

Determinação dos parâmetros Físico-Químicos de águas minerais comercializadas em João Pessoa - PB

Jocielys Jovelino Rodrigues^{1*}, Priscilla Silveira de Lima Vieira², Josevânia Rodrigues Jovelino¹, Helen Silva Goncalves³, Plúvia Oliveira Galdino¹, Alfredina dos Santos Araújo¹

RESUMO

Neste trabalho foram caracterizados os parâmetros de três amostras de água mineral de 500 mL, comercializadas no município de João PessoaPB. Os métodos utilizados foram o potenciométrico para a determinação de pH utilizando pHmetro de bancada modelo PHS-3B da marca PHTEK, procedimento realizado em triplicata, e na determinação de alcalinidade e acidez pela técnica de titulação procedimentos esses que foram realizados em duplicata. É necessário, saber se a qualidade desta água satisfaz as exigências da resolução no que diz respeito aos parâmetros físico-químicos e também avaliar a presença de excesso de íons que podem tornar impróprios à saúde da população.

Palavras-chave: Água mineral, Análise Físico-Química, Alcalinidade, Acidez, pH.

ABSTRACT

In this work, the parameters, Pessoa, of three 500 mL mineral water samples sold in the municipality of João Pessoa-PB were characterized. The methods used were the potentiometric for the determination of pH using pHmeter model PHTEK, procedure performed in triplicate, determination of alkalinity and precision by the titration technique of procedures that were performed in duplicate. In the determination of pH, sample A was the only one that presented its initial pH below the value specified by the legislation. It is necessary to know if the quality also satisfies the quality requirements with regard to the physical-chemical parameters and to evaluate the presence of excess ions that can make it unsuitable for the health of the population.

Keywords: Sparkling water, Chemical Physical Analysis, alkalinity, acidity, pH

¹ Universidade Federal de Campina Grande

² Faculdade Uninassau

³ Universidade Federal da Paraíba.

*E-mail: jocielysr@gmail.com

INTRODUÇÃO

A indústria de água mineral envasada, datasse desde o século XIX, o que marcou o início da venda de frascos, para serem comercializados, em decorrência das suas funções e propriedades medicinais (LIMA, 2003). A origem da água mineral e a sua mineralização estão intimamente ligadas à infiltração da água da chuva e sua circulação nos perfis geológicos (LIMA, 2003, p. 6). Dessa forma verifica-se que seu surgimento provém dos lençóis freáticos devido à grande influência pluvial.

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 274/2005 define como a que é obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas. É caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes considerando as flutuações naturais (BRASIL, 2005).

A água utilizada para consumo humano pode ser originária de diferentes fontes. No Brasil, observa-se, recentemente, aumento expressivo do consumo de águas envasadas (REIS; BEVILACQUA; CARMO, 2014, p.225). Diante do exposto percebe-se que nem todas são iguais, pois são retiradas de fontes distintas, e que a cada dia cresce a demanda por água engarrafada para consumo.

A portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e de acordo com o artigo 39 a água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no Anexo X a esta Portaria e em seu parágrafo 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2011).

A acidez a um pH determinado, é definida como a capacidade que um meio aquoso possui de reagir com uma base forte quantitativamente. É expressa em miligramas por litro de carbonato de cálcio (mg.L^{-1} de CaCO_3) (NBR 9896/1993). A acidez em águas representa teores de CO_2 livre, ácidos minerais e orgânicos presentes (ANDRADE; CARELI; FERNANDES, 2004, p.7). Altos níveis de acidez, acarretam em alguns inconvenientes, podendo até provocar corrosão em equipamentos. Na Tabela 1 encontra-se as condições possíveis de acidez de acordo com o pH da água:

Tabela 1 – Acidez de acordo com o pH

pH	CONDIÇÕES POSSÍVEIS
< 4,6	Ácidos minerais e orgânicos
4,6 < pH < 8,3	CO ₂
> 8,3	Não há acidez

Fonte: Andrade; Careli; Fernandes (2004, p.7)

A alcalinidade é definida pela capacidade das águas neutralizarem compostos ácidos, característica que ocorre devido a presença de bicarbonatos (HCO₃⁻), carbonatos (CO₃⁻²) e hidróxidos (OH⁻), de metais alcalinos ou alcalinos terrosos (sódio, potássio, cálcio, magnésio e outros) e, ocasionalmente, boratos (BO₃⁻³), silicatos (SiO₄⁻⁴) e fosfatos (PO₄⁻³). É expressa em miligramas por litro de carbonato de cálcio (CaCO₃) equivalente (NBR 9896/1993). Assim, podendo-se relacionar a alcalinidade com a dureza. Na Tabela 2 encontra-se as condições possíveis de alcalinidade de acordo com o pH da água:

Tabela 2 – Alcalinidade de acordo com o pH

pH	CONDIÇÕES POSSÍVEIS
4,4 < pH < 8,3	HCO ₃ ⁻
8,3 < pH < 9,4	CO ₃ ⁻² e HCO ₃ ⁻
> 9,4	OH ⁻ e CO ₃ ⁻²

Fonte: Andrade; Careli; Fernandes (2004, p.7).

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item são descritos os materiais e métodos utilizados para caracterização da determinação de pH, acidez e alcalinidade. Este artigo foi desenvolvido com base em pesquisas bibliográficas e através dos experimentos realizados nos laboratórios de Química da Faculdade Uninassau, Unidade João Pessoa – PB. As análises foram realizadas pelos métodos potenciométrico e de titulação seguindo-se o manual: *Standard methods for the examination of water and Wastewater - American Public Health Association* (APHA, 1992).

Materiais

- ✓ Água destilada;
- ✓ Ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,01 M;
- ✓ Béquer;
- ✓ Bureta;
- ✓ Erlenmeyer;
- ✓ Fenolftaleína;
- ✓ Garra;
- ✓ Hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M;
- ✓ pHmetro;
- ✓ Papel indicador de pH;
- ✓ Pera de sucção;
- ✓ Pipetas;
- ✓ Provetas;
- ✓ Solução tampão pH 7,0 e pH 4,0;
- ✓ Suporte universal;
- ✓ Vermelho de metila;
- ✓ Diferentes marcas de água mineral do Município de João Pessoa, nomeadas como A, B e C.

Determinação de pH

Mediu-se 25,00 mL das amostras de cada marca de água mineral com uma proveta e colocou-se em um béquer, a determinação de pH foi realizada diretamente pelo processo potenciométrico utilizando pHmetro de bancada modelo PHS-3B da marca PHTEK procedimento este realizado em triplicata, após a calibração com tampões pH=4,0 e pH=7,0.

Determinação de Acidez

Com a pipeta volumétrica transferiu-se 1,00 mL da amostra, para um erlenmeyer de 125 mL, adicionou-se 2 a 3 gotas de fenolftaleína, e titulou-se com solução de Hidróxido de sódio (NaOH) 0,10 mol.L⁻¹, com agitação constante, anotou-se o volume gasto de NaOH e calculou-se a acidez dada em mg.L⁻¹ de CaCO₃ através da Equação (1):

$$\text{mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3 = V \times Fc \times 1000/P$$

(1)

Onde:

V= n° de mL da solução de NaOH 0,1N gasto na titulação; Fc= fator de correção da solução de NaOH 0,1N;

P= n° de gramas/ mL da amostra usado na titulação.

Determinação de Alcalinidade

Titulou-se três amostras de água com ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,01 mol.L⁻¹, utilizou-se 100 mL de amostra em cada titulação e 2 gotas de fenolftaleína, e fez-se o cálculo das alcalinidades através da Equação (2):

$$\text{Alcalinidade (mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3) = M_{\text{H}_2\text{SO}_4} / V_{\text{amostra}} \times 100.000$$

(2)

Onde:

O número 100.000 representa o peso molecular do CaCO_3 expresso em mg. Utilizando $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,01$ e $V_{\text{amostra}} = 100$ mL, pode-se concluir que o cálculo da alcalinidade, para estas condições, basta multiplicar o resultado da titulação por 10.

Obs: Repetiu-se os procedimentos acima utilizando o indicador vermelho de metila e determinou-se a alcalinidade total através da Equação (3):

$$T (\text{mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3) = P + V$$

(3)

Onde:

T = alcalinidade total;

P = alcalinidade com a fenolftaleína;

V = alcalinidade com o vermelho de metila.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao pH verificado na Tabela 3, as amostras B e C teve o pH, 6,15 e 6,23 respectivamente, acima do valor informado no rótulo B = 5,22 e no C = 4,89, enquanto que na Amostra A, a média analisada (5,95) teve um valor de 0,30 abaixo do descrito no rótulo de 6,25, sendo as amostras B e C de acordo com o expresso no Anexo X, em seu parágrafo 1º, da portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dados descritos na Tabela 3 que compara os valores fornecidos no rótulo com a analisada.

Tabela 3 – Comparação dos valores dos rótulos com as iniciais, médias, máximo e mínimo obtidos para pH

Amostra	Rótulo	Inicial	Valor médio	pH	
				Valor máximo	Valor mínimo
A (n=3)	6,25	5,80	5,95	6,06	5,80
B (n=3)	5,22	6,20	6,15	6,20	6,10
C (n=3)	4,89	6,19	6,23	6,26	6,19

Fonte: Os autores (2018)

Na Tabela 4 são apresentados estatisticamente os resultados obtidos na determinação de pH das análises elencadas. De acordo com o coeficiente de variação os resultados apresentados são dados homogêneos, ou seja, há uma menor dispersão em torno da média.

Tabela 4 – pH das amostras de água mineral

Amostra	pH* (média ± desvio-padrão)	Variância	Coefficiente de variação (%)
A	5,95 ± 0,13	0,01810	2,18
B	6,15 ± 0,05	0,00250	0,81
C	6,23 ± 0,04	0,00130	0,64

Fonte: Os autores (2018) *Análises em triplicata

A partir dos dados observados na Tabela 4, nota-se que as águas com bicarbonatos apresentam um pH mais alcalino, pois estas águas extraídas de maiores profundidades se enriquecem de sais, enquanto as águas menos mineralizadas apresentam um pH mais baixo. O pH é um importante parâmetro para a determinação de qualidade da água e um dos padrões de potabilidade que de acordo com a legislação vigente, o pH das águas minerais pode variar de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2011), e dentre as amostras analisadas, apenas a Amostra A teve seu pH inicial abaixo da legislação.

A acidez em águas representa teores de CO₂ livre, ácidos minerais e orgânicos presentes. De acordo com os valores de pH inicial das amostras analisadas, Tabela 1 demonstram a presença de teores de gás carbônico (CO₂) livre que são encontrados na faixa de pH entre 4,6 < pH < 8,3. Para a determinação da acidez total das amostras titulou-se até a mudança de coloração de incolor para rosa, ou seja, em pH 8,3, pois somente neste valor de pH não há mais acidez garantindo a total neutralização do gás carbônico presente na amostra, prevalecendo apenas o equilíbrio entre bicarbonatos e carbonatos. Após calculou-se a acidez de acordo com a Equação 1 e todas as amostras apresentaram um valor de 1000 mg.L⁻¹ CaCO₃. A água com teor acentuado de acidez pode provocar corrosão no meio em que as mesmas atravessam ou nos recipientes onde são armazenadas, influem na velocidade das reações químicas e processos biológicos.

A determinação da alcalinidade consiste na titulação com H₂SO₄, de uma concentração conhecida. Esta determinação permite avaliar a existência de hidróxidos (OH⁻), carbonatos (CO₃)₂, e bicarbonatos (HCO₃⁻) na água. De acordo com a Tabela 2 de alcalinidade é possível perceber que a faixa do pH analisado compreende entre 4,4 < pH < 8,3 que contém a presença de bicarbonatos (HCO₃⁻). A situação descrita para essas análises é só alcalinidade de bicarbonato. Que ocorre em amostras com pH inferior a 8,3. Nas amostras analisadas, o valor de pH obtido foi entre 5 e 7. Neste caso a alcalinidade de bicarbonato coincide com a alcalinidade total.

As Tabelas 5 e 6 apresentam os valores de pH inicial medidos através de papel indicador universal e pHmetro, assim como o mL de ácido sulfúrico gastos na titulação que servem como base para encontrar os valores de alcalinidade. A alcalinidade medida utilizando-se como indicador a fenolftaleína é denominada alcalinidade parcial, enquanto a alcalinidade mensurada utilizando-se como indicador o alaranjado de metila (que neste trabalho foi substituído pelo vermelho de metila) é denominada alcalinidade total.

Tabela 5 – Resultados de titulação de cálculo de alcalinidade (1º amostra)

Amostra	pH Inicial		mL de H ₂ SO ₄ Gastos na titulação	
	Papel indicador de pH	pHmetro		
			F. F*	V.M**
A	6,00	5,80	6,00	1,50
B	6,00	6,20	5,00	0,30
C	6,00	6,19	3,00	1,50

Fonte: Os autores (2018) *F. F = fenolftaleína ** V. M = vermelho de metila

Tabela 6 – Resultados de titulação de cálculo de alcalinidade (2º amostra)

Amostra	pH Inicial		mL de H ₂ SO ₄ Gastos na titulação	
	Papel indicador de pH	pHmetro		
			F. F*	V.M**
A	6,0	5,80	7,00	1,50
B	6,0	6,20	3,00	0,50
C	6,0	6,19	3,00	0,50

Fonte: Os autores (2018) *F. F = fenolftaleína ** V. M = vermelho de metila

O cálculo da alcalinidade é realizado de acordo com a Equações 2 e 3, que nas condições fornecidas basta-se multiplicar o resultado (mL de H₂SO₄ gastos na titulação) por 10 e assim tem-se os resultados das Tabelas 7 e 8. Os valores de alcalinidade à fenolftaleína e alcalinidade total obtidos estão

enquadrados no intervalo de alcalinidade da maioria das águas naturais (entre 30 e 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃), apresentados nas Tabelas 7 e 8, enquanto que com o indicador vermelho de metila os resultados estão abaixo do que intervalo citado.

TABELA 7 – Resultados do cálculo de alcalinidade (1° amostra)

Amostra	Alcalinidade (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)			Hidróxido (mg.L ⁻¹ OH ⁻)	Carbonato (mg.L ⁻¹ CO ₃ ²⁻)	Bicarbonato (mg.L ⁻¹ HCO ₃ ⁻)
	P*	V**	T***			
A	60	15	75	45	30	0
B	50	3	53	47	6	0
C	30	15	45	15	30	0

Fonte: Os autores (2018) *P = fenolftaleína ** V = vermelho de metila ***T = total

Tabela 8– Resultados do cálculo de alcalinidade (2° amostra)

Amostra	Alcalinidade (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)			Hidróxido (mg.L ⁻¹ OH ⁻)	Carbonato (mg.L ⁻¹ CO ₃ ²⁻)	Bicarbonato (mg.L ⁻¹ HCO ₃ ⁻)
	P*	V**	T***			
A	70	15	85	55	30	0
B	30	5	35	25	10	0
C	30	5	35	25	10	0

Fonte: Os autores (2018) *P = fenolftaleína **V = vermelho de metila ***T = total

Os resultados de hidróxido, carbonato e bicarbonato encontrados nas Tabelas 7 e 8 são calculados de acordo com os cálculos dos componentes de alcalinidade. Compreende-se com os resultados obtidos que todas as amostras estão na condição onde $P > \frac{1}{2}T$, ou seja, o número de bicarbonato é igual a zero o que difere da condição de alcalinidade calculado pelo pH, que demonstra a presença de bicarbonato nas águas minerais analisadas, bem como apresentadas nos rótulos das mesmas como apresentadas na Tabela 9 os valores de bicarbonatos.

Tabela 9 – Valores de bicarbonatos nos rótulos das águas minerais

Amostra	Rótulo (mg.L ⁻¹)
A	36,00
B	13,79
C	3,55

Fonte: Os autores (2018)

Os resultados em relação a alcalinidade total que deveria ter apresentado um valor maior que o da alcalinidade a fenolftaleína, não foi satisfatório, o que pode ter ocorrido por diversos fatores.

CONCLUSÕES

É considerável o aumento da demanda de água mineral, devido está associado a hábitos saudáveis de vida, mas é notável também o aumento da poluição em algumas fontes de água mineral. O estudo desse projeto teve como intuito saber se os parâmetros: pH, acidez e alcalinidade de três marcas diferente de água mineral envasada de 500 mL, satisfaz as exigências da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro 2011, do Ministério da Saúde e se encontra de acordo com o descrito no rótulo.

Das três amostras analisadas, duas teve o pH acima do valor informado no rótulo e uma o valor abaixo, mas todos em conformidade com a legislação. Todas as amostras apresentaram um valor de 1000 mg.L⁻¹ CaCO₃. Embora os resultados de alcalinidade total não tenha sido satisfatório, este estudo é de extrema importância para analisar e confirmar os parâmetros propostos com a resolução vigente, para garantir que a água tenha uma boa qualidade e atenda aos requisitos mínimos permitidos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, N. J. de; CARELI, R. T.; FERNANDES, G. R. **Controle da água e das condições higiênicas de processamento em indústrias de alimentos**. Universidade Federal de Viçosa – MG, 2004.
Disponível em:
<https://www2.cead.ufv.br/sistemas/pvanet/files/conteudo/695/ApostiladeTal463.pdf>
f. Acesso em: 10 mar. 2019.
- APHA- American Public Health Association. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 18th ed. Washington: DC, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9896**:
Glossário

de poluição das águas. Rio de Janeiro, 1993.

BRASIL. **Decreto de Lei N° 7.841**, de 8 de agosto de 1945. Código de Águas Minerais. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 20 ago 1945. Seção 1, pt. 1. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/439991.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. **Resolução RDC n° 274**, de 23 setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para águas envasadas e gelo. **Diário Oficial da União**, 23 set 2005. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_274_2005.pdf/19d98e61-fa3b-41df-9342-67e0167bf550. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n° 2914**, de 12 de dezembro 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 dez 2011. Seção 1, pt.1, p. 39/46. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 28 maio 2018.

LIMA, C. C. **Industrialização da água mineral**. 2003. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO, 2003. Disponível em: http://snatural.com.br/PDF_arquivos/Potavel-Agua-Mineral.pdf. Acesso em: 25 nov. 2017.

REIS, L. R.; BEVILACQUA, P. D.; CARMO, R. F. *Água envasada: qualidade microbiológica e percepção dos consumidores no município de Viçosa (MG)*. **Caderno Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n.3, p. 224-232, 2014. Disponível em: www.scielo.br/pdf/cadsc/v22n3/1414-462X-cadsc-22-03-0224.pdf. Acesso em: 28 nov. 2017.

Recebido em: 12/03/2022

Aprovado em: 15/04/2022

Publicado em: 21/04/2022