparo de 1000 mL de Na₂CO₃ (0,002 N)

Foram pesados 0,106 g de Na₂CO₃ e diluídos em água destilada. A solução anterior foi colocada em um balão de 1000 mL e completou-se com água destilada até a marca de aferição. Efetuou-se a homogeneização.

Procedimento de padronização de H₂SO₄ com Na₂CO₃

Foram colocados 50 mL de Na₂CO₃ 0,002 N em um *Erlenmeyer* de 250 mL e adicionadas 4 gotas de *metilorange*. Foi efetuada a titulação com H₂SO₄ 0,02 N até a viragem para leve coloração avermelhada.

Determinação de cloretos

Preparo de 250 ml de NaOH (1N)

10g de NaOH foram diluídos em água destilada e transferidos para um balão volumétrico de 250 ml. Foi utilizada água destilada para completar o volume até a marca de aferição. Efetuou-se a homogeneização.

Preparo de 250 ml da solução de H₂SO₄ (1N)

Foram diluídos 7 mL de H_2SO_4 em água destilada. A solução foi colocada em um balão volumétrico de 250 mL e completou-se com água destilada até a marca de aferição. Homogeneizou-se.

Preparo de 250 mL de solução de NaCl (0,0141 N)

Foram pesados 0,206 g de NaCl e diluídos em água destilada. A solução foi colocada em um balão de 250 mL. Completou-se com água destilada até a marca de aferição. Homogeneizou-se.

Preparo de 100 mL de solução indicadora de K_2CrO_4

Foram pesados 0,49 g de K_2CrO_4 e dissolvido em um pouco de água destilada. A solução foi colocada em um balão de 100 mL. Completou-se com água destilada até a marca de aferição. Homogeneizou-se.

Padronização de AgNO_3 (0,0141 N) com NaCl (0,0141 N)

Foram colocados 100 mL de NaCl 0,0141 N em um *Erlenmeyer* de 250 mL. O pH foi ajustado entre 7 e 10 com NaOH ou H_2SO_4 1 N. Foi adicionado 1 mL de cromato de potássio (K_2CrO_4). A titulação foi feita com nitrato de prata (AgNO_3) 0,0141 N até o aparecimento da cor amarelo /avermelhado.

Determinação do pH

Calibração

No processo de calibração do aparelho foram utilizadas soluções *buffer dinâmica* pH 4 e pH 10.

Determinação da dureza

Preparo da solução de EDTA (0,01 mol/L)

A partir de uma solução de 0,05 mol/L foram preparados 250 mL de solução 0,01 mol/L. Foram medidos 50 mL de solução EDTA 0,05 mol/L e colocados em um balão volumétrico de 250 mL. Completou-se com água destilada até a marca de aferição e homogeneizou-se.

3.3 Análise microbiológica

As amostras foram acondicionadas em recipientes estéreis, utilizando álcool 70% para a assepsia das torneiras anteriormente à realização da coleta e conservadas à temperatura de 4 a 8^o C pelo tempo máximo de quatro horas até o momento da sementeira. As amostras foram sementeiras em triplicata no meio de cultura Plate Count Agar (PCA), onde foi utilizado 1,0 mL das amostras de água para a sementeira pelo método de "Pour Plate". Após este procedimento as placas foram incubadas em estufa bacteriológica, por 48h a 35^oC ± 2^oC. Para a metodologia de "Pour Plate" o meio de cultura foi mantido em banho-maria a 44-46^oC, para impedir sua solidificação, e posteriormente vertido sobre as amostras, quando então foram homogeneizados através de movimentos circulares suaves da placa, no sentido horário. Após o período de 48 horas de incubação, as colônias foram contadas. (DOMINGUES, 2007).

3.4 Alcalinidade

A alcalinidade foi determinada através da titulação com ácido sulfúrico.

Procedimento:

- Foram medidos 50 mL da amostra e colocados em um Erlenmeyer;
- Adicionou-se 3 gotas da solução indicadora de vermelho de metila;
- Titulou-se com a Solução de Ácido Sulfúrico 0,02 N até a mudança da cor azul-esverdeada para róseo;
- O volume total de H₂SO₄ gasto (V) em mL foi anotado.

Cálculo:

$$\text{CaCO}_3 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 50.000}{V_{\text{Amostra}}}$$

V H₂SO₄= volume de ácido sulfúrico gasto na titulação
 N H₂SO₄= normalidade do ácido sulfúrico
 V Amostra = volume da amostra

3.5 Determinação de cloretos

Para determinação de cloretos foi realizada a titulação com nitrato de prata.

Procedimento:

- a) Foram colocados 100 mL de amostra no Erlenmeyer;
- b) O pH foi ajustado entre 7 e 10, com adição de NaOH ou H₂SO₄;
- c) Adicionou-se 1 mL da solução indicadora de K₂CrO₄;
- d) Titulou-se com a Solução Padrão de Nitrato de Prata 0,0141 N até a viragem para amarelo avermelhado que é o ponto final da titulação;
- e) Foi feito um branco da mesma maneira que a amostra.

Cálculo

mg/L Cl⁻ = (A - B) x N x 35.450 ml da amostra

Onde:

A = mL do titulante gasto na amostra

B = mL do titulante gasto no branco

N = Normalidade do titulante

3.6 Determinação do pH

Na análise de pH foi utilizado o pHmêtro *BEL* modelo *W3B*.

3.7 Dureza total

Na determinação da dureza foi adotado o procedimento a seguir:

- a) Foram tomados 25 mL da amostra e diluídos para 50 mL com água destilada em balão volumétrico;
- b) O material foi transferido para um bécker de 100 mL e adicionados 1 a 2 mL da solução tampão para elevar o pH a 10 ± 0,1;

- c) A solução foi transferida para um frasco Erlenmeyer de 250 mL e adicionados aproximadamente 0,05 gramas do Indicador negro de eriocromo;
- d) Foi efetuada a titulação com EDTA 0,01M agitando continuamente até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul (final da titulação);
- e) O volume de EDTA gasto (mL), foi anotado;
- f) Foi feito um branco com água destilada;
- g) O volume de EDTA gasto na titulação do branco foi subtraído do volume de EDTA gasto na titulação da amostra. A diferença é o volume que foi aplicado no cálculo abaixo.

$\text{Dureza Total em mg/CaCO}_3 = \frac{\text{ml de EDTA} \times 1000 \times Fc}{\text{ml de amostra}}$

3.8 Temperatura

Para determinar a temperatura da água foi utilizado o procedimento a seguir:

- a) Foi coletado um pouco de água em um bécker de 250 mL;
- b) O termômetro foi mergulhado na água;
- c) Esperou-se que o material dilatante (mercúrio) se estabilizasse;
- d) Foi feita a leitura com o bulbo do termômetro ainda dentro da água.

3.9 Aplicação de questionários

Foram elaborados questionários para conhecer os principais usos da água proveniente das fontes analisadas e se ocorrem tratamentos da água antes do consumo. Os mesmos foram aplicados de forma aleatória na cidade.

O resultado encontrado durante a aplicação dos questionários foi expresso graficamente e em porcentagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os testes realizados os pontos de coleta foram indicados de acordo com a legenda a seguir:

Ponto 1: Localização: Avenida José Maria Alkimim, 482

Latitude: -18.944589 (18° 56' 40.52" S)

Longitude: -46.989522 (46° 59' 22.28" W)



Fonte: Google maps

Ponto 2: Localização: Avenida Faria Pereira, 4456

Latitude: -18.936202 (18° 56' 10.33" S)

Longitude: -46.980266 (46° 58' 48.96" W)



Fonte: Google maps

Ponto 3: Localização: Avenida Rui Barbosa, 1984

Latitude: -18.926985 (18° 55' 37.15" S)

Longitude: -46.998586 (46° 59' 54.91" W)



Fonte: Google maps

Ponto 4: Localização: Avenida Rui Barbosa, 2205

Latitude: -18.924864 (18° 55' 29.51" S)

Longitude: -46.999752 (46° 59' 59.11" W)



Fonte: Google maps

4.1 Alcalinidade

Os testes de alcalinidade foram realizados em triplicata e os volumes de H_2SO_4 gastos na titulação de 50 mL das amostras se encontram na tabela 1:

Ponto de coleta	V_1 (mL)	V_2 (mL)	V_3 (mL)	$V_{\text{médio}}$ (mL)
1	0,5	0,6	0,5	0,5
2	0,2	0,2	0,3	0,2
3	0,3	0,4	0,3	0,3
4	0,2	0,2	0,2	0,2

Tabela 1 – Volumes em mL de H_2SO_4 .

Os cálculos para determinar a alcalinidade das amostras expressa em mg/L de CaCO_3 foram realizados utilizando a equação a seguir, obtida no Manual Prático de Análise de Água da FUNASA (2009), como citado na metodologia:

$$\text{CaCO}_3 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 50.000}{V_{\text{Amostra}}}$$

Dados da equação:

$V_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ = volume de ácido sulfúrico gasto na titulação

$N_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ = normalidade do ácido sulfúrico

V_{Amostra} = volume da amostra

A normalidade do ácido sulfúrico foi de 0,0155 N, valor encontrado na padronização do mesmo, anteriormente efetuada.

Os resultados encontrados foram expressos em mg/L e se encontram na tabela 2:

Ponto de coleta	Alcalinidade (mg/L)
1	7,75
2	3,1
3	4,65
4	3,1

Tabela 2: Alcalinidade em mg/L de CaCO_3

A alcalinidade também foi expressa de forma gráfica, onde se percebe, com maior clareza, sua variação nos diferentes pontos de coleta.

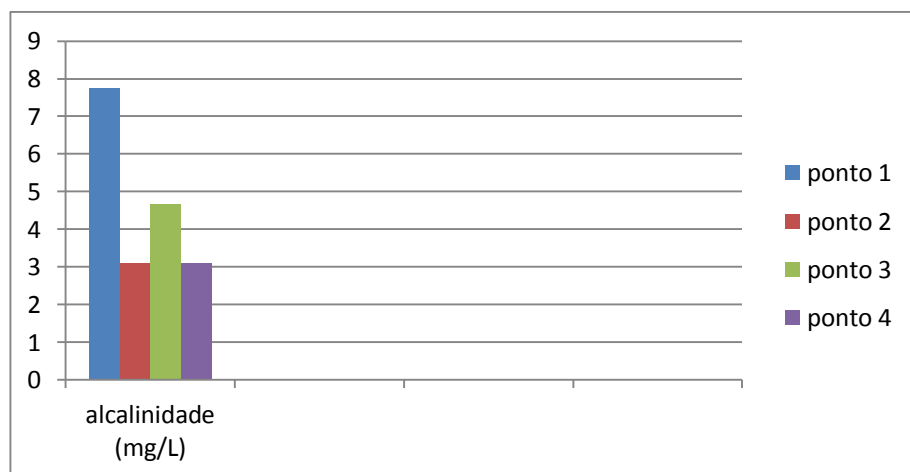


Gráfico 1 – Alcalinidade em mg/ L.

A alcalinidade mede a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, e é expressa em termos de carbonato de cálcio (CaCO_3). A medida da alcalinidade é de fundamental importância no tratamento da água, pois, é através dela, que se determina a quantidade de sulfato de alumínio a ser adicionada. (Manual Prático de Análise de Água da FUNASA, 2006). A alcalinidade mede a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons de hidrogênio, ou seja, é uma medida da capacidade da água de neutralizar os ácidos, evitando variações bruscas de pH. De forma que é muito importante na prevenção de incrustação e corrosão em tubulações e utensílios. (UNIVERSO AMBIENTAL, 2008).

O que determina a potabilidade da água são os parâmetros previamente estabelecidos que garantam a saúde da população ao fazer consumo da mesma, segundo a Resolução - CNNPA nº 12, de 1978– ANVISA - MS o limite máximo de dureza total em água potável é de 120 mg/L.

Como os resultados encontrados são bem inferiores ao estabelecido as amostras se encontram em níveis seguros de alcalinidade.

4.2 Cloreto

As titulações com AgNO_3 0,0141 N para determinação de cloretos foram realizadas em triplicata e os volumes de AgNO_3 gastos nas titulações foram inseridos na tabela 3:

Ponto de coleta	V_1 (mL)	V_2 (mL)	V_3 (mL)	$V_{\text{médio}}$ (mL)
1	1,3	1,3	1,4	1,3
2	1,5	1,7	1,6	1,6
3	1,8	1,9	1,9	1,9
4	1,4	1,3	1,4	1,4

Tabela 3 – Volume em mL de AgNO_3

Os cálculos para determinar a concentração de cloreto das amostras expressa em mg/L de Cl^- foi realizado utilizando a equação a seguir, obtida no Manual Prático de Análise de Água da FUNASA, 2006, como citado na metodologia:

$$\text{mg/l } \text{Cl}^- = \frac{(A - B) \times N \times 35.450}{\text{ml da amostra}}$$

A = mL do titulante gasto na amostra
B = mL do titulante gasto no branco
N = Normalidade do titulante

Os volumes do branco (B) foram 1,0 mL, 1,2 mL e 1,2 mL, portanto, o volume médio do branco (B) foi de 1,1 mL.

Os resultados encontrados foram expressos em mg/L de Cl^- e se encontram na tabela 4:

Ponto de coleta	Cloreto (mg/L)
1	0,99
2	2,50
3	4,00
4	1,50

Tabela 4 – Cloreto em mg/L

O teor de cloretos das águas tem por finalidade informar sobre o seu grau de mineralização ou indícios de poluição, como esgotos domésticos e resíduos industriais das águas e por essa razão o sua concentração deve ser conhecida e controlada.

O teor de cloretos permitido, de acordo com a Portaria 518, de 25 de março de 2004 – ANVISA – MS, é de 250 mg/L, sendo que valores elevados de cloreto também podem deixar a água com um sabor desagradável e podem estar na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. (Manual Prático de Análise de Água da FUNASA, 2006). De acordo com os resultados encontrados e cálculos realizados a água analisada se encontra dentro dos padrões de potabilidade.

4.3 pH

Na análise do pH utilizamos o pHmêtro BEL modelo W3B, previamente calibrado com solução tampão pH 4 e solução tampão pH 10. Os resultados obtidos se encontram na tabela 5:

Ponto de coleta	pH
1	7,06
2	6,70
3	6,84
4	6,52

Tabela 5 – pH.

Os valores de pH também foram expressos graficamente, onde percebe-se a variação entre os pontos de coleta:

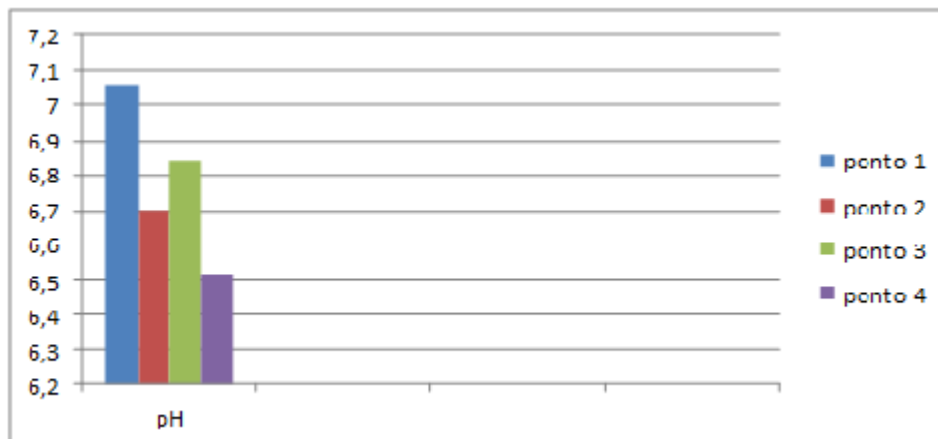


Gráfico 2 – pH.

O pH mede a concentração de íons hidrogênio na água, sendo os maiores responsáveis pelo baixo pH ou acidez da água, sólidos e gases dissolvidos (H_2S e CO_2), causando risco às tubulações e sabor desagradável à mesma. (UNIVERSO AMBIENTAL, 2008).

De acordo com a Portaria 518, de 25 de março de 2004 – ANVISA-MS, o valor do pH da água potável deve estar entre 6,0 e 9,5, o que permite dizer que a água analisada se encontra dentro dos padrões em todos os pontos de coleta.

4.4 Dureza

Os testes de dureza foram realizados em triplicata e os volumes de EDTA gastos na titulação de 25 mL da amostra referente ao ponto 1 se encontram na tabela 6, pois nas demais localidades a dureza foi considerada nula:

Ponto de coleta	V ₁ (mL)	V ₂ (mL)	V ₃ (mL)	V médio (mL)
1	1,6	1,6	1,7	1,6
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-

Tabela 6 – Volume em mL de EDTA.

Para o cálculo da dureza, o valor do branco foi desprezível e foi utilizada a equação a seguir anteriormente descrita na metodologia:

$$\text{Dureza Total em mg/CaCO}_3 = \frac{\text{ml de EDTA} \times 1000 \times Fc}{\text{ml de amostra}}$$

Após efetuado o cálculo o valor encontrado foi:

Ponto de coleta	Dureza total (mg/L CaCO ₃)
1	64
2	-
3	-
4	-

Tabela 7 – Dureza total em mg/L.

As análises mostraram que as amostras são consideradas águas muito macias, pois apresentam dureza inferior a 50 mg/L de CaCO_3 . (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2010).

A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio. E a portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável. (Manual Prático de Análise de Água – FUNASA, 2006).

As amostras se encontram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos e a importância da realização dos testes de dureza é que em valores elevados podem afetar o gosto da água, causar incrustações em tubulações e reduzir a formação de espuma. E em determinados níveis a dureza causa formação de biofilmes, efeito laxativo e interfere na eficácia de alguns medicamentos, vacinas vivas e desinfetantes. (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009).

4.5 Temperatura

As variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas. A temperatura da água é influenciada por alguns fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais. As águas possuem uma amplitude térmica pequena, variando de 1 a 2°C em relação ao ambiente. (MOUCHREK FILHO; NASCIMENTO, 2005). A temperatura da água foi aferida contribuindo com os testes de qualidade e os resultados foram expressos na tabela 8:

Ponto de coleta	Temperatura em °C
1	21
2	12
3	22
4	9

Tabela 8 – Temperatura em °C.

A temperatura das amostras foi aferida no local de coleta durante o outono onde são observadas temperaturas amenas, a água nos pontos de coleta 1 e 3 apresentou temperatura próxima a temperatura ambiente, portanto, ideal ao consumo. Já a temperatura nos pontos de coleta 2 e 4 foram inferiores a temperatura ambiente, mostrando que pode existir uma diferença de profundidade em tais fontes subterrâneas quando comparadas com as demais.

Os resultados para os testes físico-químicos de alcalinidade, cloreto, dureza, pH e temperatura foram reunidos no gráfico 3, que mostra que de acordo com os parâmetros físico-químicos analisados a água coletada nos diferentes locais pode ser considerada adequada ao consumo.

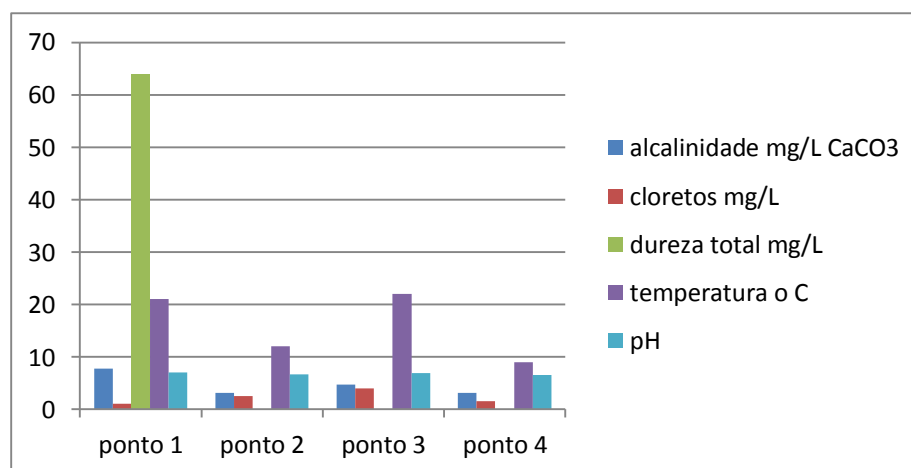


Gráfico 3 – Resultados para os testes físico-químicos.

4.6 Bactérias heterotróficas

A contagem de bactérias heterotróficas, genericamente definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes, fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. O teste inclui a detecção, inespecífica de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição. Servindo, portanto, de indicador auxiliar da qualidade da água. (DOMINGUES, 2007). Os testes bacteriológicos foram realizados em triplicata e as colônias para quantificação de bactérias heterotróficas nas amostras foram contadas e os resultados inseridos na tabela 9.

Ponto de coleta	UFC/mL	UFC/mL	UFC/mL	UFC/mL médio
1	1	5	2	3
2	71	48	67	62
3	21	16	11	16
4	14	4	2	7

Tabela 9 – Resultados dos testes bacteriológicos.

Dentro deste grupo de bactérias estão espécies gram-negativas, aeróbias e anaeróbias facultativas pertencentes aos seguintes gêneros: Pseudomonas, Aeromonas, Klebsiella, Flavobacterium, Enterobacter, Citrobacter, Serratia, Acinetobacter, Proteus, Alcaligenes e Escherichia. (MOUCHREK FILHO; NASCIMENTO, 2005). E de acordo com a Portaria Nº 518 de 25 de março de 2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o padrão estabelecido para potabilidade de águas para consumo em relação à contagem de bactérias heterotróficas é de 500 UFC/mL.

Portanto, as amostras se encontram dentro do padrão estabelecido de potabilidade, não oferecendo maiores riscos à população local, que faz consumo da mesma.

4.7 Questionários

Os resultados obtidos com a aplicação dos questionários foram expressos graficamente e em porcentagem e se encontram a seguir.

1. Em seu cotidiano é comum o uso de água coletada em fontes subterrâneas?

Sim 18 / Não 12



■ SIM
■ NÃO

SIM	86,67%
NÃO	13,33%

2. Você considera essa água segura para o consumo? Sim 19 / Não 11



■ SIM
■ NÃO

SIM	63,33%
NÃO	36,66%

3. Você realiza algum tipo de tratamento antes da utilização dessa água? Sim

14 / Não 16



■ SIM
■ NÃO

SIM	46,67%
NÃO	53,33%

4. A água coletada é utilizada especificamente para consumo? Sim 26 / Não 4



■ SIM
■ NÃO

SIM	60%
NÃO	40%

5. A água coletada é utilizada na lavagem de alimentos? Sim 6 / Não 24



■ SIM
■ NÃO

SIM	20%
NÃO	80%

6. É de seu conhecimento os malefícios causados por águas contaminadas?

Sim 14 / Não 16



■ SIM
■ NÃO

SIM	46,67%
NÃO	53,33%

7. Você ou alguém em sua família já sofreu algum tipo de mal estar provocado pelo consumo dessa água? Sim 7 / Não 23



■ SIM
■ NÃO

SIM	23,33%
NÃO	76,67%

Foram aplicados 30 questionários de forma aleatória entre os dias 11 e 12 do mês de outubro e os resultados foram expressos em porcentagem. De acordo com os entrevistados, 60% fazem uso da água coletada em fontes subterrâneas. E 63,33% das pessoas abordadas consideram a água segura para consumo, sendo que das 18 pessoas que fazem uso dessa água 14 pessoas, ou seja, 77,78% fazem um tratamento prévio antes da utilização. Mesmos 77,78% que revelam na pergunta de número 6 conhecer os malefícios que o consumo de água contaminada pode acarretar a saúde. Dentre os entrevistados 33,33% que faz uso da água coletada nestas fontes usa a água na lavagem de alimentos. E entre os entrevistados, 23,33% já sofreram ou tiveram algum familiar que sofreu mal estar devido ao consumo deste tipo de água.

De acordo com os dados, percebe-se que um índice elevado (60%) dos entrevistados faz uso de água coletada deste tipo de fonte, o que demonstra a importância de serem realizadas inspeções periódicas, que procurem garantir a saúde e bem estar da população. Apesar dos testes indicarem que água coletada se encontra dentro dos padrões 23,33% da população entrevistada acredita que já sofreu ou teve algum familiar que sofreu mal estar devido ao consumo de tal fonte. Como não foram questionados sobre a época do ocorrido, pode se presumir que em determinadas épocas a água poderia se encontrar imprópria ao consumo. E a pesquisa também se baseia apenas em impressões dos entrevistados. Não foram exigidos, laudos ou qualquer material que comprovasse o fato.

5 CONCLUSÃO

Visando a garantia da água potável consumida pela população de Patrocínio – MG, análises periódicas devem ser feitas para avaliar a qualidade e potabilidade, pois esta pode ser uma fonte de contaminação de microrganismos patogênicos, causando infecções gastrointestinais, levando à morte em alguns casos.

O controle físico-químico e microbiológico da água é fundamental para o combate de doenças hídricas, principalmente em áreas onde o acesso é precário, podendo trazer sérios riscos à população seja pelo contato na higiene pessoal e doméstica ou transmitida pela água.

De acordo com os resultados a água coletada nos diferentes locais, apresenta características físico-químicas e bacteriológicas dentro dos parâmetros exigidos na legislação.

Já os questionários aplicados mostram que 60% dos entrevistados possuem o hábito de utilizar água deste tipo de fonte, salientando a necessidade de análises periódicas.

REFERÊNCIAS

A ÁGUA: Características químicas da água. Campina Grande - Pb: Universidade Federal de Campina Grande, maio 2010. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Agua05.html>>. Acesso em: 18 maio 2012.

AMBIENTAL, Universo. **Controle de qualidade da água**. 2008. Disponível em: <<http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/Agua/ProcessosQuimicosdeTratamentodeEfluentes08.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2012.

CARDOSO, Luana M. F.; PONTES, Aldenor P.; BUARQUE, Hugo L. B.. Qualidade das águas subterrâneas na área de influência do cemitério de São João Batista no município de Fortaleza - CE. **Grupo de Pesquisas em Processos Químicos e Ambientais Departamento de Química e Meio Ambiente**, Fortaleza - Ce, p.1-7, 2009. Disponível em: <connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/.../988>. Acesso em: 01 mar. 2012.

DOMINGUES et al. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: Comparação entre duas metodologias. **Revista Saúde**, Santa Maria - Rs, v. 33, n. 1, p.15-19, 2007. Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/revistasaude/2007/33\(1\)15-19,%202007.pdf](http://w3.ufsm.br/revistasaude/2007/33(1)15-19,%202007.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2012.

FREITAS, Marcelo Bessa de; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 17, p.651-660, maio 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/csp/v17n3/4647.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

LIBÂNIO, Paulo Augusto Cunha; CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. A dimensão da qualidade de água: Avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Eng. Sanit. Ambient.**, Belo Horizonte, v. 10, n. 7, p.219-228, jul. 2005. Disponível em: <<http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v10n03/v10n03a05.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2012.

MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA. Brasília: **Fundação Nacional de Saúde - Funasa**, v. 2, 2006. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_analise_agua_2ed.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2012.

MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA. Brasília: **Fundação Nacional de Saúde - Funasa**, v. 3, 2009. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/eng/eng_analAgua.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2012.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, Corumbá - Ms, v. 3, n. 36, p.370-374, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

MOUCHREK FILHO, Victor Elias; NASCIMENTO, Adenilde Ribeiro. Análises físico-químicas e bacteriológicas da água. **Programa Controle de Qualidade de Alimentos e Água**, Maranhão, n. , p.5-59, 2005. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/53556975/Analises-Fisico-Quimicas-e-Bacteriologic-As-Da-Agua-Apostila>>. Acesso em: 18 maio 2012.

Parâmetros de qualidade de água a serem monitorados. Brasília - Df: **Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento**, 2009. Disponível em: <www.cda.sp.gov.br/www/servicos/getleg.php?idform=35>. Acesso em: 18 maio 2012.

RAZZOLINI, Maria Tereza Pepe; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água. **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p.21-32, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v17n1/03.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

Resolução - CNNPA nº 12, de 1978; ANVISA. Disponível em:<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_aguas.htm>. Acesso em 09 maio 2012

SAÚDE, Ministério da. **Norma de qualidade da água para consumo humano**. PORTARIA Nº 518/GM Em 25 de março de 2004. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em: 09 maio 2012.

SILVA, Rita de Cássia Assis da; ARAÚJO, Tânia Maria de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa)**, Feira de Santana - BA, p.1019-1028, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v8n4/a23v8n4.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter permitido que eu chegasse até aqui, por ter me dado força nos momentos difíceis, e peço que hoje, derrame suas bênçãos nessa nova jornada que se inicia.

A todos que me acompanharam e acreditaram que essa conquista seria possível, principalmente minha família, meu porto seguro e minha fortaleza.

Minha mãe, Ivaneide, exemplo de mulher, que com sua fé incomparável me deu coragem para que eu seguisse meu caminho.

Meu pai, Marco, que com todo carinho e preocupação sempre acreditou que meu sonho seria possível.

A minha orientadora Janainne, que sempre esteve presente com muita paciência e atenção, dedicando seu valioso tempo para me orientar em cada passo desse trabalho. Ao Léo e a Daniela, que nos ajudaram bastante durante as pesquisas no laboratório.

A minha amiga Cinthia, que juntamente com a professora Janainne, tiveram a ideia desse trabalho e permitiram que eu participasse dele.

A instituição FPM, ao coordenador Taciano, e demais professores pelos ensinamentos eternizados.

Aos colegas, pelo companheirismo, risos, estudos e amizades que ficarão guardadas para sempre no fundo do meu coração.

Enfim, agradeço a todos que me ajudaram e torceram para que eu chegasse até aqui. Um sonho alcançado, mas um pequenino passo de uma longa jornada, que é a vida.

Data de entrega do artigo: 26/10/2012