



ISSN:2527-0040

DOI:
10.26704/rpgeo

REVISTA

PENSAR
Geografia



Programa de
Pós-graduação
em geografia

Homepage: <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/P GEO>

POTABILIDADE DE ÁGUAS MINERAIS E ÁGUAS ADICIONADAS DE SAIS EM FORTALEZA – CE

POTABILITY OF MINERAL WATER AND ADDED WATER OF SALTS IN FORTALEZA - CE

Marcelo Rodrigues Motta Borges ¹

¹Mestrando, Universidade Federal do vale do São Francisco, Av. José de Sá Maniçoba, S/N - Centro CEP: 56304-917 - Petrolina/PE, e-mail: marceloquimico@yahoo.com.br

Artigo recebido em 22/03/2020 e aceito em 07/05/2020

RESUMO

O aumento do consumo da água subterrânea no processo desenvolvimento social e econômico tem exigido o controle sistemático de sua qualidade. Tendo em vista a progressiva contaminação da água pela ação antropogênica, o presente trabalho teve como objetivo descrever os métodos envolvidos no tratamento e purificação de águas minerais e adicionadas de sais, bem como a caracterização de parâmetros físico-químicos que garantem a potabilidade do produto consumido. Foram analisadas dez (10) marcas, na cidade de Fortaleza sendo cinco adicionadas de sais e cinco minerais. O trabalho descreveu os principais parâmetros de qualidade, apresentando seus conceitos, sua origem (natural ou antropogênica), a interpretação dos resultados das análises e as políticas do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Os parâmetros analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais dissolvidos (STD), dureza total (DT), cloretos (Cl), alcalinidade (AT e AP) e Ferro total (Fe). Foi verificado, ainda, se as mesmas atendem as legislações vigentes. A RDC n° 274 regulamenta os padrões técnicos para águas envasadas e a portaria n° 2914 dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo. Ambas estabelecem limites para substâncias químicas que representam risco a saúde. As metodologias utilizadas nas análises seguiram as recomendações do *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Os resultados mostraram que duas marcas de água mineral não atenderam a legislação no que se refere ao valor de pH e em uma marca no parâmetro dureza total. Quatro marcas de água adicionadas de sais não apresentaram nenhum tipo de dureza.

Palavras-chave: Água envasada, Controle de Qualidade, Tratamento.

ABSTRACT

The increase in groundwater consumption in the social and economic development process has required systematic control of its quality. In view of the progressive contamination of water by anthropogenic action, the present study aimed to describe the methods involved in the treatment and purification of mineral waters and added salts, as well as the characterization of physical-chemical parameters that guarantee the potability of the product consumed. Ten (10) brands were analyzed in the city of Fortaleza, five of which were added salts and five minerals. The work described the main quality parameters, presenting their concepts, their origin (natural or anthropogenic), the interpretation of the analysis results and the policies of the National Department of Mineral Production (DNPM). The parameters analyzed were: hydrogen potential (pH), total dissolved solids (STD), total hardness (DT), chlorides (Cl), alkalinity (AT and AP) and total iron (Fe). It was also verified whether they comply with current legislation. RDC n° 274 regulates technical standards for bottled water and ordinance n° 2914 provides for the control and surveillance procedures for drinking water quality. Both set limits for chemicals that pose a health risk. The methodologies used in the analyzes followed the recommendations of the *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. The results showed that two mineral water brands did not meet the legislation with regard to the pH value and in a mark in the total hardness parameter. Four watermarks added with salts did not present any kind of hardness.

Key words: Bottled water, Quality Control, Treatment.

1. Introdução

Nas últimas décadas, a preocupação de toda a sociedade com a disponibilidade e qualidade de água doce decorre do fato de que por mais abundante que pareça este recurso, não é rara sua escassez, ora pela ocorrência de períodos prolongados de seca ora pela alta carga poluidora a que é submetido os corpos hídricos, sendo as águas envasadas uma alternativa que está se tornando tendência mundial, pois possui a prerrogativa de possuir maior pureza e, portanto mais segurança a saúde remetendo a um estilo de vida saudável (CORREIA, 2004).

A água contaminada, segundo Riedel (1992), é capaz de veicular agentes infecciosos (bactérias, vírus, ovos ou larvas de helmintos) ou substâncias capazes de agredir a saúde humana, por isso, para o controle de qualidade da água, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) exige que todas as indústrias envasadoras de água submetam amostras do produto final para análise química completa como requisito para a liberação da outorga de funcionamento e que o controle de qualidade seja feito diariamente em laboratórios próprios contemplando análises de pH, condutividade, e temperatura da água na saída da fonte.

A portaria nº 2914 define as competências de todas as partes envolvidas na regulamentação, exploração e fiscalização do bem mineral, atribuindo responsabilidades a união, estados, municípios, concessionários do sistema de abastecimento, e laboratórios de controle e vigilância, (BRASIL, 2013), aplicando as sanções administrativas previstas na lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 (BRASIL, 1997). A RDC nº 274 fixa as características mínimas de qualidade a que devem obedecer a Água mineral a Água natural, a Água adicionada de sais envasadas e o gelo para consumo humano, bem como a definição dos tipos de águas envasadas comercializadas no Brasil, e os limites de concentração das substâncias que representam risco a saúde (BRASIL, 2005).

Determina também requisitos de rotulagem, e a natureza dos sais minerais que podem ser adicionados.

2. Material e métodos

Foram selecionadas dez (10) marcas de águas envasadas produzidas na cidade de Fortaleza e região metropolitana para realização dos ensaios, sendo cinco amostras de águas adicionadas de sais e cinco amostras de águas minerais identificadas numericamente de 1 a 5 e de 6 a 10 respectivamente, preservando a identidade das fontes. As amostras foram adquiridas em diferentes estabelecimentos comerciais de março a outubro de 2016. As metodologias aplicadas para estas determinações foram a espectrofotometria UV/VIS para a determinação de ferro total, potenciometria para a determinação do pH, titulometria para as determinações da alcalinidade, dureza total e cloretos e medida da condutividade (condutivímetro). Os ensaios físico-químicos foram realizados, no laboratório de química ambiental (LQA) da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), seguindo as metodologias descritas em (APHA, 2012). As análises dos parâmetros avaliados foram realizadas em dois diferentes lotes de embalagens de 500 ml. Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e da Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.

3. Resultados e discussão

A tabela 1 mostra os valores máximos permitidos (VMP) estabelecidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, para os parâmetros físico-químicos que foram avaliados nessa pesquisa.

mínimos estabelecidos pela portaria nº 2914.

Tabela 01. Padrão de aceitação para o consumo humano de acordo com a portaria nº 2.914/11 MS. Fonte: autor.

Parâmetros	VMP	Unidade
	Cloretos	250,0
Dureza total	500,0	mgCaCO ₃ .L ⁻¹
pH a 25°C	6,0-9,5	-
Ferro total	≤ 0,3	mgFe.L ⁻¹

Com base nos resultados obtidos, por meio da realização de análises físico-químicas para determinação das concentrações dos parâmetros de qualidade para potabilidade, as tabelas 5 e 6 apresentam os valores médios com os respectivos desvios padrões dos resultados obtidos para os parâmetros pH, condutividade e dureza total (DT.) das marcas de águas adicionadas de sais e águas minerais respectivamente.

Tabela 02: Resultados obtidos para água adicionada de sais.

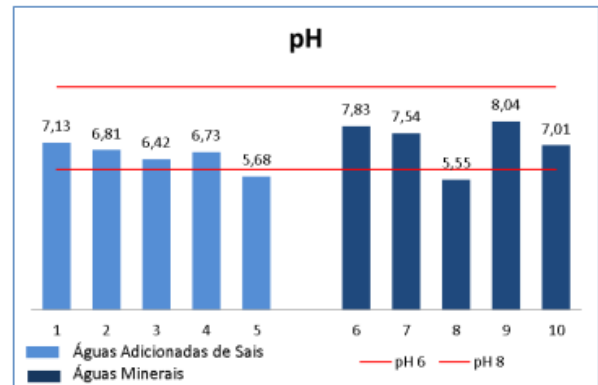
Amostras	Parâmetros		
	pH	Cond.	Dureza
1	7,3	64	0,0
2	6,81	10	0,0
3	6,42	10	0,0
4	6,73	24	0,0
5	5,68	52	11,4

Tabela 03. Resultados obtidos para águas minerais.

Amostras	Parâmetros		
	pH	Cond.	Dureza
6	7,83	128,0	91,5
7	7,54	328,0	153,2
8	5,55	224,0	30,8
9	8,04	556,0	57,7
10	7,01	76,0	23,9

O gráfico 1 compara os resultados das análises de pH para as 10 marcas analisadas, apresentando os limites máximos e

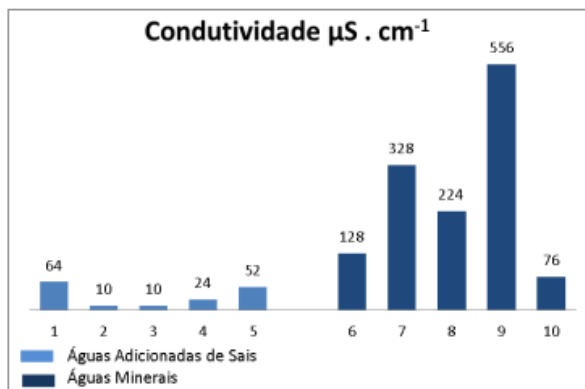
Figura 01. Comparação dos resultados entre as 10 amostras de águas analisadas



Observando o gráfico 2 e as tabelas 5 e 6, para os valores médios de pH observou-se variações entre as 10 amostras. Estas variações no pH estão relacionadas com as características geológicas da lavra de exploração da água subterrânea, que podem variar na dependência da passagem da mesma por rochas de diferentes composições (cálcicas, magnesianas, ou bicarbonatadas), além de ser afetada também pelo nível do lençol freático no decorrer do ano. A Resolução nº 274 da ANVISA não estabelece valor de pH para águas envasadas, sendo este valor definido na Portaria nº 2914, com o intervalo de 6 a 9,5 representado pelas linhas vermelhas no gráfico 2. Duas marcas apresentaram valores inferiores ao estabelecido por esta portaria. A marca 5 (adicionada de sais) e 8 (mineral). No caso da marca 5 de água adicionada de sais o pH pode variar em função das condições operacionais do sistema de tratamento por osmose reversa, que ao longo do tempo tendem a sofrer alterações inversamente proporcionais de pressão e vazão do permeado, bem como diminuição da taxa de retenção salina devido a deposição de residuais orgânicos e inorgânicos na superfície das membranas sendo necessário o constante monitoramento dos sais minerais adicionados e a realização periódica de retrolavagem ou limpeza química quando um dos parâmetros sofrerem alterações de

até 10%. Neste caso faz-se necessário a correção do pH com a adição de sais alcalinos como bicarbonatos. No caso da marca 8 (mineral), o sistema de tratamento empregado não pode resultar em variações na composição química da água, devendo estas flutuações naturais estarem dentro dos limites estabelecidos pela legislação, ou interdição do estabelecimento. Quanto aos resultados de condutividade, o gráfico 2 apresenta os resultados para as 10 marcas analisadas. A legislação não estabelece VMP para este parâmetro, entretanto o DNPM exige que estas análises sejam realizadas diariamente por laboratórios próprios, pois ela é capaz de identificar alterações qualitativas na matriz subterrânea sendo utilizada como um indicador do teor de sal e impurezas da água.

Figura 02. Comparação dos resultados de condutividade entre as 10 amostras analisadas



Da análise do gráfico, pode-se observar variações significativas entre as 10 amostras, destacando-se a tendência das águas minerais para valores mais altos. A concentração de sais dissolvidos na água determina parcialmente a condutividade quando o sal ioniza a solução. Ela está relacionada a dissolução de rochas calcárias, e é obtida pela soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água. Dentre as marcas analisadas foi constatado que a amostra 9 apresentou o maior valor de condutividade com 556 µS . cm⁻¹. Em termos técnicos, a água salobra contém cerca de 500 a 30.000 ppm de sal, sendo geralmente expresso em

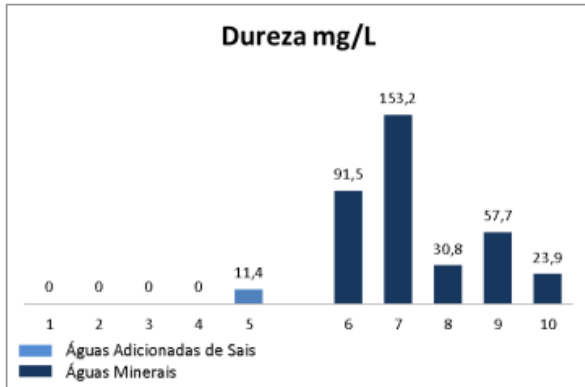
percentagem - 0,05 - 3,0% de acordo com a Resolução CONAMA, n° 357 (BRASIL, 2005). A água mineral por ser captada em fontes fora da zona urbana e obrigatoriamente livre de contaminação microbiológica, não apresenta diferença entre o produto final e a matriz subterrânea estando condicionada as variações naturais do aquífero no decorrer do ano com os períodos de secas e cheias. Existe uma classificação para águas subterrâneas, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de sais minerais, porém em níveis inferiores aos mínimos estabelecidos para a água mineral natural. A RDC n° 274 classifica esse tipo de água como águas naturais, e é o caso da marca 10 que apresenta condutividade de 76 µS.Cm⁻¹. A mesma resolução determina o teor mínimo de sais adicionados não deve ser menor que 30 mg/L. A relação entre condutividade e STD segundo DE OLIVEIRA, (1999) segue a equação 1:

$$STD = 0,640C \quad (1)$$

Ou seja, valores abaixo de 20 µS . cm⁻¹ correspondem a menos de 30 ppm de sais dissolvidos na água. As marcas 2 e 3 de águas adicionadas de sais, se encontram com um teor de mineralização abaixo do que recomenda a RDC n° 274. Nas membranas de osmose reversa, a taxa de rejeição de íons pode chegar a 99%, se o sistema de pré-tratamento for eficiente, a concentração de sais dissolvidos do lençol freático estiver baixa, e as membranas forem novas e operadas a baixas pressões. A dosagem dos sais é feita posteriormente a passagem da água pela osmose reversa. Considerando os baixos valores de condutividade é possível que esta dosagem não esteja sendo realizada devidamente, ou mesmo, seja inexistente. A dureza total, segundo Battalha & Parlatore (1977), é definida como a soma dos cátions polivalentes expressos numa quantidade equivalente de CaCO₃, sendo a maioria de cálcio e magnésio. Em geral esses íons metálicos não causam prejuízos a saúdes quando estão presentes nos mananciais Em relação aos resultados de dureza total (íons Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺), a Resolução RDC n° 274 ANVISA, cita que para águas adicionadas de sais, o teor de sais adicionados deverá conter

no mínimo 30,0 mg.L-1. O gráfico 3 apresenta os resultados obtidos:

Figura 03. Resultados obtidos para dureza e de Ca²⁺ e Mg²⁺



4 amostras das águas analisadas do tipo adicionada de sais não atingiram o limite de quantificação do método utilizado, apontando que mesmo que exista a concentração de sais de Cálcio e Magnésio deve ser muito baixa. A RDC n° 274 exige que pelo menos um dos sais citados seja adicionado conforme o item 5.3.2, tendo como principais cátions Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, e K⁺. Comparando com o perfil encontrado no gráfico 3, as marcas 1 e 4, não estão irregulares neste quesito, pois podem ter sido adicionadas de sais de sódio ou potássio. No entanto para as marcas 2 e 3, é confirmado a baixa mineralização. Para as marcas minerais, a amostra 10 também apresentou concentrações de Cálcio e Magnésio abaixo dos valores encontrados nas concorrentes, reforçando sua classificação enquanto água tipo “natural”. No sistema de tratamento de águas subterrâneas, a combinação de filtros de areia, carvão ativado, polipropileno, removem partículas de até 5 Micras e preparam a água para a osmose reversa, que é a responsável pela remoção dos íons dissolvidos na água, por atração eletrostática exercida pelas membranas de poliamidas aromáticas são as responsáveis pela remoção dessas partículas. Devido a retenção dos íons nas membranas de osmose reversa, e a dosagem dos sais que está sendo insuficiente, o método não conseguiu detectar a concentração destas espécies. As tabelas 7 e 8 mostram os resultados obtidos para os parâmetros de

alcalinidade parcial e total, cloretos e ferro total.

Tabela 04. Resultados obtidos para águas adicionadas de sais.

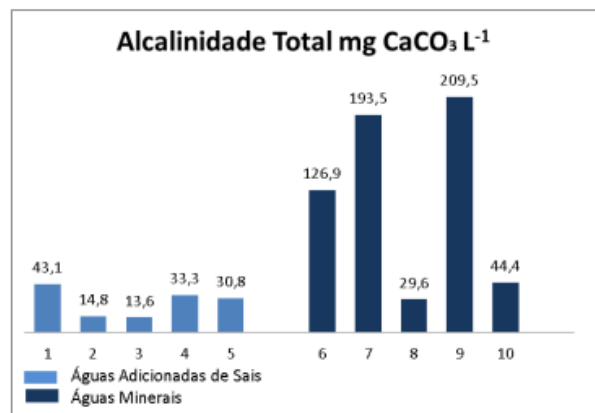
Amostras	Parâmetros			
	Alc. Parcial	Alc Total.	Cl ⁻	Fe
1	0,0	43,1	15,1	≤0,05
2	0,0	14,8	4,5	≤0,05
3	0,0	13,6	3,5	≤0,05
4	0,0	33,3	4,0	≤0,05
5	0,0	30,8	14,6	≤0,05

Tabela 05. Resultados obtidos para águas minerais.

Amostras	Parâmetros			
	Alc. Parcial	Alc Total.	Cl ⁻	Fe
6	0,0	126,9	3,5	≤0,05
7	0,0	193,5	49,9	≤0,05
8	0,0	29,6	58,9	≤0,05
9	0,0	209,5	71,5	≤0,05
10	0,0	44,4	17,1	≤0,05

A Portaria n° 2.914/11 MS estabelece VMP para cloretos de 250,0 mg. Cl.L-1 e de 0,3 mg Fe.L-1, mas não determina VMP para alcalinidade. O gráfico 4 apresenta os resultados obtidos para alcalinidade total das 10 amostras:

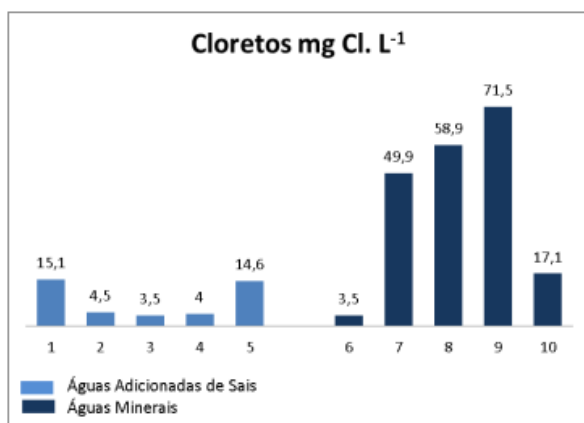
Figura 04. Resultados para alcalinidade total.



Todas as marcas apresentaram alcalinidade total devido a ocorrência de

íons carbonatos e bicarbonatos. A alcalinidade possui uma relação direta com o aumento do pH, devido a ocorrência de ânions alcalinos. A marca 9 apresentou a maior alcalinidade dentre as marcas, correspondendo ao pH mais básico registrado no gráfico 2. As águas minerais naturais tendem a apresentar uma alcalinidade mais elevada em relação as águas adicionadas de sais devido a dissolução de rochas carbonatadas como calcário e dolomita. Para as marcas de um a 5 a alcalinidade natural fica retida nas etapas de tratamento da água, sendo posteriormente repostas pela adição de sais minerais carbonatados. Nenhuma das marcas analisadas apresentou alcalinidade de hidróxidos. Este tipo de alcalinidade não corresponde ao perfil da água subterrânea, pois este parâmetro está mais associado a efluentes que recebem despejos industriais. A principal fonte de cloreto das águas subterrâneas são as próprias precipitações pluviométricas. Ele contribui no equilíbrio das reações químicas no organismo e no controle da pressão osmótica. Todas as marcas estão dentro do intervalo estabelecido pela Portaria nº 2914 como está apresentado no gráfico 5:

Figura 05. Resultados da concentração de Cloretos.



A ocorrência de ferro em estado reduzido é mais frequente nas águas subterrâneas que nas superfícies, devido a presença de oxigênio nas águas

superficiais resultando na sua oxidação para ferro hidratado, que é menos solúvel. Todas as amostras apresentaram baixos valores para concentração de ferro, próximos ao limite de quantificação do método

Nos resultados e discussão deve-se apresentar descrição dos resultados e discussão desses em diálogo com outras pesquisas

4. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que as águas minerais apresentaram maiores concentrações de espécie dissolvidas em relação as águas adicionadas de sais. As amostras 5 e 8 não atingiram o valor mínimo de pH exigidos pela portaria 2914, se encontrando impróprias para o consumo. 4 marcas de águas adicionadas de sais estão fora do limite de quantificação de dureza para o método utilizado. A marca 10 apresentou baixos valores de mineralização em relação as demais amostras de água mineral, sendo considerada pela RDC nº 274 Água do tipo Natural.

5. REFERÊNCIAS

APHA. Standard methods for the examinations of water and wastewater. 22 th ed. Washington DC.: American PublicAssociations, 2012.

BATTALHA, B. L.; PARATORE, A. C. **Controle da Qualidade da água para Consumo Humano**. 2 ed. São Paulo: CETESB, 1977..

BRASIL. Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 fev. 2005. Disponível em

<http://www.dnpmp.gov.br>. Acesso em: 15 fev.2017.

BRASIL. Resolução RDC 274, de 22 de setembro de 2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico para Águas Envasadas e Gelo. **Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária)**, nº 184, p. 376, 23 set. 2005. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#r>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

CORREIA, L. A. S.; COSTA, C. B. S. C.; MILITO, C. M.; DANTAS, A.B. Processo de extração de água Mineral: uma comparação de três empresas alagoanas. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 14., 2004, Resende, RJ. **Anais...** Resende, RJ: Associação Educacional Dom Bosco - EADB, 2004. Disponível em: <<http://encurtador.com.br/jpGKQ>> Acesso em: abr.2017.

DE OLIVEIRA, Rui et al. Relação entre condutividade e sólidos totais dissolvidos em amostras de esgoto bruto e de lagoas de estabilização. *In*: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20ª Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental, 3**. ABES, 1999. p. 1-6

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 28 de nov. de 2015

RIEDEL, G. Noções de saúde ambiental: controle sanitário dos alimentos. São Paulo: Atheneu, 1992.