

"AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DAS ÁGUAS MINERAIS
COMERCIALIZADAS EM CAMPINA GRANDE - PB."

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DAS ÁGUAS MINERAIS
COMERCIALIZADAS EM CAMPINA GRANDE - PB.

BERENICE AFONSO DE SOUSA

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

ABRIL - 1984

BERENICE AFONSO DE SOUSA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DAS ÁGUAS MINERAIS
COMERCIALIZADAS EM CAMPINA GRANDE - PB.

Dissertação apresentada ao Curso
de MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL
da Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências
para obtenção do Grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS - Engenharia Sa
nitária e Ambiental

EDIELSON DE AQUINO SANTOS

Orientador

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

ABRIL - 1984



S237a Sousa, Berenice Afonso de.
Avaliação da qualidade sanitária das águas minerais comercializadas em Campina Grande / Berenice Afonso de Sousa. - Campina Grande, 1984.
86 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -
Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e
Tecnologia.

1. Água Mineral Comercializada - Campina Grande (PB). 2.
Água Mineral - Qualidade. 3. Dissertação - Engenharia
Civil. I. Santos, Edielson de Aquino. II. Universidade
Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 628.1.036.4(043)

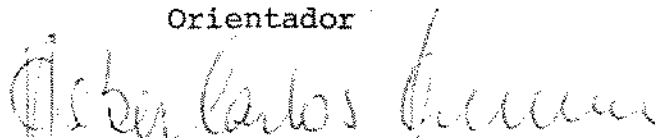
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DAS ÁGUAS MINERAIS
COMERCIALIZADAS EM CAMPINA GRANDE - PB.

BERENICE AFONSO DE SOUSA

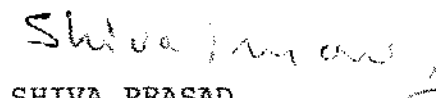
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 09/04/84


EDIELSON DE AQUINO SANTOS

Orientador


HEBER CARLOS FERREIRA

Componente da Banca


SHIVA PRASAD

Componente da Banca

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

ABRIL - 1984

OFERECIMENTO

Ao meu esposo Elias e aos meus filhos, Elinice, Eliabe e Elíbia, pelo incentivo e apoio que me deram, tornando possível a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece a DEUS que, revelando a sua bondade, concedeu saúde e sabedoria para a realização deste trabalho.

Ao professor EDIELSON DE AQUINO SANTOS, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, pelo constante estímulo e orientação deste trabalho.

Ao professor LÉLIO JOFFILY PEREIRA DA COSTA, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, pelas críticas e sugestões apresentadas na elaboração desta dissertação.

Ao Laboratório de Microbiologia do Departamento de Engenharia Química da UFPb - Campus II, onde foram realizadas as análises bacteriológicas, físicas e físico-químicas deste trabalho.

Ao DNOCS, nas pessoas dos professores ORLANDO RAFAEL MAYER e VICENTE FERNANDES MONTEIRO, pela realização, em seus laboratórios, das análises químicas deste trabalho.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desta pesquisa.

"Tudo quanto te vier à mão para fazer, faze-o conforme as tuas forças, porque na sepultura, para onde tu vais, não há obra, nem indústria, nem ciência, nem sabedoria alguma".

(Eclesiastes 9 : 10)

S U M Á R I O

| | |
|---|----|
| 1 - INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 2.1 - Aspecto histórico..... | 3 |
| 2.2 - Caracterização das águas minerais..... | 6 |
| 2.2.1 - Conceito..... | 6 |
| 2.2.2 - Classificação..... | 7 |
| 2.2.3 - Contaminantes..... | 9 |
| 2.2.4 - Higiene..... | 12 |
| 2.2.5 - Controle de qualidade..... | 15 |
| 2.2.6 - Tratamento..... | 17 |
| 2.3 - Parâmetros microbiológicos..... | 18 |
| 3 - MATERIAIS E MÉTODOS..... | 26 |
| 3.1 - Material analisado..... | 26 |
| 3.2 - Parâmetros analisados..... | 31 |
| 3.3 - Meios de cultura..... | 32 |
| 3.4 - Procedimento analítico..... | 33 |
| 3.4.1 - Determinações microbiológicas..... | 33 |
| 3.4.2 - Determinações físicas e físico-químicas.... | 37 |
| 3.4.3 - Determinações químicas..... | 38 |
| 4 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS..... | 39 |
| 5 - DISCUSSÃO..... | 60 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 80 |
| 7 - SUGESTÕES..... | 82 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 83 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|--|
| BHT | - Bactérias Heterotróficas Totais |
| UFC | - Unidade Formadora de Colônias |
| NTU | - Unidade Nefelométrica de Turbidez |
| T | - Temperatura |
| SPC | - Standard Plate Count |
| np | - não padronizada |
| CNNPA | - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimen <u>tos</u> |
| PCA | - Agar Plate Count |
| DNOCS | - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas |
| ppm | - parte por milhão |
| E. coli | - Escherichia coli |

RESUMO

Este estudo, empreendido entre julho de 1983 e janeiro de 1984, teve como finalidade determinar a qualidade sanitária de seis diferentes marcas de águas engarrafadas comercializadas em Campina Grande - PB. As marcas das águas minerais analisadas foram Santa Mônica, Serra Branca, Minalba, Mana-jã, Sublime e Indaiã. Foram examinados parâmetros microbiológicos, químicos, físicos e físico-químicos. A qualidade bacteriológica das águas foi determinada através das contagens de coliformes totais e fecais, estreptococos fecais e bactérias heterotróficas totais. Os exames químicos, físicos e físico-químicos incluíram cloretos em Cl^- , sulfatos em SO_4^{2-} , nitratos em NO_3^- , nitritos em NO_2^- , alcalinidade devido a hidróxido, carbonato, bicarbonato e dureza total em CaCO_3 , amônia em NH_3 , cálcio em Ca^{2+} , magnésio em Mg^{2+} , sódio em Na^+ , potássio em K^+ , ferro em Fe^{3+} e determinações de pH, temperatura, turbidez, condutividade elétrica a 25°C e resíduo de evaporação a 180°C .

Os resultados obtidos foram comparados com os padrões para identificação e qualidade de águas minerais da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA: item I da Portaria Ministerial número 1 003 de 13 de agosto de 1976), do Ministério da Saúde do Brasil. Baseado em nossos dados e nos Padrões Nacionais, as águas minerais analisadas apresentaram conteúdo bacteriano que as tornam inseguras

para o consumo humano, bem como conteúdo mineral abaixo do
esperado, impossibilitando classificá-las como águas mine
rais.

ABSTRACT

This study was undertaken to determine sanitary quality of six different brands of bottled waters commercialized in Campina Grande - PB, from July 1983 to January 1984. The brands of the mineral water analysed were Santa Mônica, Serra Branca, Minalba, Mana-jã, Sublime and Indaiã. The microbiological, chemical, physical and physico-chemical parameters were examined. The bacteriological quality of the waters was determined by counts of fecal and total coliforms, fecal streptococcus and total heterotrophic bacteria. The chemical, physical and physico-chemical examinations include chloride as Cl^- , sulphates as SO_4^{2-} , nitrates as NO_3^- , nitrites as NO_2^- , alkalinity due to hydroxide, carbonate, bicarbonate and total hardness as CaCO_3 , ammonia as NH_3 , calcium as Ca^{2+} , magnesium as Mg^{2+} , sodium as Na^+ , potassium as K^+ , iron as Fe^{3+} and determinations of pH, temperature, turbidity, electrical conductivity at 25°C and evaporation residue at 180°C .

Our results were compared with standards for identification and quality of mineral waters of the National Commission of Norms and Standards for Foods (CENNA: item I of the Ministerial Order number 1 003 of August 13, 1976), of the Health Ministry of Brazil. Based on our data and the National Standards the mineral waters analysed were found with bacterial contents making them unsafe for human consumption

and mineral contents too low to qualify them as mineral waters.

1 - INTRODUÇÃO

A idéia de que a água pode transmitir enfermidades é conhecida há muitos séculos. No entanto, a teoria sobre os microrganismos causadores de doenças só foi estabelecida em meados de 1880. Os estudos pioneiros de controle microbiológico da água foram realizados tendo em vista a qualidade sanitária da água potável.

Uma água reservada ao consumo público deve estar livre de bactérias nocivas ao organismo humano. Logo, a potabilidade da mesma está associada, principalmente, à sua pureza bacteriológica. Tal pureza é determinada por indicadores microbiológicos.

O indicador microbiológico usualmente empregado é o grupo coliforme, determinado pelo número de coliformes totais e fecais. A existência de coliformes fecais indica a presença de microrganismos entéricos patogênicos. Estes são considerados como determinantes do grau de risco para a saúde pública associado com o uso da água.

A presente pesquisa teve como finalidade analisar amostras de águas minerais de 6 marcas diferentes, comercializadas em Campina Grande, quanto a parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e físico-químicos, com o objetivo de avaliar a qualidade sanitária das referidas águas.

Este estudo foi realizado devido ao fato de que as

águas minerais são, geralmente, engarrafadas e consumidas sem sofrer qualquer processo de tratamento, na suposição de que as fontes estão isentas de contaminação por fezes humanas ou de animais de sangue quente.

Dado o uso indiscriminado das águas minerais por pessoas enfermas, crianças, pessoas idosas e outros que buscam um produto mais puro e saudável, tornou-se necessária uma análise cuidadosa dessas águas de modo a se ter informações sanitárias seguras da qualidade das mesmas, que a cada dia assumem maior importância junto ao mercado consumidor.

O roteiro da execução deste trabalho está discriminado abaixo:

SEÇÃO 2 - Revisão Bibliográfica, onde inclui-se Aspecto Histórico, Caracterização das Águas Minerais e Parâmetros Microbiológicos.

SEÇÃO 3 - Materiais e Métodos de ensaios usados durante pesquisa.

SEÇÃO 4 - Apresentação dos Resultados acompanhados das tabelas.

SEÇÃO 5 - Discussão dos resultados e gráficos obtidos e a comparação destes com os padrões existentes para as águas minerais.

SEÇÃO 6 - Conclusões e Recomendações.

SEÇÃO 7 - Sugestões para pesquisas futuras.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Aspecto histórico

A grande preocupação do público com a qualidade sanitária da água tem sido motivada pelo fato de que numerosas redes de abastecimentos usam fontes reconhecidamente poluídas que, muitas vezes, contêm materiais carcinogênicos e mutagênicos (10). Contudo, mesmo antes do conhecimento da etiologia de certas doenças, sabia-se que a água poderia servir como veículo transmissor de enfermidades (22).

O receio da presença de microrganismos patogênicos e a insatisfação dos usuários, com o gosto e o odor, em certas águas "potáveis", têm influenciado o crescente consumo das águas minerais, na busca de uma água mais pura e saudável (26). Logo, a presente geração tem dado grande importância a estas águas, preferindo-as segundo a idoneidade do engarrafador (25).

Nos Estados Unidos da América, o uso de água mineral não é recente. Algumas marcas vêm sendo comercializadas há mais de 100 anos. Entretanto, o aumento vertiginoso no consumo começou a partir de 1970, com o crescimento das vendas de águas importadas. Hoje, muitas dessas águas já estão familiarizadas e são exibidas em supermercados, sendo consumidas em abundância (25).

Em 1972 existiam nos Estados Unidos da América mais de 700 engarrafadores, para aproximadamente 125 milhões de consumidores. No sul da Califórnia, onde o mercado de água engarrafada é muito grande, são vendidas anualmente cerca de 379.000m³ de água engarrafada, para aproximadamente 930.000 consumidores (10). Estima-se que 80% delas não são "natural", mas são tratadas ou processadas usualmente através de fil
tros (25).

Recentes levantamentos têm mostrado que um terço dos americanos não estão satisfeitos com o gosto desagradável das águas de abastecimentos comunitários. Este gosto é pro
veniente de condições naturais ou de tratamento químico (25).

Com a expansão geográfica e a ampliação do comércio de água engarrafada, os engarrafadores dos Estados Unidos da América têm usado fontes de águas potáveis de qualidade bacteriológica duvidosa. Surgiram várias questões sobre a necessidade de uma lei com a intenção específica de estabe
lecer padrões de qualidade e controle de água engarrafada, uma vez que o regulamento da qualidade da água vendida em garrafas era uma função de cada Estado. Deste modo, havia diferentes regulamentos. Destes, alguns eram excelentes, de
finindo claramente padrões de qualidade. Outros eram indefi
nidos e, em alguns casos, ignoravam totalmente os padrões. Por esta razão, a "Food and Drug Administration" publicou um conjunto de normas para garantir uniformidade na população de água engarrafada. Estas normas abrangem aspectos de cons
trução de plantas e "lay-out", bem como um "esboço" adequa
do de equipamento, inspeções de equipamentos e recipientes,

sendo imprescindível uma análise bacteriológica semanal das águas recém-engarrafadas. Exames químicos, físicos e radiológicos são exigidos, no mínimo, semestralmente. Integram, ainda, esta regulamentação, os códigos sanitários de embalagem, plantas de registro de informação relacionada ao tipo de produto, volume produzido, data de produção e código do lote (10) e (27).

No Brasil, normalmente, as águas minerais são utilizadas por pessoas enfermas ou idosas e por crianças, dado o seu valor terapêutico, e pelos consumidores de melhor poder aquisitivo, que esperam encontrar nas mesmas um produto inofensivo à saúde e agradável. Particularmente em Campina Grande, tendo em vista que a água do abastecimento público se apresenta rica em sais de cálcio e magnésio, o que a torna salobre e a incerteza de sua pureza bacteriológica, muitos usuários procuram substituí-la por uma outra de gosto mais agradável e teoricamente pura.

Por causa do enorme crescimento e popularidade das águas minerais, em nosso país, coube à Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde, órgão de composição intersetorial, estabelecer os padrões de identidade e qualidade das águas minerais e, bem assim, as normas técnicas sobre higienização dos locais e equipamentos relacionados com a industrialização e comercialização do produto. Tais padrões compreendem definições, classificações, composição, aditivos intencionais, requisitos de higiene, normas de embalagem e rotulagem e métodos de coleta de amostras, de ensaios e análises, a serem observados

em todo o território nacional (20).

Geralmente, as águas minerais são engarrafadas e lançadas no mercado para venda sem sofrer processos de tratamentos, uma vez que são provenientes do interior da crosta terrestre, de fontes admitidas como isentas de contaminação oriunda de fezes humanas e de animais de sangue quente e outras, e que apresentam características físicas, químicas e bacteriológicas perfeitamente compatíveis com os padrões para Alimentos. Por isso, as águas dessas fontes são consideradas de qualidade superior às do abastecimento público e supõe-se que o produto engarrafado conservará, quando estocado, a sua boa qualidade.

Devido à ausência de uma bibliografia que atente para o problema, faz-se necessária uma análise cuidadosa das águas minerais, de modo a se ter informações sanitárias seguras sobre a qualidade das mesmas, que a cada dia assumem maior importância junto ao mercado consumidor.

2.2 - Caracterização das águas minerais

2.2.1 - Conceito de água mineral

As águas minerais são águas que provêm do interior da crosta terrestre, não sujeitas à influência de águas superficiais, provenientes de fontes naturais ou de fontes artificiais captadas, que possuem composição química que lhes dão valores terapêuticas, ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns.

Poderão ser, também, consideradas como águas minerais, as águas de origem profunda que, mesmo sem atingir os limites de classificação estabelecida pelos padrões para alimentos, possuam comprovada propriedade favorável à saúde.

As propriedades favoráveis à saúde deverão ser comprovadas mediante observações de ordem clínica e farmacolôgica e aprovadas pelo órgão federal de saúde competente (20).

2.1.2 - Classificação das águas minerais

As águas minerais são classificadas de acordo com o elemento predominante, podendo ser consideradas como mistas as que acusarem na sua composição mais de um elemento digno de nota:

1) Oligominerais

Entende-se por águas oligominerais as que, apesar de não atingirem os limites estabelecidos pelos padrões de Alimentos, forem classificadas como minerais por suas propriedades benéficas à saúde.

2) Radioativas

Definem-se águas radioativas como sendo todas as águas, minerais ou termais, possuidoras de radioatividade natural. A radioatividade é representada pelo radônio, obedecendo aos seguintes limites:

a) *Fracamente radioativas*, as que apresentarem, no mínimo, um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades

maches;

b) *Radioativas*, as que apresentarem um teor em radônio compreendido entre 10 e 50 unidades maches;

c) *Fortemente radioativas*, as que possuírem um teor em radônio superior a 50 unidades maches.

3) Termiais

São termiais as águas minerais originadas de camadas profundas da crosta terrestre e que atingem a superfície com temperatura elevada.

4) Alcalino-bicarbonatadas

São as águas que, de acordo com os padrões para Alimentos, contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalinos equivalentes, no mínimo, a 0,200g de bicarbonato de sódio.

5) Alcalino-terrosas

De acordo com os padrões citados, são as águas que contiverem, por litro, uma quantidade de elementos alcalino-terrosos equivalentes, no mínimo, a 0,120g de carbonato de cálcio, distinguindo-se:

a) *Alcalino-terrosas cálcicas*, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,048g de cátion cálcio, sob a forma de bicarbonato de cálcio;

b) *Alcalino-terrosas magnesianas*, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,030g de cátion magnésio, sob a forma de bicarbonato de magnésio.

6) Sulfurosas ou sulfatadas

As águas que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100g de ânion sulfato combinado aos cátions sódio, potássio e magnésio.

7) Sulfetadas

As águas que contiverem, por litro, no mínimo, 0,001g de ânion sulfeto.

8) Ferruginosas

As águas que contiverem, por litro, no mínimo, 0,005g de cátion de ferro.

9) Carbogasosas

As águas que contiverem, por litro, no mínimo, 200ml de dióxido de carbono livre e dissolvido, a 20°C e 760mm Hg de pressão, podendo o CO₂ ser encontrado naturalmente na água ou vaporizado artificialmente.

2.2.3 - Contaminantes na água mineral

As substâncias presentes naturalmente na água, depois que ultrapassam aos limites recomendados pelos padrões, podem torná-la imprópria ao consumo. Estas substâncias são os contaminantes inorgânicos. Segundo os padrões do Ministério da Saúde (20) e DACACH (6), os contaminantes estão assim relacionados:

1) Fluoretos

A presença de flúor na água é desejável em doses inferiores ao limite-padrão e passa a ser benéfica quando atinge esse limite, porque tem condição de prevenir a cárie dentária, sobretudo nas crianças. Acima do limite, ocorrerão doenças dentárias e até mesmo alterações ósseas.

2) Arsênico

O arsênico raramente é encontrado nas águas naturais. Sua presença é causada por despejos industriais, atividades de mineração ou pelo uso de inseticidas ou herbicidas.

Além de sua ação tóxica, o arsênico pode provocar câncer da pele quando existe na água em dose elevada.

3) Zinco

Encontra-se em algumas águas naturais, particularmente nas regiões onde há exploração desse metal. Sua presença é controlada porque a sua existência em teor elevado torna a água tóxica e de sabor desagradável.

4) Selênio

Raramente é encontrado nas águas naturais. O selênio, além de tóxico, concorre para a incidência da cárie dentária nas crianças.

Por outro lado, a sua ausência total é prejudicial à nutrição.

5) Cádmio

Pode existir em teor ínfimo nas águas naturais. Maiores concentrações decorrem do contato da água com a superfície

cie interna de recipientes e canalizações em que o metal esteja presente. É um metal tóxico.

6) Cianetos

Sua presença nas águas naturais é causada por despejos industriais. Os cianetos são muito tóxicos e a sua presença, mesmo em teores mínimos, poderá causar a morte.

7) Cobre

O cobre é geralmente encontrado nas águas naturais de regiões onde o metal é explorado. Seu teor, todavia, é bem menor que o capaz de tornar a água tóxica, facilmente rejeitável por seu gosto repugnante.

8) Chumbo

Nas condições naturais apenas traços do metal são encontrados na água, excetuando-se nas regiões ricas em galena.

O chumbo é perigoso para a saúde. Mesmo em pequenas doses é capaz de provocar doença e até a morte, desde que seja prolongada a sua ação. Ingerido em pequenas quantidades, continuamente, torna-se veneno cumulativo. A intoxicação crônica que causa é conhecida por saturnismo.

9) Bário

O bário é encontrado nas águas naturais, porém em pequena quantidade, o que decorre, sobretudo, da baixa solubilidade do sulfato de bário, forma sob a qual normalmente se apresenta.

Em certas águas minerais, o bário é também encontra

do como carbonato. O bário pode atuar sobre os sistemas nervoso e circulatório.

10) Manganês

A sua presença além de certos limites pode causar cor e gosto na água, bem como estimular nesta o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis. É capaz de provocar manchas nas roupas e sabor desagradável na água. Em doses elevadas, pode ser tóxico.

11) Cromo Hexavalente

A presença do cromo decorre da poluição por despejos industriais, já que seus compostos inexitem nas águas naturais.

2.2.4 - Higiene

As águas minerais devem ser captadas, processadas e engarrafadas segundo os princípios de higiene fixados nos padrões de Alimentação do Ministério da Saúde (20).

Todas as águas naturais para serem engarrafadas ou embaladas, deverão ser obtidas de uma fonte aprovada por ôrgão autorizado e terem permissão de saída para a unidade de operação.

Se mais de uma fonte de água for disponível na instalação de processamento, não será permitido cruzar conexões entre duas diferentes fontes, a menos que aprovada pela autoridade competente.

Todos os reservatórios usados no armazenamento de água para o engarrafamento e toda canalização usada no conduto de água para a operação de enchimento, serão construídos de modo que possam ser facilmente limpos e desinfectados. A desinfecção será realizada mensalmente por aplicação de água clorada com 200 ppm por um período de 20 minutos ou mais. Água estéril será usada para enxaguar os reservatórios. Estes serão fortemente vedados para excluir toda matéria estranha.

Os materiais empregados na captação, as tubulações e os reservatórios devem ser compatíveis com a água, de modo a impedir a introdução de substâncias estranhas, vedada a utilização de materiais à base de chumbo, cobre, ou outro material de fácil corrosão ou deterioração, ou outros materiais tóxicos que não preencham os padrões aceitáveis.

Reservatórios de água armazenada, encanamentos, equipamentos de enchimento, lavadores de garrafa, máquinas de aplicar tampinhas às garrafas e outros equipamentos usados para armazenar, transportar e embalar os produtos devem ser mantidos limpos e em condições sanitárias satisfatórias. Para isso é necessário um horário de manutenção, limpeza e higienização. Esta atividade é uma das mais importantes na produção de produtos de alta qualidade (26).

As instalações e equipamentos destinados a todos os processamentos e distribuição de águas minerais devem ser projetadas de forma a impedir a sua contaminação (20).

As áreas onde se processa o engarrafamento ou em que as garrafas são higienizadas terão assoalhos lisos e imper

meáveis, com drenagem adequada e suficiente para permitir completa limpeza diária seguida por esterilização com água de cloro.

As paredes e tetos de todas as salas de engarrafamento terão superfícies lisas e laváveis e serão pintadas em cores claras para dar boa reflexão de luz e serão lavadas semestralmente.

Todas as salas nas quais as águas são engarrafadas e armazenadas terão sistemas de ventilação e serão assim instaladas, para impedir o depósito de poeira carregada pelo ar. As salas onde são feitas as embalagens ou em que os utensílios são lavados devem possuir iluminação artificial. As paredes, tetos, assoalhos, máquinas, prateleiras e outras partes de trabalhos de engarrafamento ou equipamentos, serão construídas e colocadas para facilitar a limpeza, devendo permanecer limpas e em boas condições sanitárias (27).

Antes do enchimento, todas as garrafas serão inteiramente limpas por lavagem com um agente alvejante dissolvido em água, à temperatura não inferior a 48°C. O enxágue final do interior das garrafas será efetuado com água da própria fonte, com a finalidade de remover traços de esterilizantes ou desinfectantes.

Em todo tempo, durante a lavagem, manuseio, enchimento, fechamento das garrafas e embalagem, as garrafas e embalagens serão manuseadas de maneira a preservar a esterilização do interior das mesmas. Manuseadores não poderão tocar com os lábios, tossir ou espirrar nas bocas das garrafas, ou cometer, sem higiene, atos que possam contribuir para au

mentar a carga bacteriana (27).

Imediatamente após a higienização, todas as garrafas estarão prontas para serem enchidas e fechadas. Durante o processo de enchimento e fechamento, todas as garrafas serão protegidas de poeira, lama, insetos e outras formas de contaminação. Capotas sobre os transportadores, do lavador ao enchedor e do enchedor ao tampador, protegerão as aberturas limpas das garrafas (27).

Logo após o enchimento, as garrafas serão tampadas de maneira a proteger adequadamente a qualidade dos conteúdos das garrafas e prevenir de contaminação as aberturas das garrafas. O último passo na operação de engarrafamento é a fixação de etiquetas, exibindo para cada garrafa um painel frontal com os seguintes dados:

- Nome e localidade da fonte;
- Marca;
- Classificação da água;
- Conteúdo líquido;
- Declaração "com gás" ou "sem gás".

O painel lateral de cada garrafa deverá conter:

- Nome da localidade do concessionário;
- Número de registro do órgão competente do Ministério da Saúde;
- Composição química do produto (g/l);
- Características físico-químicas.

2.2.5 - Controle de qualidade

O controle de qualidade das águas minerais é uma me di da de grande necessidade, particularmente para garantia da saúde da população consumidora, sem deixar de relembrar os prejuízos econômicos que podem resultar da má qualidade das mesmas. Todavia, o controle não deve se restringir so me nte a verificar, por meio de exames e análises, se as mes mas estão preenchendo os padrões para alimentos, mas devem se estender a outros aspectos ligados à cap ta ção, eng ar ra fa me nto, ins pe ção sanitária, etc.

A qualidade de uma água mineral pode ser afetada pe lo s tip os de contaminantes, duração de armazenagem e outros fatores.

Para segurança no controle de qualidade das águas mi ne rais, através da resolução 25/76, a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde, estabeleceu, dentre os padrões para as águas mi ne rais, os fatores essenciais de qualidade (20). Esses fato res compreendem:

1) As características da água devem ser demonstradas atra vés de exames físico, químico, microbiológico e de eventual observação de dados clínicos e farmacológicos, exigível quan do se pretender atribuir à água mineral propriedade favorá vel à saúde.

2) A composição, a temperatura, a vazão e as caracterís ticas da água emergente da fonte, tal como indicadas nos exa mes físico-químicos efetuados pelo Departamento Nacional da Produção Mineral, devem permanecer estáveis dentro de limi tes naturais de flutuação.

3) As águas minerais, quando engarrafadas, devem apresentar composição química sensivelmente idêntica àquela indicada para a água emergente da fonte correspondente.

4) As operações a que as águas minerais venham a ser submetidas, tais como captação, decantação, canalização, elevação mecânica, provisão em reservatórios, filtração, engarrafamento, carbonatação ou outras que vierem a ser autorizadas, não deverão alterar as propriedades características e a composição das mesmas.

5) Após engarrafamento ou estocagem a água deve apresentar-se límpida, sem flocos em depósito e sem corpos estranhos.

2.2.6 - Tratamento de água mineral

A qualidade bacteriológica das águas minerais engarrafadas sofrem, às vezes, uma grande variação de marca para marca ou de amostra para amostra dentro de uma mesma marca.

É importante o uso de tratamento da água antes do engarrafamento, porém é variável o tipo de tratamento usado para a produção de água engarrafada. O processo de tratamento da água mineral estende-se desde o "não tratamento" até as "medidas de combinação de tratamentos" que podem incluir abrandamento ou troca de íons, pasteurização, filtração e desinfecção.

As águas minerais tratadas por trocas de íons ou por única filtração são de má qualidade, por causa do crescimen

to bacteriano no meio da troca de íons e, muitas vezes, por ser inadequada e infreqüente a manutenção e equipamentos.

WALLIS *et alii*, apud GELDREICH (10) mostraram que o uso de filtros com carvão vegetal para remover gostos e odores desagradáveis, pode reter grandes populações bacterianas. Os filtros de carvão vegetal concentram tanto bactérias como nutrientes orgânicos e então propiciam um lugar para a multiplicação destes microrganismos.

Usualmente, a água engarrafada não contém cloro residual para controle de bactérias. Para se produzir uma boa qualidade de água engarrafada, é conveniente o uso de pasteurização, pois assim, a água não se deteriora durante a armazenagem.

A ozonização ou irradiação ultravioleta é freqüentemente usada como uma medida final de desinfecção antes do engarrafamento. Estas medidas são variáveis entre engarrafadores e por engarrafamentos em tempos diferentes. Então, para se obter um tratamento satisfatório, é necessário se fazer uma combinação de filtração ou destilação com ozonização ou irradiação ultravioleta (10).

2.3 - Parâmetros microbiológicos

DUFOUR *et alii* (7) mostram que, historicamente, o trabalho pioneiro de SNOW e BUDD, em 1855, relatando doença entérica por água contaminada com resíduos fecais e a identificação subsequente dos agentes causadores, levaram alguns

investigadores, no começo da década de 1880, à procura de meios que indicassem a qualidade da água. Em 1855, ESCHERICH observou que o *Bacillus coli* (*Escherichia coli*) ocorria não somente em altas densidades, em fezes, como também estava freqüentemente associado com o bacilo da febre tifóide e que, deste modo, podia ser usado como indicador de contaminação fecal.

Os indicadores microbiológicos têm sido usados para determinar ou indicar a pureza da água potável e de águas destinadas à recreação e ao cultivo de organismos marinhos comestíveis.

A presença de microrganismos entéricos patogênicos ou que possuem a capacidade potencial de infectar o homem e outros organismos é tradicionalmente indicada pelo índice de bactérias do grupo coliforme. O número de coliformes totais e, mais especificamente, o número de coliformes fecais, são considerados como determinantes do grau de risco para a saúde pública associado com o uso de água (22).

O grupo coliforme é constituído de um número restrito de bactérias e nelas estão os gêneros: *Escherichia*, *Ari*zona, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. Sendo as bactérias coliformes fecais um sub-grupo da população coliforme total, há uma correlação direta da contaminação fecal oriunda da flora intestinal humana com a de animais de sangue quente (5).

O grupo coliforme está integrado pelos bacilos aeróbios ou anaeróbios facultativos, gram-negativos, não esporulados, que fermentam a lactose com produção de gás, dentro

de 24-48 horas a 35°C. Para a identificação do grupo coliforme pela técnica de membrana filtrante são usadas como referências as suas propriedades bioquímicas, a sua capacidade de formar colônias de coloração rosa a vermelha-escura com brilho metálico verde-dourado superficial, em meios de cultura tipo Endo, contendo lactose, dentro de 24-48 horas de incubação a 35°C. Dentro do grupo coliforme há bactérias que são comprovadamente de origem fecal, que não se multiplicam no ambiente externo e têm sobrevivência similar à das bactérias patogênicas de origem intestinal. Estas bactérias são diferenciadas dos demais coliformes, por serem capazes de se desenvolver e fermentar a lactose em temperatura de incubação de $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$, sendo as mesmas representadas pela *E. coli*. Devido à sua origem, tais bactérias foram denominadas de coliformes fecais e sua determinação é aplicada na investigação de poluição de corpos d'água, tratamento de esgotos, mananciais, águas de recreação e, usualmente, para monitoramento da qualidade da água (3).

O uso de coliformes fecais como indicador de poluição provou ter maior significado sanitário que coliformes totais, porque aqueles estão restritos ao trato intestinal de animais de sangue quente e estarão contidos em número mais elevado em fezes (22).

Segundo COSTA (5) os bacteriologistas decidiram escolher *E. coli* como indicador de poluição fecal, observando os seguintes requisitos: 1) O trato intestinal do homem e dos animais de sangue quente, habitualmente, contém um número muito grande de *E. coli*; Esses germes são unicamente de

origem fecal; 3) são pouco exigentes quanto ao meio de cultura para a sua multiplicação; 4) O seu reconhecimento é fácil; 5) O seu número numa água apresenta, com o tempo, de crêscimo praticamente igual ao das bactérias patogênicas intestinais.

A presença de coliformes fecais em fontes de água indica a possibilidade de ocorrência de patogênicos, como vírus, fungos, etc. Uma vez assinalada a sua presença, há evidência de que a água em análise está contaminada.

Como a água pode servir de veículos para os microrganismos causadores de enfermidades, surgiram medidas de segurança no que se relaciona ao estabelecimento de padrões de potabilidade da água.

No Brasil, o padrão para as águas minerais é especificado nos padrões para Alimentos e está regulamentado por Portaria do Ministério da Saúde (20).

Os estreptococos fecais, organismos não patogênicos, vêm sendo usados como parâmetro bacteriológico de poluição. Todavia, a sua aprovação, como uma medida de poluição fecal oriunda de fezes humanas e de animais de sangue quente, não teve muita aceitação, porque as duas variedades *S. faecalis* variedade *liquefaciens* e *S. faecalis* não são restritas apenas ao intestino do homem e dos animais de sangue quente, podendo estar espalhadas por toda a natureza (4). Mais duas variedades de estreptococos podem facilmente ser observadas em fezes - a *S. salivares* e a *S. Mitis*. Contudo, elas são primariamente encontradas em outros habitats, como a cavidade oral, tornando-se por isto inadequadas como indicadores

de poluição (11).

A flora estreptocócica de fezes humanas e animais consiste de uma grande variedade de espécies. Os Enterococos - *S. faecalis* e *S. faecium* e suas variedades formam os predominantes nas fezes do homem, porém são encontrados também em fezes de animais, segundo KJELLANDER, *apud* HAVELAAR (11). Estas espécies são relativamente persistentes fora do intestino e, deste modo, podem ser adequadas como indicadores de poluição fecal. Os estreptococos *S. bovis* e *S. equinus*, predominantes em vacas e cavalos, respectivamente, são conhecidos por sobreviverem apenas por pouco tempo no meio ambiente, de maneira que sua presença na água indica poluição recente por descarga animal, conforme GELDREICH, *apud* HAVELAAR (11). WINSLOW & PALMER *apud* SANTOS (22) notaram que o uso de estreptococos poderia auxiliar na diferenciação entre poluição de origem humana e outros animais.

Os estreptococos fecais englobam um largo espectro de espécies com alto grau de resistência às variações ambientais, conseguindo crescer em temperaturas de 10 a 45°C e em meios com elevada concentração de cloreto de sódio, por isso sobrevivem por mais tempo na água do mar (4). Entretanto, como os estreptococos fecais estão presentes nas fezes em número menores que os organismos coliformes e sobrevivem menos na água, a sua detecção sugere poluição recente e a sua ausência evidencia pouca ou nenhuma contaminação fecal originada de animais de sangue quente (12).

A mais útil aplicação dos estreptococos fecais como sistema indicador está relacionada à razão entre coliformes

fecais, que pode permitir a identificação da origem da fonte poluidora. Quando a razão coliformes fecais/estreptococos fecais for igual ou maior que 0,6 significará poluição com esgotos domésticos, se contudo essa razão for menor que 0,6 significará contaminação com outras fontes, como por exemplo, águas de arraste de materiais trazidos por chuvas, etc., segundo GELDREICH & KENNER, *apud* SANTOS (22).

A contagem de bactérias heterotróficas aeróbicas e anaeróbicas facultativas em água é uma medida empírica, porque as bactérias ocorrem isoladamente, em pares, em cachos e também pelo fato de que nenhum meio simples, ou conjunto de condições físicas e químicas, pode satisfazer às necessidades fisiológicas de todas as bactérias presentes em uma amostra de água (22).

Em 1982, STALEY *et alii* (24) citaram várias razões para justificar a contagem de bactérias heterotróficas viáveis em água potável: 1) alto índice de bactérias (BHT) pode indicar a presença de agentes patogênicos não fecais; 2) altas contagens bacterianas indicam interferência potencial com detecção de bactérias coliformes; 3) altas concentrações de BHT em água potável sugerem maior possibilidade de problemas de sabor, odor e corrosão no sistema de distribuição. Assim, em análises bacteriológicas de água, recomenda-se o uso contínuo da contagem padrão em placa (SPC). O SPC em água mineral foi padronizado para o uso do meio de cultura "Plate Count Agar" (PCA) a 35°C de incubação por 72 horas (10).

Embora GELDREICH (10) tenha estabelecido o limite de

500 bactérias/ml para água mineral recém-engarrafada e permitido o crescimento durante a armazenagem para um máximo de 1.000 bactérias/ml, a presença de BHT em maior ou menor quantidade pode ser significativa do grau de poluição da água através do enriquecimento de matéria orgânica.

Em pesquisas realizadas sobre *Pseudomonas aeruginosa*, alguns investigadores concluíram que este microrganismo não ocorre em águas poluídas por atividades humanas e de animais domésticos. Verificaram também que o trato intestinal do homem não parece ser o principal habitat para a *P. aeruginosa*. Ela se encontra freqüentemente na água e no solo. É conhecida pela produção de um pigmento verde, azul ou amarelado-esverdeado, solúvel em água, que se difunde no meio de cultura. Estas bactérias desenvolvem-se facilmente nos meios de cultura comuns de laboratório (5).

A *P. aeruginosa* é um microrganismo com significação sanitária, uma vez que é patogênica para o homem e os animais. Esses microrganismos produzem infecções na pele, pulmões, válvulas cardíacas, meninges e cérebro.

Dada a patogenicidade atribuída à *Pseudomonas aeruginosa*, bem como o efeito inibidor que ela pode exercer sobre os organismos do grupo coliforme, se não se efetua a sua busca, pode o analista incorrer em erro ao dar como possível uma água que pode conter estes microrganismos (5).

A persistência de contaminação bacteriana de coliforme e não coliforme é determinada pela utilidade de nutrientes bacterianos, turbidez, temperatura da água, pH ou competição de outras bactérias presentes na água (10). Esta per

sistência possibilita o crescimento de risco do ser humano se expor a bactérias que são secundariamente patogênicas.

Os padrões de identidade e qualidade das águas minerais definem limites para composição química e características físicas e físico-químicas bem como para a qualidade bacteriológica das mesmas, dando uma certa segurança ao consumidor.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Material analisado

Foram utilizados, como objeto de estudo, seis tipos de águas minerais, normalmente, comercializadas no mercado de Campina Grande - Pb, sendo as mesmas adquiridas nas próprias distribuidoras, supermercados e mercearias locais. Durante a coleta do material, teve-se o cuidado de observar se as garrafas estavam originalmente fechadas e seladas, afim de evitar alteração do produto em análise, preferindo-se os mesmos locais de vendas e diferentes datas de engarrafamento, quando possível.

As águas, com suas respectivas características, estão relacionadas abaixo:

a) Água Indaiã

Água Mineral Hipotermal

Água Mineral Natural Indaiã (sem gás)

Local da fonte e sede: Fazenda Caldeirão, município de Santa Rita - PB

Concessionária: S. Procópio Hidrominas S.A.

Grupo Édson Queiroz

Capacidade: 1 500ml

Embalagem: garrafa plástica

i) Composição química provável (g/l)

| | |
|------------------------------|--------|
| Sulfato de cálcio..... | 0,0024 |
| Sulfato de magnésio..... | 0,0009 |
| Bicarbonato de magnésio..... | 0,0054 |
| Bicarbonato de sódio..... | 0,0039 |
| Cloreto de sódio..... | 0,0170 |
| Cloreto de potássio..... | 0,0040 |
| Anidrido silícico..... | 0,0132 |
| Óxido de ferro..... | 0,0014 |
| Óxido de alumínio..... | traços |

ii) Características físico-químicas

| | |
|------------------------------------|--|
| pH..... | 5,7 |
| Condutividade a 25°C..... | $5,9 \times 10^{-5} \text{ ohms}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$ |
| Aspecto: límpido e incolor | |
| Resíduo de evaporação a 180°C..... | 0,0450 g/l |

b) Água Serra Branca

Água Mineral Serra Branca (sem gás)

Fonte Hipotermal Serra Branca

Fonte e sede: Fazenda Serra Branca – Garanhuns - PE

Concessionária: Águas Minerais Serra Branca

Capacidade: 500ml

Embalagem: garrafa de vidro

i) Composição química provável (g/l)

| | |
|------------------------------|--------|
| Bicarbonato de cálcio..... | 0,0032 |
| Bicarbonato de magnésio..... | 0,0028 |
| Cloreto de magnésio..... | 0,0008 |
| Cloreto de sódio..... | 0,0306 |
| Cloreto de potássio..... | 0,0015 |

ii) Características físico-químicas

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| pH..... | 5,4 |
| Condutividade a 25°C..... | 8,8 x 10 ⁻⁵ mhos/cm |
| Resíduo de evaporação a 180°C..... | 0,0553 g/l |
| Temperatura da fonte..... | 25°C |

c) Água Mineral Sublime

Água Mineral Natural Sublime (sem gás)

Hipotermal na fonte

Concessionária: Empresa de Mineração Sublime Ltda., J. Pessoa

Parque das Águas: Fazenda São Paulo - Santa Rita - PB

Capacidade: 500ml

Embalagem: garrafa de vidro

i) Composição química provável (g/l)

| | |
|------------------------------|--------|
| Sulfato de cálcio..... | 0,0014 |
| Sulfato de magnésio..... | 0,0015 |
| Bicarbonato de magnésio..... | 0,0006 |
| Bicarbonato de sódio..... | 0,0036 |
| Cloreto de sódio..... | 0,0152 |
| Cloreto de potássio..... | 0,0010 |
| Anidrido silícico..... | 0,0088 |
| Gás carbônico livre..... | 0,0751 |
| Óxido de alumínio..... | 0,0018 |

ii) Características físico-químicas

| | |
|---------------------------|---|
| pH..... | 5,0 |
| Condutividade a 25°C..... | 5,0 x 10 ⁻⁵ ohms ⁻¹ /cm |
| Temperatura da fonte..... | 27°C |

d) Água Santa Mônica

Água Mineral Santa Mônica (sem gás)

Fonte: Santa Mônica - Olinda - PE

Classificação: Água Mineral de Fonte Hipotermal

Concessionária: Raymundo da Fonte Indústria S.A.

Olinda - PE

Capacidade: l 500ml

Embalagem: garrafa plástica

i) Composição química provável (g/l)

Sulfato de cálcio.....0,0113

Carbonato de cálcio.....0,0069

Carbonato de magnésio.....0,0289

Carbonato de sódio.....0,0409

Cloreto de sódio.....0,0071

Cloreto de potássio.....0,0153

ii) Características físico-químicas

pH a 25°C.....6,6

Condutividade a 25°C..... $1,5 \times 10^{-4}$ mhos/cm

Temperatura na fonte.....30°C

Resíduo de evaporação a 180°C.....0,1290 g/l

e) Água Minalba

Água Mineral Natural Minalba (sem gás)

Fonte: Parque da Água Santa - Campos do Jordão - SP

Concessionária: Minalba Alimentos e Bebidas S.A.

São Paulo - SP

Água fracamente radioativa na fonte

Capacidade: l 500ml

Embalagem: garrafa plástica

| | |
|--------------------------------------|--|
| i) Composição química provável (g/l) | |
| Bicarbonato de cálcio..... | 0,0647 |
| Sulfato de sódio..... | 0,0022 |
| Cloreto de potássio..... | 0,0023 |
| Anidrido silícico..... | 0,0028 |
| ii) Características físico-químicas | |
| pH..... | 7,7 |
| Temperatura ao emergir..... | 18°C |
| Condutividade a 25°C..... | 1,45 x 10 ⁻⁴ ohms ⁻¹ /cm |
| Resíduo de evaporação a 180°C..... | 0,097 g/l |
| Radioatividade na fonte..... | 8,81 maches |

f) Água Mana-jã

Água Mineral Natural (sem gás)

Água Mineral Radioativa na Fonte

Fonte: Sítio Mana-jã - Distrito e Município de Jaboa
tão - PE

Concessionária: Cristalina Alimentos e Bebidas Ltda.

Capacidade: 1 500ml

Embalagem: garrafa plástica

| | |
|--------------------------------------|--------|
| i) Composição química provável (g/l) | |
| Sulfato de cálcio..... | 0,0007 |
| Bicarbonato de cálcio..... | 0,0049 |
| Bicarbonato de magnésio..... | 0,0096 |
| Cloreto de sódio..... | 0,0239 |
| Cloreto de potássio..... | 0,0019 |
| Bicarbonato de sódio..... | 0,0096 |
| ii) Características físico-químicas | |

| | |
|---|--------------------------------|
| pH a 25°C..... | 5,2 |
| Temperatura na fonte..... | 26°C |
| Condutividade a 25°C..... | 1,0 x 10 ⁻⁴ mhos/cm |
| Radioatividade na fonte a 20°C e 760mm de Hg... | 13,62 maches |
| Resíduo de evaporação a 180°C..... | 0,0690 g/l |

3.2 - Parâmetros analisados

Para cada marca de água estudada, foram realizadas análises dos seguintes parâmetros:

3.2.1 - Microbiológicos

- Coliformes totais e coliformes fecais
- Estreptococos
- Bactérias heterotróficas totais (BHT)

3.2.2 - Físicos e físico-químicos

- pH
- Turbidez
- Temperatura
- Condutividade elétrica a 25°C
- Resíduo de evaporação a 180°C

3.2.3 - Químicos

- Amoníaco em NH_3
- Nitritos em NO_2^-
- Nitratos em NO_3^-
- Cloretos em Cl^-
- Sulfatos em SO_4^{2-}
- Cálcio em Ca^{2+}
- Magnésio em Mg^{2+}
- Sódio em Na^+
- Potássio em K^+
- Ferro em Fe^{3+}
- Alcalinidade de hidróxido em CaCO_3
- Alcalinidade de carbonato em CaCO_3
- Alcalinidade de bicarbonato em CaCO_3
- Dureza total em CaCO_3

3.3 - Meios de cultura

Deu-se preferência à utilização de meios de cultura desidratados, de procedência idônea, visando assegurar maior uniformidade nos resultados. Estes meios foram preparados seguindo indicação dos fabricantes:

- 3.3.1 - M. ENDO C. Agar - MERCK
- 3.3.2 - Lactose BROTH - DIFCO
- 3.3.3 - E. C. MEDIUM - DIFCO
- 3.3.4 - m. ENTEROCOCCUS Agar - DIFCO
- 3.3.5 - BRILLIANT GREEN BILE 2% - DIFCO
- 3.3.6 - Plate Count Agar - MERCK

3.4 - Procedimento analítico

As análises foram executadas no período compreendido entre julho de 1983 e janeiro de 1984, sendo realizadas, para cada tipo de água, 14 análises microbiológicas e 16 físico-químicas em intervalos de 10 a 15 dias e 2 análises químicas.

3.4.1 - Determinações microbiológicas

De um modo geral, as amostras foram homogeneizadas por agitação manual, no mínimo 25 vezes para cada água, com movimentos para cima e para baixo e, depois, deixadas por um minuto em repouso, afim de permitir a saída das bolhas de ar. Em seguida, elas foram colocadas na câmara asséptica e suas bocas recobertas com algodão embebido em etanol a 70%, para garantir a esterilização na abertura dos vasilhames. Logo após, as bocas das garrafas foram flambadas e abertas com "abridor de garrafa" previamente esterilizado. As coletas foram realizadas por aspiração, com pipetas graduadas esterilizadas (de 1 e 50ml), de modo a evitar contaminação das amostras por contato com a superfície externa dos referidos recipientes.

Na contagem de coliformes e estreptococos foi utilizada a técnica da membrana filtrante, seguindo indicação do STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER (1). O valor desta técnica se deve particularmente a seu alto grau de reprodutividade, a possibilidade de serem testados

volumes maiores e mais representativos das amostras de água e a obtenção dos resultados em tempo inferior à técnica dos tubos múltiplos.

Não foi empregada a técnica dos tubos múltiplos por não apresentar resultados mensuráveis nas análises prévias efetuadas na etapa inicial deste trabalho.

3.4.1.1 - Contagem de coliformes pela técnica da membrana filtrante

Para estes ensaios foram pipetados volumes de 100 e 200ml, respectivamente, de cada amostra, dentro de porta-filtros estéreis com membranas "Millipore" HCWG 047 SO pré-esterilizadas, as quais, após a filtração, foram colocadas sobre o meio M. ENDO Agar, contido em placas de Petri, e incubadas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 24 e 48 horas.

Os coliformes foram quantificados, contando-se as unidades formadoras de colônias (UFC), que apresentaram coloração rósea ou vermelha de centro escuro e brilho metálico característico. Foi usado, para melhor visualização das colônias, um contador marca BIOMATIC.

i) Verificação

Como organismos do grupo coliforme podem, ocasionalmente, produzir colônias que não são típicas em cor ou brilho, faz-se necessário efetuar sua verificação para maior segurança na expressão dos resultados.

Partindo do número de colônias contadas, a verificação

ção foi executada em tubos de ensaio com caldo lactosado de concentração simples, contendo no seu interior tubos de Durham invertidos, de tal modo que a cada colônia correspondesse um tubo.

Após a transferência das colônias, todos os tubos com caldo lactosado foram incubados a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e as leituras efetuadas após 24 e 48 horas de incubação. A identificação dos tubos positivos ocorreu pela observação da formação de gás nos tubos de Durham.

ii) Confirmativo para coliformes totais

Os tubos que apresentaram formação de gás em caldo lactosado foram repicados para tubos de ensaio de 13mm x 100mm contendo tubo de Durham invertido no seu interior e 4ml de caldo lactosado com verde brilhante e bile a 2% (CLVBB) e em seguida incubados a $35^{\circ} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, para confirmação do número de coliformes.

iii) Diferenciação para coliformes fecais

A diferenciação para coliformes fecais foi realizada a partir dos tubos de caldo lactosado com resultados positivos. Para esta prova, foram feitas inoculações em tubos de ensaio com 3ml de caldo E.C. (DIFCO), contendo tubos de Durham invertidos, incubados a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, durante 24 ± 2 horas, banho-maria FANEM. Foram considerados como positivos os tubos que apresentaram a formação de gás a partir da fermentação da lactose.

3.4.1.2 - Contagem de estreptococos pela membrana filtrante

Após a homogeneização manual foram pipetados volumes de 200ml de cada amostra. Em seguida, foram filtradas através de membranas "Millipore" tipo HCWG 047 SO pré-esterilizadas e, depois, colocadas em placas de Petri, contendo meio m-ENTEROCOCCUS Agar (DIFCO), sendo incubadas a 37°C, por 48 horas.

Usando-se o contador de colônias BIOMATIC, foi determinado o número de estreptococos, contando-se as colônias que apresentaram pigmentação rósea ou vermelha.

3.4.1.3 - Contagem de bactérias heterotróficas totais (BHT)

O número total de bactérias heterotróficas foi determinado em todas as amostras, utilizando-se o meio de cultura Plate Count Agar (MERCK).

Para contagem de BHT, diluições apropriadas das amostras de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} ml, respectivamente, foram feitas utilizando solução salina a 0,85% e distribuídas em séries de três placas de Petri, para cada diluição, incubadas a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$. As leituras foram realizadas após 24, 48 e 72 horas, sendo considerados os resultados obtidos após 72 horas.

Utilizando-se um contador de colônias marca BIOMATIC, foi determinado o número de BHT, contando-se unidades forma

doras de colônias (UFC).

3.4.2 - Determinações físicas e físico-químicas

3.4.2.1 - pH

O pH das amostras foi medido em laboratório, utilizando-se um potenciômetro WTW.

3.4.2.2 - Turbidez

As leituras de turbidez foram realizadas num Turbidímetro HACH - Mod. 2100 A, e seus valores expressos em NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

3.4.2.3 - Temperatura

As medidas de temperatura das águas minerais foram realizadas pela imersão de um termômetro de mercúrio na água.

3.4.2.4 - Condutividade elétrica a 25°C

Para medir a condutividade, usou-se o Condutivímetro B 230 MicroNal, Brasil, e seus valores são expressos em mohs/cm.

3.4.2.5 - Resíduo de evaporação a 180°C

Os resultados foram obtidos por meios analíticos, segundo THEROUX, F. R. *et alii* (26).

3.4.3 - Determinações químicas

Estas análises juntamente com os resíduos de evaporação foram realizadas no laboratório do DNOCS - Campina Grande, Paraíba.

Nos exames químicos, seguiu-se a técnica do STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER (1).

Essas análises abrangeram determinações quantitativas dos íons presentes nas águas minerais, necessários à classificação das mesmas, de acordo com os padrões existentes.

4 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 - Dados físicos e físico-químicos relativos às águas minerais em estudo

Os resultados das médias aritméticas dos dados físicos e físico-químicos, referentes às amostras das águas minerais estudadas, são apresentados na tabela 4.1. Contudo, os dados pormenorizados de cada água encontram-se nas tabelas 4.2 a 4.7.

Examinando os resultados mostrados na tabela 4.1, verifica-se que as águas Santa Mônica e Minalba apresentam pH alcalinos, tendendo para a neutralidade, com médias 7,12 e 7,72, respectivamente; as demais águas exibem valores de pH ácidos. A temperatura, determinada no momento das análises, tem apenas valor indicativo, uma vez que não foi possível determiná-la na fonte. Por outro lado, vemos que a turbidez das amostras atingiu valores relativamente baixos, sendo isto uma das características próprias das águas minerais. Porém, a variação da turbidez entre as águas Santa Mônica, Serra Branca, Minalba, Mana-já e Sublime, apresentou-se bem menor que a variação entre estas e a água Indaiã. A condutividade elétrica se mostra mais elevada para as águas Santa Mônica e Minalba, sendo que a Santa Mônica apresentou o maior valor observado. As demais, apresentaram condutividade elétrica mais baixa e, observando as tabelas 4.2 a 4.7, notamos

que ocorre uma pequena variação nos resultados pormenorizados. Pela tabela 4.1, observando-se os valores dos resíduos de evaporação, nota-se que as águas Santa Mônica e Minalba mostram os maiores valores de concentração. Nas tabelas 4.2 a 4.7, observa-se, apenas, duas determinações de resíduos de evaporação, que mostram uma variação acentuada nos valores para as águas Santa Mônica, Mana-jã, Serra Branca e Sublime, e pequena variação para as águas Minalba e Indaiã.

Comparando-se as características físicas e físico-químicas dos rótulos de cada marca de água com as apresentadas na tabela 4.1, verifica-se que em algumas águas, as características rotuladas apresentam valores, para certas determinações, relativamente abaixo das exibidas na citada tabela: a) água Santa Mônica - em pH, condutividade elétrica e resíduo de evaporação; b) água Serra Branca - em pH; e, c) Indaiã em pH e resíduo de evaporação.

Não foram comparadas a turbidez e a temperatura, em virtude destas características não constarem nos rótulos das garrafas.

4.2 - Dados microbiológicos relativos às águas minerais em estudo

Na tabela 4.8 estão os resultados das médias geométricas das determinações quantitativas dos grupos bacterianos.

As contagens de bactérias heterotróficas totais (BHT) nos

tram valores muito acima dos obtidos para coliformes. As águas Santa Mônica e Indaiã apresentam nas contagens de BHT valores mais elevados que as demais, na ordem de 10^3 bactérias/ml. Enquanto as demais situam-se em valores de 10^2 e só esporadicamente, apresentam valores de 10^3 .

Os valores médios de coliformes totais e coliformes fecais atingiram números mais elevados nas águas Santa Mônica e Sublime. Todavia, nas águas Serra Branca, Mana-já e Indaiã estas contagens são mais baixas, com valores aproximadamente iguais. Com relação às outras, a água Minalba apresentou o índice de coliformes mais baixo observado no trabalho. As águas Santa Mônica, Indaiã, Mana-já e Minalba evidenciaram em algumas determinações presença de estreptococos.

As tabelas 4.9 a 4.14 apresentam as contagens individuais de todos os parâmetros microbiológicos estudados, e permitem visualizar as variações ocorridas nas diferentes coletas.

Embora as tabelas apresentadas não revelem a quantificação de outros grupos bacteriológicos, as águas Santa Mônica e Sublime evidenciaram a presença de *Pseudomonas aeruginosa*, caracterizada pela formação de pigmento verde, comum a este grupo de microrganismos, nos meios de cultura usados para determinação de coliformes totais.

4.3 - Dados químicos relativos às águas minerais em estudo

Os resultados das análises químicas das águas estudadas estão tabulados nas tabelas 4.16 e 4.17, enquanto que a tabela 4.15 representa as médias aritméticas desses valores.

Comparando-se os dados expostos na tabela 4.16 com os da 4.17, observamos certas variações nos resultados das determinações referentes a cada tipo de água.

De acordo com a tabela 4.15, nota-se em todas as águas a ausência de alcalinidade devido a hidróxido e carbonato, ferro em Fe^{3+} , nitratos em NO_3^- , nitritos em NO_2^- e amoníaco em NH_3 . As águas Minalba e Santa Mônica apresentam alcalinidade devida a bicarbonato, cálcio em Ca^{2+} , magnésio em Mg^{2+} e dureza total em $CaCO_3$, em valores mais elevados que as demais águas. As águas Sublime e Indaiá não revelam presença do cátion Mg^{2+} . O cátion Na^+ aparece em alta concentração em quase todas as águas, com exceção da Minalba, cujo valor se mostra relativamente baixo. A Santa Mônica apresenta um nível mais elevado de potássio, enquanto as outras apresentam concentrações insignificantes. O ânion SO_4^{2-} foi detectado em maior quantidade na água Santa Mônica e em índice menor nas demais amostras. Verifica-se, ainda, que todas as águas, com exceção da Minalba, apresentam concentração do ânion Cl^- compatíveis.

As características químicas, rotuladas nas garrafas, não correspondem aos resultados das análises químicas realizadas. Por exemplo, as águas Sublime e Indaiá apresentam concentrações nulas na pesquisa do cátion Mg^{2+} , no entanto os rótulos indicam a presença de compostos de magnésio.

Tabela 4.1 - Médias aritméticas dos dados físicos e físico-químicos

| Nº | ÁGUAS MINERAIS | pH | TURBIDEZ NTU | TEMPERATURA °C | CONDUTIVIDADE ELÉTRICA A 25°C mhos/cm | RESÍDUO DE EVAPORAÇÃO A 180°C mg/l |
|----|----------------|------|--------------|----------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Santa Mônica | 7,12 | 0,20 | 26,1 | 20,78 x 10 ⁻⁵ | 145,00 |
| 2 | Serra Branca | 4,91 | 0,21 | 26,3 | 5,96 x 10 ⁻⁵ | 60,16 |
| 3 | Minalba | 7,72 | 0,19 | 26,2 | 11,23 x 10 ⁻⁵ | 100,60 |
| 4 | Sublime | 4,92 | 0,20 | 26,6 | 3,05 x 10 ⁻⁵ | 34,83 |
| 5 | Mana-jã | 5,75 | 0,17 | 26,6 | 6,57 x 10 ⁻⁵ | 76,50 |
| 6 | Indaiã | 4,85 | 0,27 | 26 | 6,05 x 10 ⁻⁵ | 59,00 |

Tabela 4.2 - Dados físicos e físico-químicos relativos
à água mineral "Santa Mônica"

| DATA DA COLETA | pH | TEMPERATURA °C | TURBIDEZ NIU | CONDUTIVIDADE ELÉTRICA A 25°C mbos/cm | RESÍDUO DE EVAPORAÇÃO A 180°C mg/l |
|-------------------|------|-------------------|-----------------|--|--|
| 08/07/83 | 7,00 | - | 0,22 | - | - |
| 27/07/83 | 7,20 | - | 0,21 | - | - |
| 17/08/83 | 6,80 | - | 0,21 | - | - |
| 01/09/83 | 6,80 | - | 0,32 | - | - |
| 15/10/83 | 7,30 | - | 0,23 | - | - |
| 27/10/83 | 6,60 | - | 0,20 | - | - |
| 04/11/83 | 6,90 | 25,0 | 0,25 | - | - |
| 11/11/83 | 7,30 | 25,0 | 0,25 | - | - |
| 26/11/83 | 6,80 | 26,0 | 0,29 | - | - |
| 08/12/83 | 7,40 | 26,5 | 0,17 | - | - |
| 17/12/83 | 7,60 | 27,0 | 0,10 | - | - |
| 30/12/83 | 6,60 | 26,5 | 0,22 | - | - |
| 03/01/84 | 7,10 | 26,0 | - | $18,40 \times 10^{-5}$ | 160,00 |
| 12/01/84 | 7,50 | 26,0 | 0,16 | $19,70 \times 10^{-5}$ | - |
| 21/01/84 | 7,90 | 27,0 | 0,12 | $27,70 \times 10^{-5}$ | - |
| 26/01/84 | 7,20 | 26,0 | 0,18 | $18,32 \times 10^{-5}$ | 130,00 |

Tabela 4.3 – Dados físicos e físico-químicos relativos
à água mineral "Serra Branca"

| DATA DA COLETA | pH | TEMPERATURA °C | TURBIDEZ NTU | CONDUTIVIDADE DE ELÉTRICA A 25°C mhos/cm | RESÍDUO DE EVA- PORAÇÃO A 180°C mg/l |
|-------------------|------|-------------------|-----------------|---|--|
| 08/07/83 | 4,80 | - | 0,35 | - | - |
| 28/07/83 | 4,70 | - | 0,27 | - | - |
| 03/08/83 | 4,60 | - | 0,22 | - | - |
| 17/08/83 | 5,40 | - | 0,19 | - | - |
| 01/09/83 | 4,20 | - | 0,14 | - | - |
| 15/10/83 | 4,50 | - | 0,15 | - | - |
| 28/10/83 | 5,00 | - | 0,16 | - | - |
| 05/11/83 | 4,40 | 25,5 | 0,18 | - | - |
| 11/11/83 | 4,70 | 26,0 | 0,11 | - | - |
| 26/11/83 | 4,50 | 25,5 | 0,18 | - | - |
| 08/12/83 | 6,00 | 26,5 | 0,32 | - | - |
| 17/12/83 | 5,90 | 27,0 | 0,52 | - | - |
| 30/12/83 | 4,40 | 26,5 | 0,16 | - | - |
| 03/01/84 | 5,30 | 26,0 | - | $6,17 \times 10^{-5}$ | 52,00 |
| 12/01/84 | 4,50 | 27,0 | 0,20 | $6,10 \times 10^{-5}$ | - |
| 21/01/84 | 4,60 | 27,0 | 0,15 | $5,86 \times 10^{-5}$ | - |
| 26/01/84 | 6,00 | 26,0 | 0,16 | $5,62 \times 10^{-5}$ | 68,33 |

Tabela 4.4 - Dados físicos e físico-químicos relativos
à água mineral "Minalba"

| DATA DA COLETA | pH | TEMPERATURA °C | TURBIDEZ NTU | CONDUTIVIDADE DE ELÉTRICA A 25°C mhos/cm | RESÍDUO DE EVA- PORAÇÃO A 180°C mg/l |
|-------------------|------|-------------------|-----------------|---|--|
| 08/07/83 | 8,00 | - | 0,19 | - | - |
| 28/07/83 | 7,70 | - | 0,20 | - | - |
| 18/08/83 | 7,60 | - | 0,22 | - | - |
| 02/09/83 | 7,80 | - | 0,30 | - | - |
| 15/10/83 | 7,80 | - | 0,30 | - | - |
| 27/10/83 | 7,60 | - | 0,35 | - | - |
| 04/11/83 | 7,60 | - | 0,13 | - | - |
| 12/11/83 | 7,50 | 26,0 | 0,16 | - | - |
| 26/11/83 | 7,80 | 25,5 | 0,12 | - | - |
| 08/12/83 | 7,80 | 26,5 | 0,18 | - | - |
| 17/12/83 | 7,80 | 27,0 | 0,15 | - | - |
| 31/12/83 | 7,80 | 26,5 | 0,20 | - | - |
| 03/01/84 | 7,50 | 26,5 | - | $11,43 \times 10^{-5}$ | 99,00 |
| 12/01/84 | 7,70 | 26,0 | 0,13 | $11,31 \times 10^{-5}$ | - |
| 21/01/84 | 8,00 | 26,0 | 0,16 | $11,20 \times 10^{-5}$ | - |
| 26/01/84 | 7,60 | 26,0 | 0,15 | $11,00 \times 10^{-5}$ | 102,00 |

Tabela 4.5 - Dados físicos e físico-químicos relativos
à água mineral "Sublime"

| DATA DA COLETA | pH | TEMPE- RATURA °C | TURBI- DEZ- NIU | CONDUTIVIDA- DE ELÉTRICA A 25°C mhos/cm | RESÍDUO DE EVA- PORÇÃO A 180°C mg/l |
|-------------------|------|------------------------|-----------------------|--|---|
| 08/07/83 | 5,90 | - | 0,64 | - | - |
| 27/07/83 | 4,70 | - | 0,14 | - | - |
| 18/08/83 | 5,20 | - | 0,22 | - | - |
| 01/09/83 | 4,70 | - | 0,14 | - | - |
| 15/10/83 | 4,30 | - | 0,22 | - | - |
| 27/10/83 | 4,50 | - | 0,10 | - | - |
| 05/11/83 | 4,20 | - | 0,18 | - | - |
| 11/11/83 | 4,30 | 26,0 | 0,09 | - | - |
| 26/11/83 | 4,30 | 25,5 | 0,14 | - | - |
| 08/12/83 | 6,20 | 27,0 | 0,35 | - | - |
| 17/12/83 | 4,80 | 27,0 | 0,19 | - | - |
| 30/12/83 | 4,20 | 27,0 | 0,20 | - | - |
| 03/01/84 | 6,50 | 27,0 | - | $2,90 \times 10^{-5}$ | 29,00 |
| 12/01/84 | 4,40 | 26,5 | 0,13 | $3,20 \times 10^{-5}$ | - |
| 21/01/84 | 5,40 | 27,0 | 0,08 | $3,21 \times 10^{-5}$ | - |
| 26/01/84 | 5,10 | 26,0 | 0,16 | $2,90 \times 10^{-5}$ | 40,66 |

Tabela 4.6 - Dados físicos e físico-químicos relativos
à água mineral "Mana-já"

| DATA DA COLETA | pH | TEMPE- RATURA °C | TURBI- DEZ NIU | CONDUTIVIDA- DE ELÉTRICA A 25°C mhos/cm | RESÍDUO DE EVA- PORAÇÃO A 180°C mg/l |
|-------------------|------|------------------------|----------------------|--|--|
| 08/07/83 | 5,30 | - | 0,27 | - | - |
| 27/07/83 | 5,30 | - | 0,15 | - | - |
| 18/08/83 | 5,60 | - | 0,20 | - | - |
| 02/09/83 | 5,10 | - | 0,18 | - | - |
| 15/10/83 | 5,50 | - | 0,24 | - | - |
| 28/10/83 | 5,40 | - | 0,14 | - | - |
| 05/11/83 | 6,10 | - | 0,16 | - | - |
| 12/11/83 | 5,70 | 26,5 | 0,14 | - | - |
| 26/11/83 | 5,90 | 25,5 | 0,14 | - | - |
| 08/12/83 | 5,70 | 26,5 | 0,11 | - | - |
| 17/12/83 | 5,90 | 27,0 | 0,12 | - | - |
| 31/12/83 | 6,20 | 27,0 | 0,24 | - | - |
| 03/01/84 | 5,70 | 27,0 | - | $6,50 \times 10^{-5}$ | 80,00 |
| 12/01/84 | 6,20 | 27,0 | 0,15 | $6,60 \times 10^{-5}$ | - |
| 21/01/84 | 6,20 | 27,0 | 0,17 | $6,64 \times 10^{-5}$ | - |
| 26/01/84 | 6,50 | 26,0 | 0,09 | $6,55 \times 10^{-5}$ | 73,00 |

Tabela 4.7 - Dados físicos e físico-químicos relativos
à água mineral "Indaiã"

| DATA DA COLETA | pH | TEMPE- RATURA °C | TURBI- DEZ NIU | CONDUTIVIDA- DE ELÉTRICA A 25°C mhos/cm | RESÍDUO DE EVA- PORAÇÃO A 180°C mg/l |
|-------------------|------|------------------------|----------------------|--|--|
| 08/07/83 | 5,30 | - | 0,39 | - | - |
| 27/07/83 | 4,80 | - | 0,83 | - | - |
| 17/08/83 | 4,60 | - | 0,34 | - | - |
| 02/09/83 | 4,50 | - | 0,29 | - | - |
| 15/10/83 | 4,80 | - | 0,29 | - | - |
| 27/10/83 | 4,40 | - | 0,24 | - | - |
| 04/11/83 | 4,20 | 25,0 | 0,18 | - | - |
| 11/11/83 | 4,30 | 26,0 | 0,24 | - | - |
| 26/11/83 | 4,70 | 25,5 | 0,13 | - | - |
| 08/12/83 | 4,70 | 26,5 | 0,13 | - | - |
| 17/12/83 | 4,70 | 26,5 | 0,50 | - | - |
| 31/12/83 | 5,20 | 26,0 | 0,18 | - | - |
| 03/01/84 | 5,20 | 26,0 | - | $6,00 \times 10^{-5}$ | 58,00 |
| 12/01/84 | 5,70 | 26,0 | 0,16 | $6,10 \times 10^{-5}$ | - |
| 21/01/84 | 5,30 | 26,5 | 0,15 | $6,17 \times 10^{-5}$ | - |
| 26/01/84 | 5,30 | 26,0 | 0,11 | $5,92 \times 10^{-5}$ | 60,00 |

Tabela 4.8 - Médias geométricas das determinações quantitativas dos grupos bacterianos em águas minerais

| Nº | ÁGUAS MINERAIS | BHT* UFC/ml | COLIFORMES TOTAIS UFC/100ml | COLIFORMES FECALIS UFC/100ml | ESTREPTOCOCCOS FECALIS UFC/100ml |
|----|----------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| 1 | Santa Mônica | $2,60 \times 10^3$ | 5,98 | 3,60 | 0 |
| 2 | Serra Branca | $0,32 \times 10^3$ | 1,92 | 1,32 | 0 |
| 3 | Minalba | $0,11 \times 10^3$ | 1,21 | 1,14 | 0 |
| 4 | Sublime | $0,38 \times 10^3$ | 2,33 | 1,55 | 0 |
| 5 | Mana-já | $0,15 \times 10^3$ | 1,85 | 1,52 | 0 |
| 6 | Indaiá | $1,75 \times 10^3$ | 1,72 | 1,21 | 0 |

* Bactérias heterotróficas totais em "Plate Count Agar".

Tabela 4.9 – Determinação quantitativa dos grupos bacteriológicos estudados na água mineral "Santa Mônica"

| DATA DA COLETA | BHT* UFC/ml | COLIFORMES TOTAIIS UFC/100ml | COLIFORMES FECAIS UFC/100ml | STREPTOCOCCOS FECAIS UFC/100ml |
|----------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 08/07/83 | $1,50 \times 10^3$ | 0 | 0 | 2 |
| 27/07/83 | $26,00 \times 10^3$ | 8 | 1 | 0 |
| 17/08/83 | $5,70 \times 10^3$ | 6 | 2 | 0 |
| 01/09/83 | $19,00 \times 10^3$ | 5 | 3 | 0 |
| 15/10/83 | $0,45 \times 10^3$ | 8 | 7 | 0 |
| 27/10/83 | $1,80 \times 10^3$ | 15 | 15 | 0 |
| 04/11/83 | $5,60 \times 10^3$ | 5 | 2 | 0 |
| 11/11/83 | $6,20 \times 10^3$ | 3 | 2 | 0 |
| 26/11/83 | $0,11 \times 10^3$ | 15 | 4 | 0 |
| 08/12/83 | $3,00 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 17/12/83 | $2,15 \times 10^3$ | 16 | 16 | 0 |
| 30/12/83 | $1,19 \times 10^3$ | 17 | 6 | 0 |
| 12/01/84 | $2,20 \times 10^3$ | 8 | 8 | 0 |
| 21/01/84 | $3,00 \times 10^3$ | 8 | 8 | 0 |

* Bactérias heterotróficas totais em "Plate Count Agar".

Tabela 4.10 – Determinação quantitativa dos grupos bacteriológicos estudados na água mineral "Serra Branca"

| DATA DA COLEITA | BHT* UFC/ml | COLIFORMES TOTALS UFC/100ml | COLIFORMES FECAIS UFC/100ml | STREPTOCOCCOS FECAIS UFC/100ml |
|-----------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 08/07/83 | 0,50 x 10 ³ | 3 | 0 | 0 |
| 28/07/83 | 0,50 x 10 ³ | 10 | 4 | 0 |
| 03/08/83 | 0,27 x 10 ³ | 6 | 2 | 0 |
| 17/08/83 | 0,16 x 10 ³ | 3 | 2 | 0 |
| 01/09/83 | 0,26 x 10 ³ | 2 | 1 | 0 |
| 15/10/83 | 3,00 x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 28/10/83 | 0,043x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 05/11/83 | 0,50 x 10 ³ | 4 | 2 | 0 |
| 11/11/83 | 0,07 x 10 ³ | 2 | 1 | 0 |
| 26/11/83 | 0,097x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 08/12/83 | 3,00 x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 17/12/83 | 0,39 x 10 ³ | 2 | 2 | 0 |
| 30/12/83 | 0,63 x 10 ³ | 1 | 1 | 0 |
| 12/01/84 | 0,47 x 10 ³ | 1 | 1 | 0 |
| 21/01/84 | 0,08 x 10 ³ | 1 | 1 | 0 |

* Bactérias heterotróficas totais em "Plate Count Agar".

Tabela 4.11 – Determinação quantitativa dos grupos bacteriológicos estudados na água mineral "Minalba".

| DATA DA COLETA | BHT* UFC/ml | COLIFORMES TOTAIS UFC/100ml | COLIFORMES FECALIS UFC/100ml | STREPTOCOCCOS FECALIS UFC/100ml |
|----------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 08/07/83 | $0,06 \times 10^3$ | 1 | 0 | 1 |
| 28/07/83 | $3,00 \times 10^3$ | 1 | 0 | 0 |
| 18/08/83 | $0,17 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/83 | $0,03 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 15/10/83 | $0,03 \times 10^3$ | 2 | 0 | 0 |
| 27/10/83 | $0,033 \times 10^3$ | 1 | 1 | 0 |
| 04/11/83 | $0,22 \times 10^3$ | 0 | 0 | 1 |
| 12/11/83 | $0,63 \times 10^3$ | 1 | 1 | 0 |
| 26/11/83 | $0,03 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 08/12/83 | $0,10 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 17/12/83 | $0,10 \times 10^3$ | 1 | 0 | 0 |
| 31/12/83 | $0,06 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 12/01/84 | $0,15 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 21/01/84 | $0,09 \times 10^3$ | 7 | 6 | 0 |

* Bactérias heterotróficas totais em "Plate Count Agar".

Tabela 4.12 - Determinação quantitativa dos grupos bacteriológicos estudados na água mineral "Sublime"

| DATA DA COLETA | BHT* UFC/ml | COLIFORMES TOTAIIS UFC/100ml | COLIFORMES FECAIS UFC/100ml | STREPTOCOCCOS FECAIS UFC/100ml |
|----------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 08/07/83 | 0,23 x 10 ³ | 2 | 0 | 0 |
| 27/07/83 | 2,60 x 10 ³ | 5 | 1 | 0 |
| 18/08/83 | 1,00 x 10 ³ | 2 | 1 | 0 |
| 01/09/83 | 0,23 x 10 ³ | 1 | 1 | 0 |
| 15/10/83 | 0,03 x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 27/10/83 | 0,23 x 10 ³ | 1 | 0 | 0 |
| 05/11/83 | 0,34 x 10 ³ | 5 | 2 | 0 |
| 11/11/83 | 0,12 x 10 ³ | 13 | 8 | 0 |
| 26/11/83 | 0,12 x 10 ³ | 3 | 2 | 0 |
| 08/12/83 | 0,81 x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 17/12/83 | 1,30 x 10 ³ | 2 | 0 | 0 |
| 30/12/83 | 0,29 x 10 ³ | 9 | 7 | 0 |
| 12/01/84 | 3,00 x 10 ³ | 1 | 1 | 0 |
| 21/01/84 | 0,27 x 10 ³ | 2 | 2 | 0 |

* Bactérias heterotróficas totais em "Plate Count Agar".

Tabela 4.13 – Determinação quantitativa dos grupos bacteriológicos estudados na água mineral "Mana-jã"

| DATA DA COLETA | BHT* UFC/ml | COLIFORMES TOTAIIS UFC/100ml | COLIFORMES FECAIS UFC/100ml | STREPTOCOCCOS FECAIS UFC/100ml |
|----------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 08/07/83 | 0,10x 10 ³ | 1 | 0 | 1 |
| 27/07/83 | 0,40x 10 ³ | 10 | 2 | 0 |
| 18/08/83 | 0,02x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/83 | 0,15x 10 ³ | 2 | 1 | 0 |
| 15/10/83 | 0,24x 10 ³ | 3 | 2 | 0 |
| 28/10/83 | 0,04x 10 ³ | 1 | 1 | 0 |
| 05/11/83 | 0,30x 10 ³ | 1 | 0 | 0 |
| 12/11/83 | 0,12x 10 ³ | 10 | 10 | 0 |
| 26/11/83 | 0,05x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 08/12/83 | 0,68x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 17/12/83 | 0,19x 10 ³ | 3 | 3 | 0 |
| 31/12/83 | 0,33x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 12/01/84 | 0,17x 10 ³ | 0 | 0 | 0 |
| 21/01/84 | 0,18x 10 ³ | 3 | 3 | 0 |

* Bactérias heterotróficas totais em "Plate Count Agar".

Tabela 4.14 - Determinação quantitativa dos grupos bacteriológicos estudados na água mineral "Indaiã"

| DATA DA COLETA | BHT* UFC/ml | COLIFORMES TOTALS UFC/100ml | COLIFORMES FCAIS UFC/100ml | STREPTOCOCCOS FCAIS UFC/100ml |
|----------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 08/07/83 | $3,00 \times 10^3$ | 2 | 0 | 1 |
| 27/07/83 | $3,00 \times 10^3$ | 1 | 0 | 1 |
| 17/08/83 | $3,00 \times 10^3$ | 2 | 0 | 0 |
| 02/09/83 | $12,00 \times 10^3$ | 3 | 1 | 0 |
| 15/10/83 | $0,53 \times 10^3$ | 2 | 2 | 0 |
| 27/10/83 | $9,6 \times 10^3$ | 2 | 1 | 0 |
| 04/11/83 | $0,57 \times 10^3$ | 3 | 1 | 0 |
| 11/11/83 | $1,40 \times 10^3$ | 2 | 1 | 0 |
| 26/11/83 | $0,66 \times 10^3$ | 1 | 0 | 0 |
| 08/12/83 | $5,20 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 17/12/83 | $1,10 \times 10^3$ | 1 | 1 | 0 |
| 31/12/83 | $0,29 \times 10^3$ | 0 | 0 | 0 |
| 12/01/84 | $0,15 \times 10^3$ | 1 | 1 | 1 |
| 21/01/84 | $1,13 \times 10^3$ | 7 | 7 | 0 |

* Bactérias heterotróficas totais em "Plate Count Agar".

Tabela 4.15 - Médias aritméticas das análises químicas das águas minerais

| PARÂMETROS (mg/l) | SUBLIME | INDALÁ | SERRA BRANCA | MANA-JÁ | MINALBA | SANTA MÔNICA |
|--|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|
| Alcalinidade de hidróxidos em CaCO_3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Alcalinidade de carbonato em CaCO_3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Alcalinidade de bicarbonato em CaCO_3 ... | 5,50 | 6,25 | 4,50 | 5,00 | 70,00 | 62,50 |
| Cálcio em Ca^{2+} | 0,85 | 4,10 | 0,80 | 2,51 | 16,18 | 9,41 |
| Magnésio em Mg^{2+} | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,49 | 6,53 | 10,01 |
| Potássio em K^+ | 0,31 | 0,70 | 0,87 | 0,79 | 1,38 | 10,55 |
| Ferro em Fe^{3+} | ausência | 0,08 | ausência | ausência | ausência | ausência |
| Sódio em Na^+ | 6,21 | 13,16 | 17,00 | 13,68 | 1,61 | 20,24 |
| Dureza total em CaCO_3 | 2,12 | 16,50 | 4,00 | 8,30 | 67,25 | 54,00 |
| Sulfatos em SO_4^{2-} | 6,10 | 6,50 | 2,64 | 3,74 | 5,78 | 11,33 |
| Cloretos em Cl^- | 10,60 | 19,50 | 22,67 | 22,99 | 4,41 | 37,14 |
| Nitratos em NO_3^- | ausência | ausência | ausência | ausência | ausência | ausência |
| Nitritos em NO_2^- | " | " | " | " | " | " |
| Amoníaco em NH_3 | " | " | " | " | " | " |

Tabela 4.16 - Análises químicas das águas minerais em estudo - 06/01/84

| PARÂMETROS (mg/l) | SUBLIME | INDAIA | SERRA BRANCA | MANA-JÁ | MINALBA | SANTA MÔNICA |
|--|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|
| Alcalinidade de hidróxidos em CaCO_3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Alcalinidade de carbonato em CaCO_3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Alcalinidade de bicarbonato em CaCO_3 ... | 2,00 | 7,50 | 5,00 | 5,00 | 84,00 | 65,00 |
| Cálcio em Ca^{2+} | 0,80 | 1,20 | 0,80 | 2,50 | 15,63 | 9,21 |
| Magnésio em Mg^{2+} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,02 | 11,39 |
| Potássio em K^+ | 0,31 | 0,62 | 0,77 | 0,62 | 1,29 | 10,55 |
| Ferro em Fe^{3+} | ausência | ausência | ausência | ausência | ausência | ausência |
| Sódio em Na^+ | 5,98 | 12,29 | 22,50 | 13,34 | 1,61 | 20,24 |
| Dureza total em CaCO_3 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 6,25 | 72,00 | 48,50 |
| Sulfatos em SO_4^{2-} | 9,76 | 4,80 | 5,28 | 6,24 | 3,36 | 14,41 |
| Cloretos em Cl^- | 8,86 | 14,28 | 24,18 | 19,50 | 5,31 | 37,23 |
| Nitratos em NO_3^- | ausência | ausência | ausência | ausência | ausência | ausência |
| Nitritos em NO_2^- | " | " | " | " | " | " |
| Amoníaco em NH_3 | " | " | " | " | " | " |

Tabela 4.17 - Análises das águas minerais em estudo - 26/01/84

| PARÂMETROS (mg/l) | SUBLIME | INDAÍÁ | SERRA BRANCA | MANA-JÁ | MINALBA | SANTA MÔNICA |
|--|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|
| Alcalinidade de hidróxidos em CaCO_3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Alcalinidade de carbonato em CaCO_3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Alcalinidade de bicarbonato em CaCO_3 ... | 9,00 | 5,00 | 4,00 | 5,00 | 56,00 | 60,00 |
| Cálcio em Ca^{2+} | 0,90 | 7,01 | 0,80 | 2,52 | 16,73 | 9,61 |
| Magnésio em Mg^{2+} | 0,00 | 0,00 | 0,97 | 0,98 | 5,04 | 8,63 |
| Potássio em K^+ | 0,31 | 0,78 | 0,97 | 0,97 | 1,48 | 10,55 |
| Ferro em Fe^{3+} | ausência | 0,17 | ausência | ausência | ausência | ausência |
| Sódio em Na^+ | 6,44 | 14,03 | 11,50 | 14,03 | 1,61 | 20,24 |
| Dureza total em CaCO_3 | 2,25 | 30,00 | 6,00 | 10,35 | 62,50 | 59,50 |
| Sulfatos em SO_4^{2-} | 2,45 | 8,21 | 0,00 | 1,24 | 8,21 | 8,26 |
| Cloretos em Cl^- | 12,34 | 24,71 | 21,16 | 26,48 | 3,51 | 37,05 |
| Nitratos em NO_3^- | ausência | ausência | ausência | ausência | ausência | ausência |
| Nitritos em NO_2^- | " | " | " | " | " | " |
| Amoníaco em NH_3 | " | " | " | " | " | " |

5 - DISCUSSÃO

O aumento significativo do consumo de águas minerais, em Campina Grande, evidencia a necessidade da realização de análises dessas águas, de modo a permitir a avaliação da qualidade sanitária das mesmas. Foi utilizado para essa avaliação o índice de coliformes fecais, como indicador de contaminação fecal em água de beber, uma vez que esse parâmetro é o que melhor correlaciona a presença de patógenos intestinais.

Com a crescente demanda de águas minerais, os engarrafadores tentam a todo custo atender essa procura, muitas vezes sem obedecer aos padrões estabelecidos para as citadas águas, engarrafando-as sem a mínima observação dos preceitos de higiene e tratamento, permitindo, assim, o crescimento de microrganismos, inclusive patogênicos, que comprometem a qualidade sanitária das mesmas.

Esta pesquisa foi realizada com a intenção de analisar, comparar e discutir os resultados das águas estudadas com os padrões incluídos naqueles para alimentos. Usou-se estes padrões, porque, de acordo com o Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969, é considerado como alimento toda substância ou mistura de substâncias, no estado sólido, líquido ou pastoso, ou qualquer outra forma adequada, destinada a fornecer ao organismo humano os elementos necessários

à sua formação, manutenção e desenvolvimento. Por conseguinte, sendo a água mineral, industrializada ou comercializada, alimento no estado líquido, não poderia o seu registro, as normas sobre análise e outros atos pertinentes ao controle ficarem afetos a outro Ministério, pois a competência coube à Pasta da Saúde.

Finalmente, coube à Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde, órgão de composição intersetorial, estabelecer os padrões de identidade e qualidade das águas minerais, bem como, as normas técnicas sobre a higienização dos locais e equipamentos relacionados com a industrialização e comercialização do produto.

Na tabela 5.1 estão discriminados os limites dos parâmetros químicos, físicos, físico-químicos e microbiológicos, estabelecidos nos padrões de identidade e qualidade para as águas minerais e água natural de fonte, de acordo com a Resolução 25/76, em conformidade com o disposto no item I da Portaria Ministerial número 1 003, de 13 de agosto de 1976.

As águas minerais Santa Mônica e Minalba têm pH alcalino, tendendo para neutralidade. Porém, todas as águas mantêm-se na faixa de aceitação.

As águas estudadas apresentaram valores de temperatura mais ou menos constantes, situando-se em torno de 26°C. Esta determinação não é válida para comparação com os padrões, porque é um valor da água engarrafada e não da fonte, além de estar sujeita a variações com aumento ou diminuição.

nuição da temperatura ambiental.

A turbidez de uma água é causada pela presença de matéria em suspensão, tais como: argila, lodo, matéria orgânica e inorgânica, plâncton e outros organismos microscópicos. Ela pode variar na sua natureza e composição, de região para região. Deste modo, é uma propriedade óptica de uma suspensão, cuja medida será influenciada pelo tamanho da partícula, forma e número. Por causa destas limitações, as leituras da turbidez em água de beber indicam a qualidade da água semelhante ao conceito de indicador de coliforme. Uma alta medida de turbidez é usualmente uma indicação de altas contagens de BHT, pelo fato de que a turvação pode ser devida a nutrientes necessários ao crescimento microbiano (14). Para GELDREICH *et alii* apud LECHEVALLIER (14), o maior número de coliformes pode ser detectado em águas que contêm turbidez de 1 a 5 NTU, que em uma outra faixa de valores de turbidez. O aumento dos níveis de turvação correlaciona o aumento das densidades heterotróficas totais. Na tabela 4.1, todas as águas revelaram turbidez baixa (menor que 1), com valores aproximados. Então, fazendo-se uma análise mais detalhada, observamos que são eventualmente as águas que apresentaram, nos dados das tabelas individuais, valores mais elevados de turbidez, corresponderam a um maior número de coliformes e bactérias heterotróficas totais.

A condutividade elétrica é uma medida da corrente elétrica em soluções eletrolíticas, a qual nos dá uma idéia do teor de sais minerais dissolvidos na água. Assim, pela tabela 4.15, as águas que apresentaram maior condutividade

elétrica demonstraram maior teor de minerais. Embora não exista nos padrões um limite definido para condutividade elétrica, os valores obtidos nas análises foram comparados com os dos rótulos e verificados que os resultados analíticos a 26°C, temperatura média em que se encontravam as amostras quando analisadas, são um pouco maiores que as rotuladas a 25°C. Isto justifica que a condutividade elétrica aumenta com a temperatura.

O resíduo de evaporação é maior para as águas que apresentaram elevada condutividade elétrica, uma vez que possuem maior conteúdo de sais minerais dissolvidos. As médias dos resíduos de evaporação estão de acordo com os padrões.

Portanto, os parâmetros físicos e físico-químicos, estudados e interpretados, evidenciaram que todas as águas apresentam valores aceitáveis.

Os nossos resultados mostram que as águas minerais em estudo exibem índices de contaminação superiores aos aceitos pelos padrões, tabela 5.1, e por GELDREICH (10), tabela 5.2, quer seja considerando a população de coliformes totais, quer considerando a população de coliformes fecais.

As figuras 5.1 a 5.6 indicam a variação do número de coliformes nas diferentes coletas. Neste caso, observa-se que em todas as águas, muitas vezes, o número de coliformes totais não coincide com o número de coliformes fecais. Daí, supõe-se que a contaminação das águas não é somente originada de fezes humanas ou de animais de sangue quente, mas também de vários setores do meio ambiente como águas superfi

ciais, solo, vegetação, insetos, etc. Pelos gráficos, pode-se observar que os números de coliformes totais e fecais apresentaram valores máximos nos meses de verão, onde a temperatura é mais elevada, dando-nos uma afirmativa de que o aumento destes microrganismos é influenciado pela temperatura.

Os índices de coliformes totais e fecais são maiores nas águas Santa Mônica e Sublime. A água Minalba mostrou menor índice do grupo coliforme, por isto, é menos contaminada que as demais, contudo, na comparação dos seus resultados com os padrões, verificamos que a mesma apresenta, também, nível de contaminação não recomendável para beber.

Embora não tenha sido realizada a pesquisa de *Pseudomonas aeruginosa* neste trabalho, foi evidenciada a sua presença nas águas Santa Mônica e Sublime, através de sua característica mais importante que é a produção de pigmentos verdes ou amarelo-esverdeados, solúveis em água, que se diluem no meio de cultura.

Como os estreptococos são mais resistentes ao ambiente do que os coliformes, foram eles detectados pela observação de algumas amostras das águas Minalba, Mana-já, Indaiá e Santa Mônica, ao passo que não havia sido revelada a presença de coliformes nas mesmas amostras.

As populações de bactérias heterotróficas totais medem, indiretamente, o influxo de carga orgânica lançado nas fontes. Nossos resultados mostram que as altas contagens, em torno de 10^3 /ml, para este parâmetro, deve refletir a elevada taxa de nutrientes adicionados às massas de água.

A importância do número de BHT é que, apesar de não se poder medir diretamente a correlação com microrganismos patogênicos, a sua presença pode significar uma degradação na água e, neste caso, é provável a existência de microrganismos potencialmente patogênicos, como foi possível constatar pela observação de *Pseudomonas*. Vale salientar que estas águas são usadas, em grande escala, nos hospitais e berçários, onde os usuários naturais são pessoas que geralmente apresentam pouca resistência a doenças, podendo, assim, ser a água um veículo determinante de infecções hospitalares. Em nosso trabalho apesar de não usarmos meios específicos para a determinação de *Pseudomonas*, observamos nos meios de cultura, a formação de pigmentos característicos deste grupo de microrganismos.

As figuras 5.7 e 5.8 representam valores de BHT x meses de coletas. Elas mostram o comportamento de cada água nos diferentes meses de coletas. Como para o grupo coliforme, a água que apresentou maior contagem de BHT, foi a Santa Mônica e a que apresentou menor foi a Minalba. De um modo geral, os gráficos demonstram que nos períodos de verão houve um aumento de BHT.

As prováveis causas das variações observadas no número de microrganismos de cada grupo, podem ser explicadas por: 1) quando BHT apresenta alta contagem no período de inverno, pode-se explicar que a água da chuva arrasta detritos para dentro da fonte; 2) eutroficação nos tanques de armazenamento; 3) mistura da fonte natural com água de outras fontes de qualidade duvidosa; 4) descarga de material

orgânico de outras fontes; 5) fontes sujeitas à contaminação por material orgânico freqüentemente originado de usinas industriais; 6) as águas mais sujeitas as oscilações no número de BHT são também as que apresentam, com maior freqüência, números mais altos de coliformes totais e fecais; 7) algumas águas apresentaram em certas amostras números mais elevados de BHT que coliformes. Isto pode significar contaminação com material orgânico na fonte sem necessariamente ser material fecal; 8) há casos em que as águas que apresentam BHT mais baixo, mostram, no entanto, número de coliformes mais elevados. Isto implica em contaminação com material fecal; 9) os microrganismos podem estar presentes em água engarrafada e aumentar apreciavelmente durante a armazenagem. Assim, mostra-se que existem nutrientes suficientes nas águas engarrafadas para proporcionar significativo crescimento na densidade das bactérias, durante a armazenagem em temperatura ambiente.

Os padrões preconizam a retirada trimestral de amostras. Os resultados obtidos mostram que este intervalo de tempo entre as coletas não reflete a situação ideal, uma vez que estas coletas podem coincidir com aquelas de períodos em que a presença de coliformes fecais sejam nulas. Razão pela qual sugerimos coletas com intervalos, no mínimo, mensais.

Uma das razões porque a população procura usar água mineral é, além de acreditar ser pura bacteriologicamente, também pelo seu conteúdo mineral. BUTTON, *apud* STUOLICK (25) afirma que uma água só é considerada mineral se sua composi

ção química for maior que 500 mg/l, caso contrário, receberá a denominação de "natural". Analisando a composição química etiquetada em cada garrafa e comparando com a teoria acima citada, nota-se que as águas em estudo apresentam valores baixos: Santa Mônica (109 mg/l), Serra Branca (38,9 mg/l), Minalba (72 mg/l), Sublime (109 mg/l), Mana-já (50,6 mg/l) e Indaiã (48,2 mg/l), e por isso, não devem ser etiquetadas como "mineral" e sim como "natural".

O conteúdo mineral rotulado nas garrafas não corresponde ao revelado pelas análises químicas, sendo que isto ocorre provavelmente devido: 1) a um pseudo-etiquetamento; 2) misturas de diferentes fontes de águas minerais; 3) misturas de fontes de águas minerais com outros mananciais; 4) ou, simplesmente, o engarrafamento de outros tipos de águas rotuladas como "mineral".

Comparando-se as análises químicas realizadas com os padrões existentes para águas minerais, tabela 5.1, comprovou-se que todas as águas estudadas apresentaram os teores de cálcio, magnésio, ferro, sulfato e dureza total mais baixos que o mínimo exigido nos padrões. Embora as águas minerais não sejam obrigadas a possuir todos os elementos estudados, elas são classificadas de acordo com os elementos predominantes; no entanto, nenhum deles comprovou predominância para que se dê uma classificação eficaz.

5.1 - Prováveis causas de contaminação bacteriana nas águas minerais engarrafadas

As águas minerais, de acordo com sua definição, devem estar isentas de contaminação. Contudo, sendo constatada a poluição, algumas causas poderão predominar. Uma delas seria a poluição na própria fonte através do lançamento de material orgânico. Isto pode acontecer quando os cuidados de higiene exigidos pelos padrões não são obedecidos. No entanto, a contaminação bacteriana poderá ocorrer também no próprio ato de engarrafamento. Entre outras, apresentamos a seguir algumas dessas possíveis causas de contaminação: 1) falta de higiene no ambiente físico e equipamento; 2) apesar das garrafas serem higienizadas e enchidas dentro das condições sanitárias, pode ocorrer "acidentes de contaminação", como: a) as garrafas plásticas chegam ao engarrafamento em caixas de papelão e são tiradas da embalagem sem os cuidados necessários, onde os seus interiores são expostos à contaminação aérea e à presença de substâncias estranhas. Os engarrafadores as usam sem fazer qualquer outro tipo de higiene, supondo que as mesmas estejam bastante higienizadas e prontas para serem usadas; b) as garrafas de vidro apesar de serem usualmente lavadas com solução cáustica quente, a temperatura não é monitorada adequadamente, com o fim de eliminar bactérias; c) as tampas das garrafas são às vezes usadas, tirando-as diretamente da embalagem em que são recebidas, sem serem desinfetadas e freqüentemente em operação manual; 3) o produto engarrafado está sujeito à contaminação não somente pelos recipientes, mas também pelo pessoal que toma parte na operação do engarrafamento; 4) a carência de ventilação apropriada e a ausência de proteção em janelas e portas na área de engarrafamento.

Tendo em vista os fatores acima citados, conclui-se que o emprego correto destes, é a maneira ideal de se produzir águas minerais engarrafadas em boas qualidades sanitárias.

Tabela 5.1 - Padrões para águas minerais

- Quadro Resumo

| PARÂMETROS (Características) | UNIDADE | ÁGUAS MINERAIS RESOLUÇÃO Nº 25, DE 1976 |
|---|---------|---|
| 1) Físicos e físico-químicos | | |
| pH..... | - | 4-9 |
| Turbidez..... | NTU | até 3 |
| Temperatura (fonte)..... | °C | 25 |
| Condutividade elétrica a 25°C..... | mhos/cm | np |
| Resíduo de evaporação a 180°C..... | mg/l | até 1 500 |
| 2) Químicos | | |
| Amoníaco em NH ₃ | mg/l | até 0,03 |
| Nitritos em NO ₂ ⁻ | " | ausente |
| Nitratos em NO ₃ ⁻ | " | " |
| Cloretos em Cl ⁻ | " | até 100 |
| Sulfatos em SO ₄ ²⁻ | " | mínimo 100 |
| Alcalinidade de hidróxidos..... | " | 0 |
| Alcalinidade de carbonatos..... | " | np |
| Alcalinidade de bicarbonatos..... | " | np |
| Cálcio em Ca ²⁺ | " | mínimo 48,00 |
| Magnésio em Mg ²⁺ | " | " 30,00 |
| Sódio em Na ⁺ | " | np |
| Potássio em K ⁺ | " | np |
| Ferro em Fe ³⁺ | " | mínimo 5,00 |
| Dureza total em CaCO ₃ | " | " 120 |
| 3) Microbiológicos | | |
| Coliformes fecais..... | UFC | ausente em 100ml |
| Coliformes totais..... | " | np |
| Estreptococos..... | " | np |
| Bactérias heterotróficas totais.... | " | np |

Tabela 5.2 - Limites máximos das características microbiológicas - GELDREICH

| ÁGUA MINERAL | COLIFORMES Coliformes/100ml | BHT EM SPC Bactérias/ml |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Recentemente engarrafada..... | 0 | 500 |
| Armazenada..... | 0 | 1 000 |

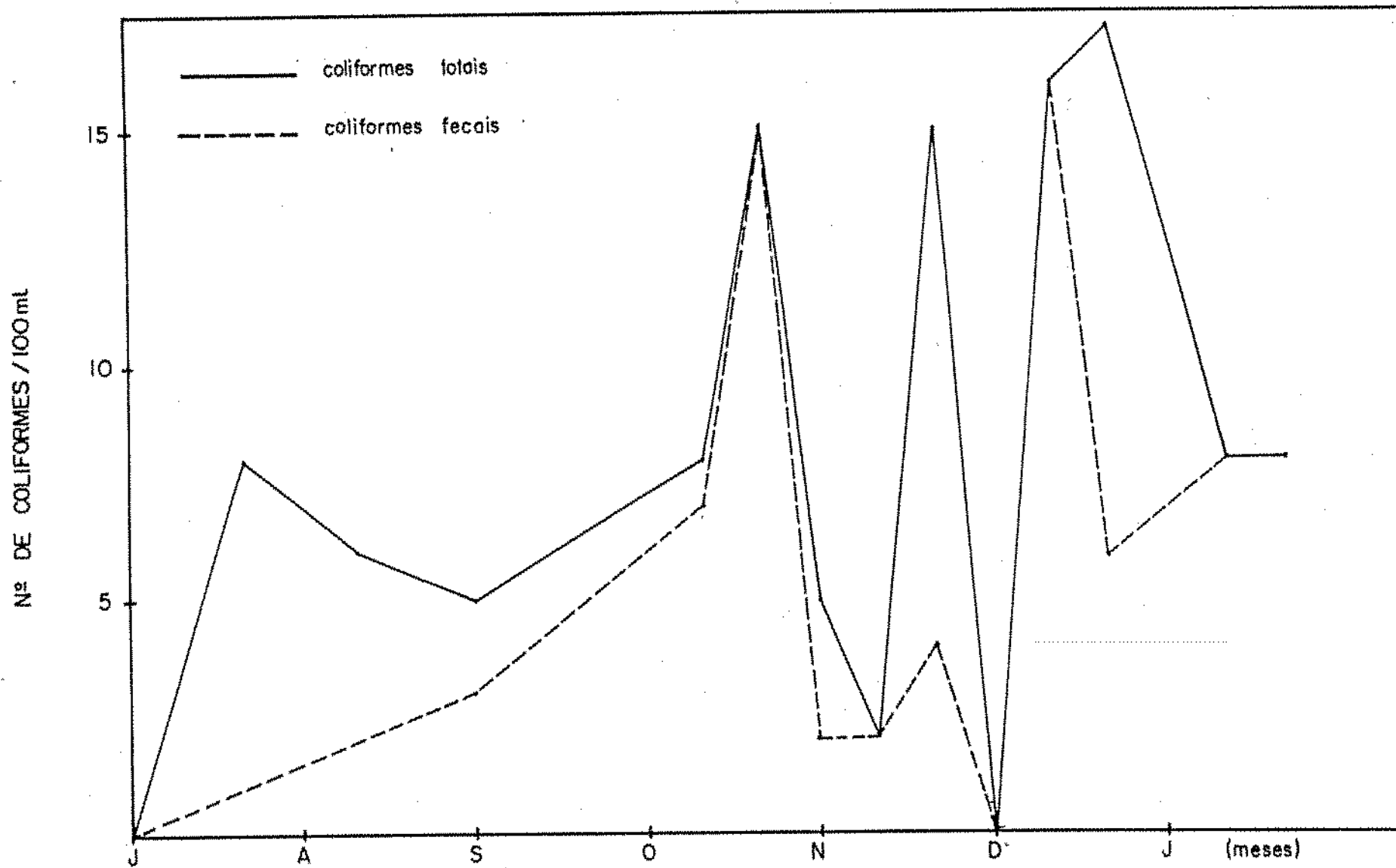


FIG. 5.1 VARIAÇÃO DO NÚMERO DE COLIFORMES NAS DIFERENTES COLETAS - ÁGUA SANTA MÔNICA

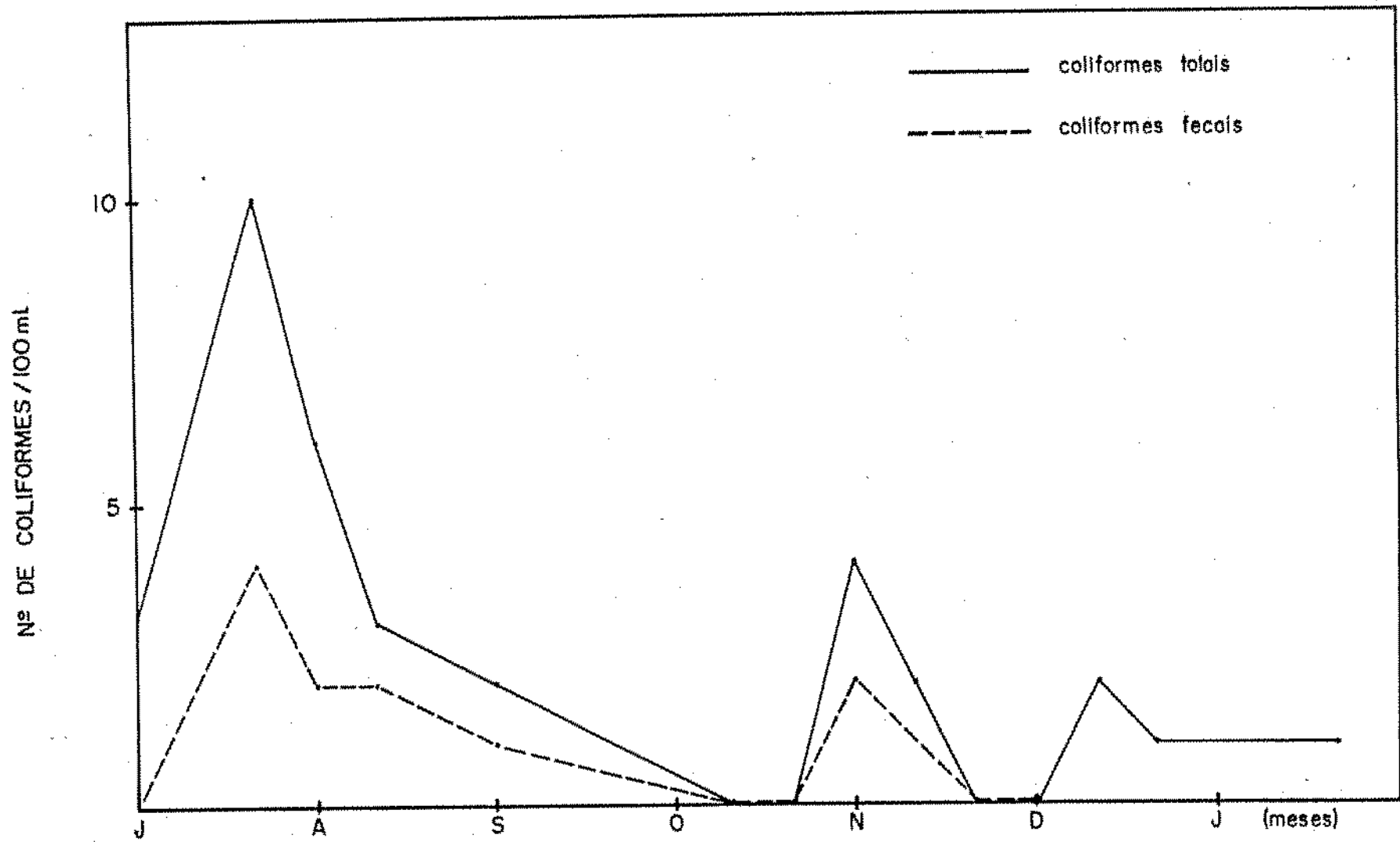


FIG. 5.2 VARIAÇÃO DO NÚMERO DE COLIFORMES NAS DIFERENTES COLETAS - ÁGUA SERRA BRANCA

Nº DE COLIFORMES / 100 mL

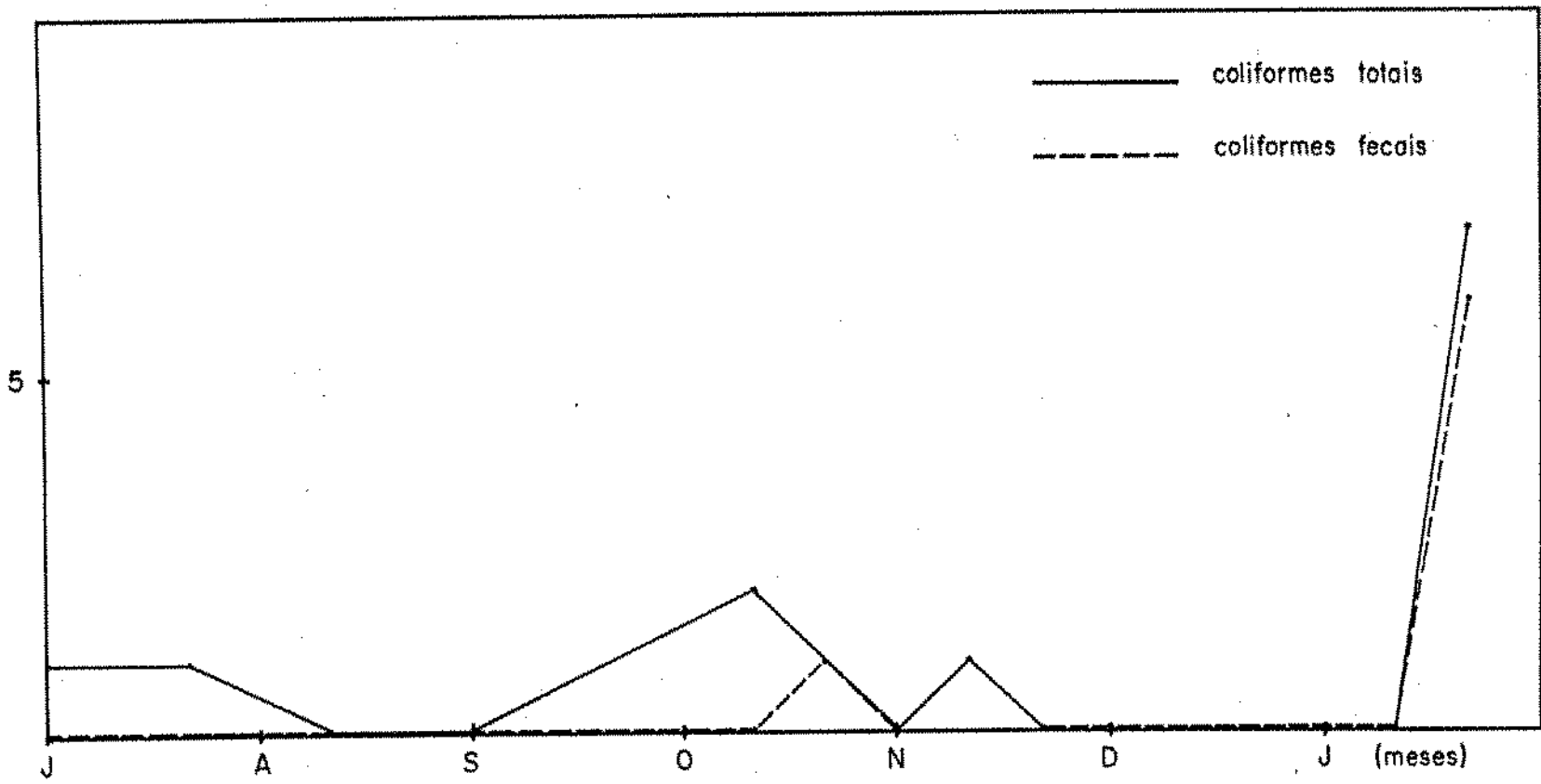


FIG. 5.3 VARIAÇÃO DO NÚMERO DE COLIFORMES NAS DIFERENTES COLETAS - ÁGUA MINALBA

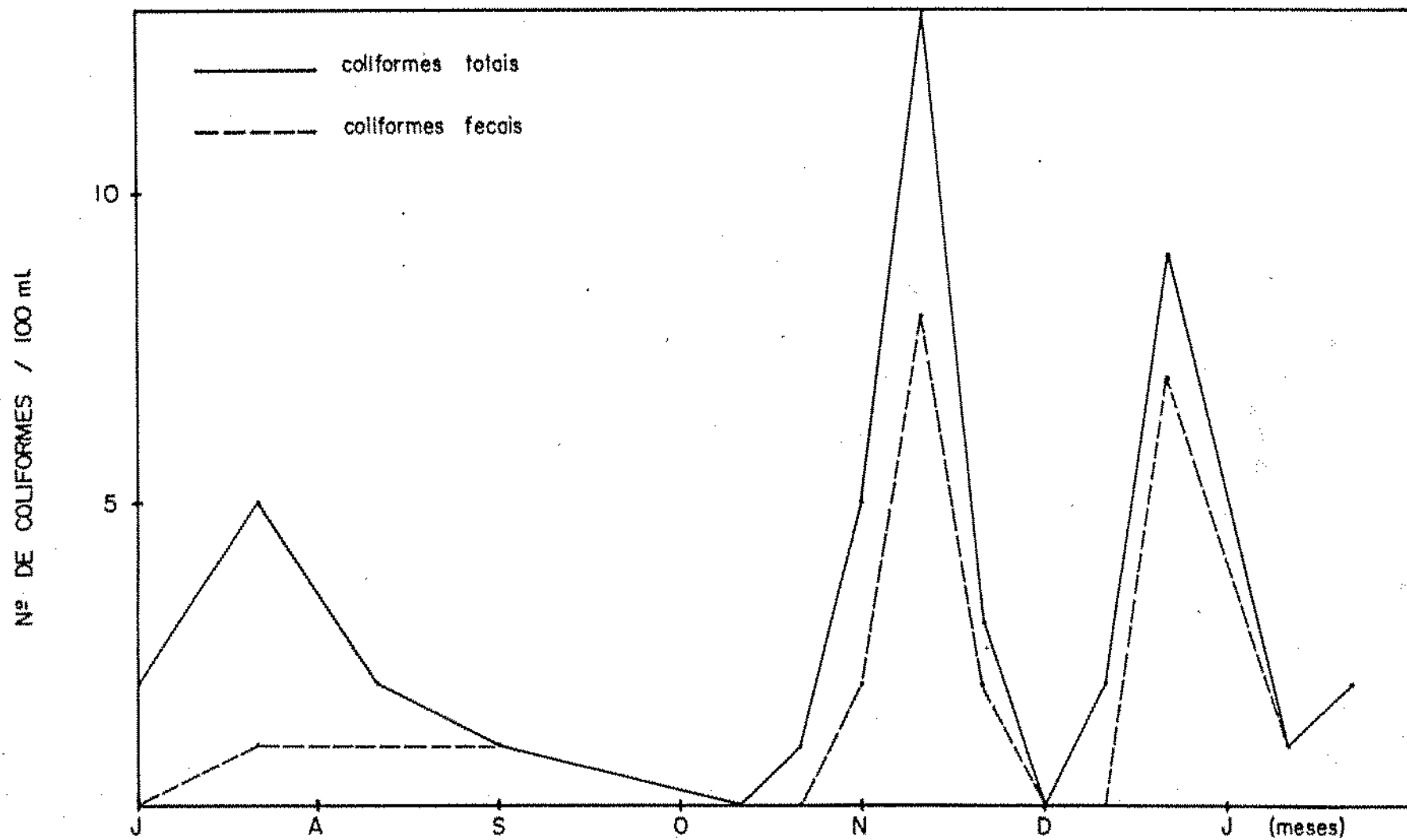


FIG. 5.4 VARIAÇÃO DO NÚMERO DE COLIFORMES NAS DIFERENTES COLETAS - ÁGUA SUBLIME

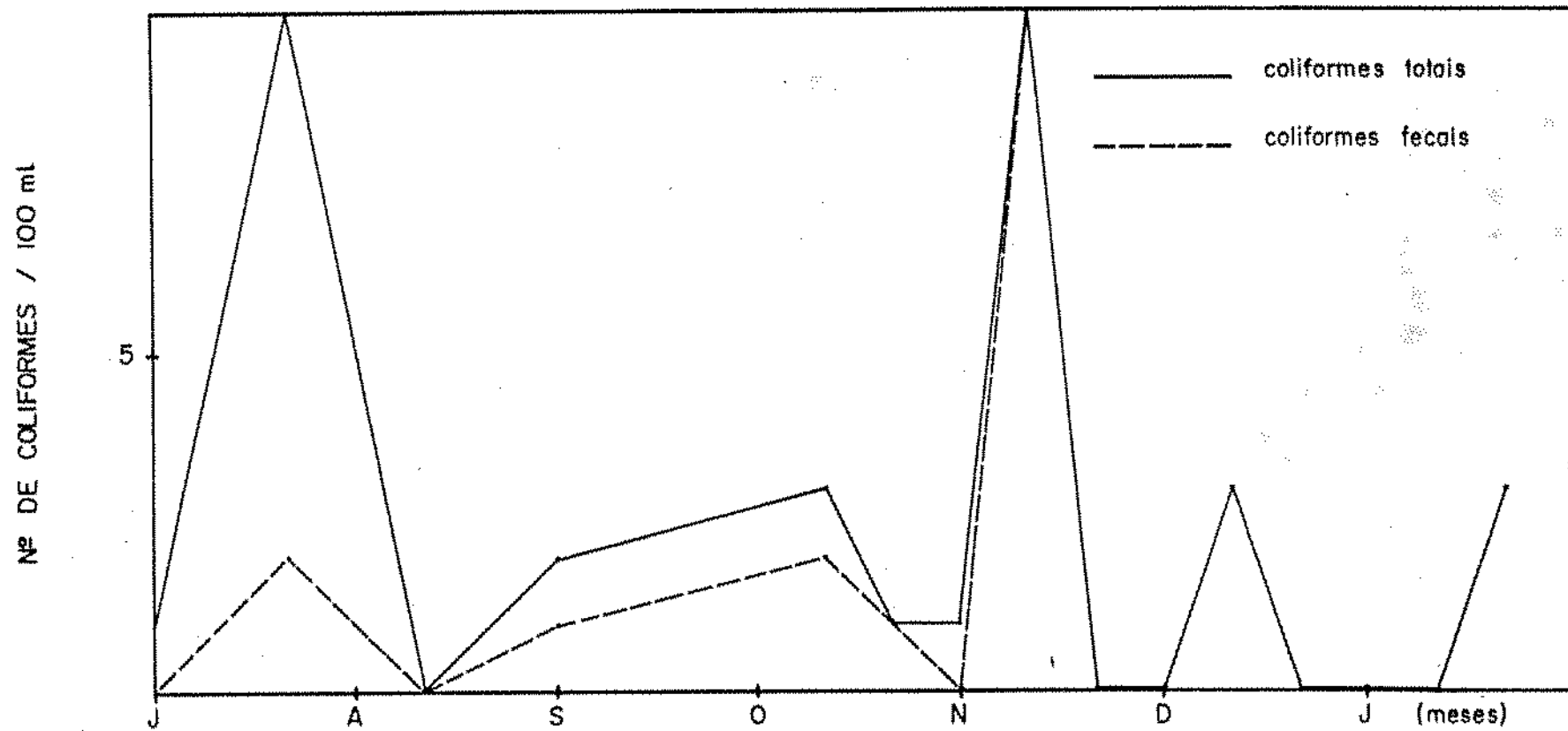


FIG. 5.5 VARIAÇÃO DO NÚMERO DE COLIFORMES NAS DIFERENTES COLETAS - ÁGUA MANA-JÁ

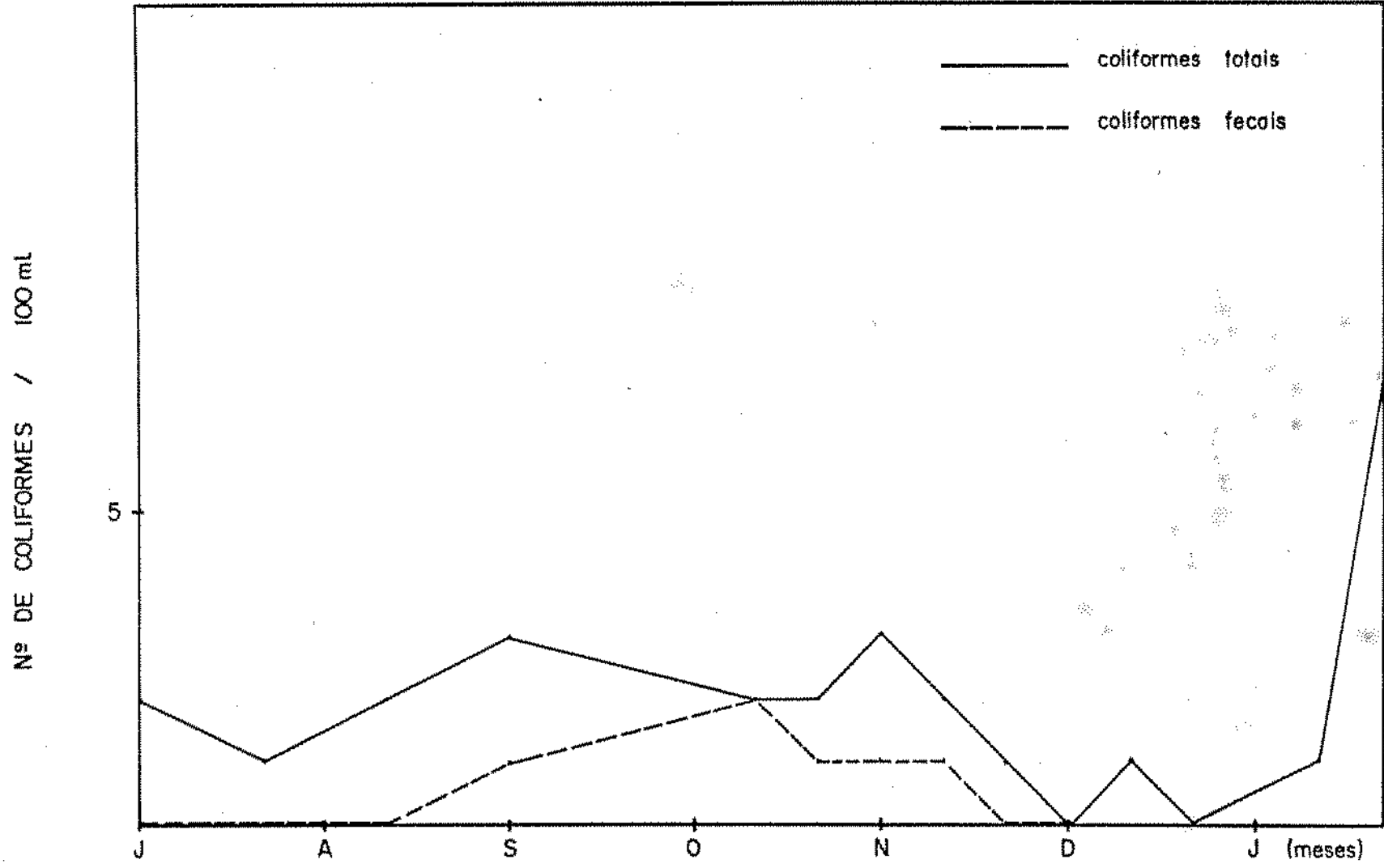


FIG. 5.6 VARIAÇÃO DO NÚMERO DE COLIFORMES NAS DIFERENTES COLETAS - ÁGUA INDAIA

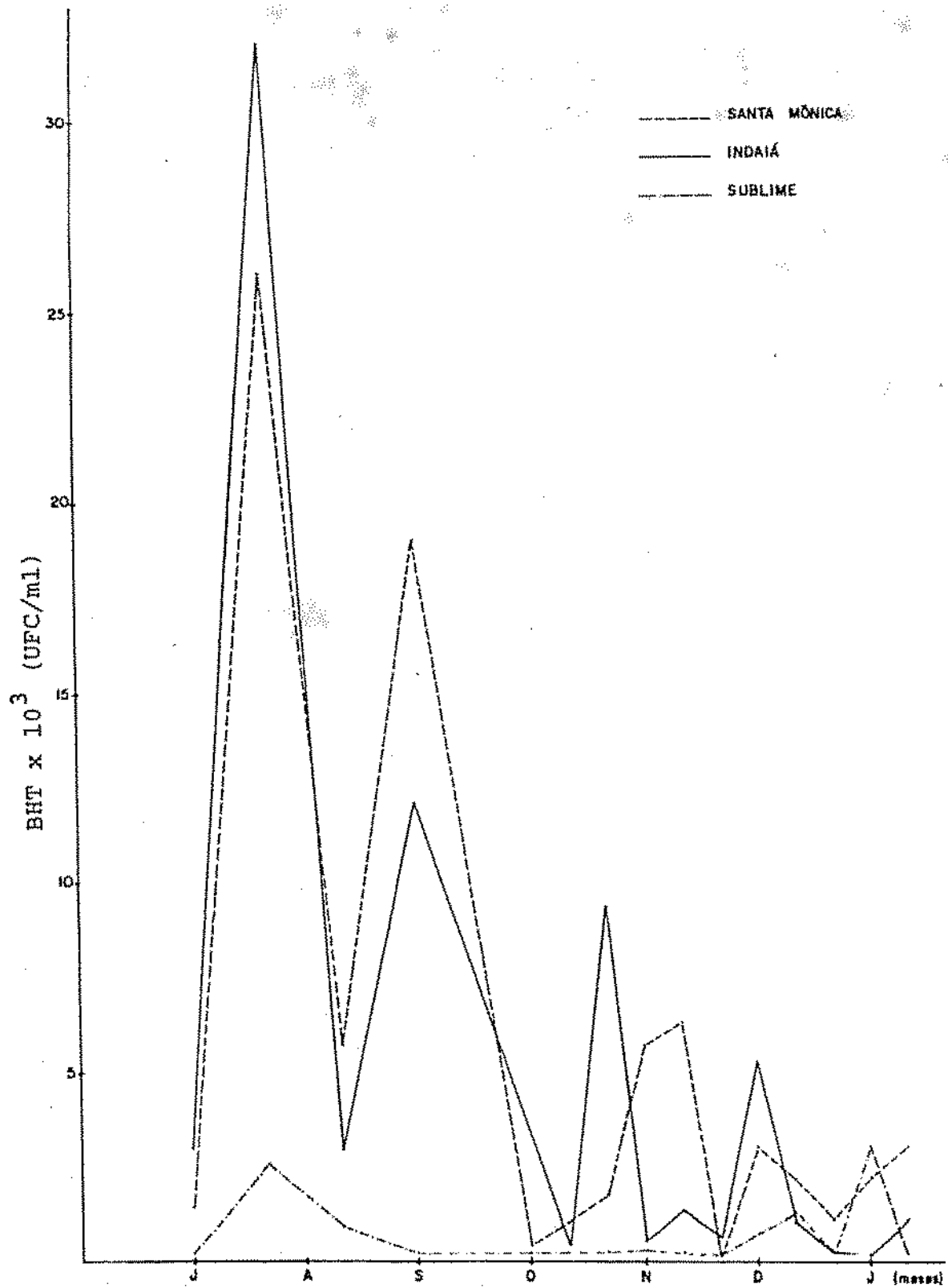


FIG. 57 VARIACÃO DO NÚMERO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS NAS DIFERENTES COLETAS

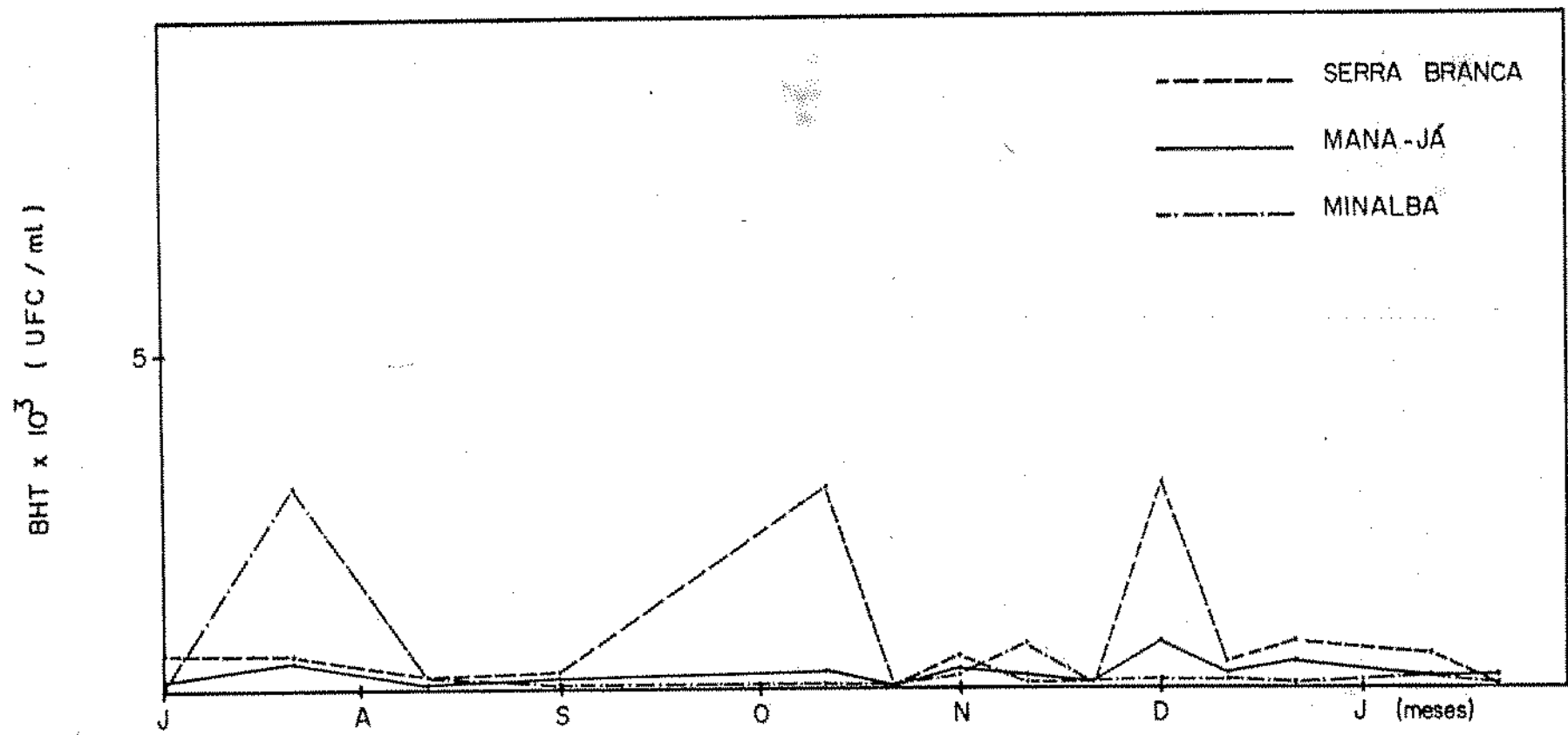


FIG. 5.8 VARIAÇÃO DO NÚMERO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS NAS DIFERENTES COLETAS

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Na presente pesquisa, sobre avaliação da qualidade sanitária das águas minerais comercializadas em Campina Grande, os resultados apresentados, discutidos e comparados com os padrões de identidade e qualidade das águas minerais, em vigor, estabelecidos pela CNNPA, do Ministério da Saúde, permitem apresentar as seguintes conclusões:

- 1 - De modo geral, as águas minerais, comercializadas em Campina Grande, são bacteriologicamente inseguras para o consumo humano.
- 2 - De acordo com as análises químicas, as águas analisadas podem ser classificadas como naturais.

Fundamentado nos resultados obtidos e no propósito de proteger a saúde dos consumidores de águas minerais, recomenda-se:

- 1 - O controle da qualidade sanitária das águas minerais comercializadas em Campina Grande.
- 2 - Tendo sido verificada a inexistência do número limite de coliformes totais e bactérias heterotróficas totais nos padrões de águas minerais, faz-se necessário que a CNNPA introduza nos aludidos padrões o limite para esses parâmetros, fixando-o tanto para fonte como água engarrafada, além de estudos epidemiológicos que forneçam

dados seguros sobre a utilização ou não destes parâmetros.

- 3 - Além das características existentes nas etiquetas das garrafas, recomenda-se a colocação da data de engarrafamento, visando permitir ao consumidor saber por quanto tempo a água está estocada.
- 4 - Armazenagem refrigerada, afim de minimizar a multiplicação bacteriana na água, desde o momento do engarrafamento até a revenda.
- 5 - Para reduzir a ocorrência de bactérias usar tampa de proteção nos tanques de armazenamento, recipientes plásticos descartáveis e melhor higiene no engarrafamento e distribuição de águas frescas.

7 - SUGESTÕES

Diante dos resultados deste trabalho e considerando que sua abrangência restringiu-se às águas presentes em locais de vendas, acreditamos ser necessário a realização de futuras pesquisas, com a finalidade de aprofundar o estudo de águas minerais. Assim, sugerimos para novos trabalhos:

- 1 - Avaliação da qualidade sanitária das fontes de águas minerais no Nordeste, a qualidade das instalações de processamento e a qualidade de transporte, afim de determinar os possíveis pontos onde há contaminação.
- 2 - Estudo das substâncias contaminantes existentes em águas minerais, já que existe, nos padrões de identidade e qualidade das águas minerais, valores que limitam estas substâncias.
- 3 - Pesquisar em várias fontes, aspectos locais de possível contaminação bacteriológica e apresentar sugestões para eliminá-la.
- 4 - Estudo comparativo do comportamento do crescimento bacteriano nas águas minerais engarrafadas, referentes ao "tempo e temperatura" de armazenagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, D. C., American Public Health Association, 14a. edição, 1976. 1193 p.
- 2 - BICANOVA, M. *et alii*. Results of control of prescription bottles for microbiological contamination. *FARM OBZ*, 51 (6): 267-9, 1982.
- 3 - CETESB. Determinação de Coliformes Totais através da Técnica da Membrana Filtrante. São Paulo, 1978.
- 4 - CETESB. Determinação do N. M. P. de *Streptococos Fecais* pela Técnica dos Tubos Múltiplos. São Paulo, 1978.
- 5 - COSTA, L. J. P. *Análise Bacteriológica da Água*. UFPb, João Pessoa, 1980. 464 p.
- 6 - DACACH, N. G. *Sistemas Urbanos de Água*. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1975. 396 p.
- 7 - DUFOUR, A. P. *et alii*. Membrane Filter Method for Enumeration *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*, 41: 1152-8, May 1981.
- 8 - DUTKA, B. J. & SHERRY, J. Pathogens as Indicators of

Water Quality - *Pseudomonas aeruginosa*. International Seminar on Microbiological Indicators of Pollution and Health Hazards, São Paulo, 1978.

- 9 - GELDREICH, E. E. *et alii*. Characterizing Bacterial Populations in Treated Water Supplies. A PROGRESS REPORT. Microbiological Treatment Branch, Water Supply Research Division, Municipal Environmental Research Laboratory, U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, 1977.
- 10 - GELDREICH, E. E. The Necessity of Controlling Bacterial Populations in Bottled Water. Community Water Supply. J. Am. Water Works Assoc., 1978.
- 11 - HAVELAAR, A. H. *et alii*. Comparative Study of Membrane Filtration Methods for the Isolation of Group D. Streptococci from Water. *Water Research*, 15: 191-7, 1980.
- 12 - KENNER, B. A. Concepts of fecal streptococci in stream pollution. *J. Water Pol. Contr. Feder.*, 41: July 1976.
- 13 - LAMKA, K. G. *et alii*. Bacterial contamination of Drinking Water Supplies in a Modern Rural Neighborhood. *Applied and Environmental Microbiology*, No 4, vol. 39: 734-8, April 1980.
- 14 - LECHEVALLIER, M. W. *et alii*. Effect of Turbidity on Chlorination Efficiency and Bacterial Persistence in

- Drinking Water. *Applied and Environmental Microbiology*, Nº 1, vol. 42: 159-67, 1981.
- 15 - LANDWEHR, J. M. Some Proprieties of the Geometric Mean and its Use in Water Quality Standards. *Water Resources Research*, Nº 3, vol. 14: 447-73, June 1982.
- 16 - LECHEVALLIER, M. W. *et alii*. Enumeration and Characterization of Standard Plate Count Bacteria in Chlorinated and Raw Water Supplies. *Applied and Environmental Microbiology*, Nº 5, vol. 40: 922-30, Nov. 1980.
- 17 - MARTINS, M. T. *et alii*. Relação entre Resultados obtidos pelo Processo das Membranas Filtrantes e dos Tubos Múltiplos no Exame Bacteriológico de Água. *Revista D.A.E.*, 1983.
- 18 - MATIN, R. S. *et alii*. Factors affecting coliform bacteria growth in distribution systems. *Research and Technology. American Water Works Association*, 34-7, 1982.
- 19 - MEANS, E. G. *et alii*. Coliform Inhibition by bacteriocin - Like Substances in Drinking Water Distribution Systems. *Applied and Environmental Microbiology*, Nº 3, vol. 42: 506-12, Sept. 1981.
- 20 - MINISTÉRIO DA SAÚDE - Consultoria Jurídica. Controle das Águas Minerais. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, Resolução Nº 25/76. Portaria Ministerial Nº 1 003 de 13 de agosto de 1976.
- 21 - RYCHERT, R. C. *et alii*. Atypical *Escherichia coli* in

- Streams. *Applied and Environmental Microbiology*, Nº 5, vol. 41: 1276-8, May 1981.
- 22 - SANTOS, E. A. Correlação entre Parâmetros Microbiológicos, Químicos e Físicos em Águas do Mar Poluída na Zona Litorânea do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado apresentada ao Instituto de Microbiologia da UFRJ - Rio de Janeiro, 1980.
- 23 - SCHUBERT, H. W. *et alii*. Untersuchungen Über das Vorkommen von Salmonellen im Trinkwasser Togoischer Wasserversorgungsanlagen - Investigation on the Presence of Salmonella in Drinking Water from Water Supplies an Distribution Systems in Togo. *Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B* 168: 356-60, 1979.
- 24 - STALEY, J. T. *et alii*. Nonstandard Methods for enumerating bacteria in Drinking Water. *Journal American Water Works Association Research and Technology*, 313-8, June 1982.
- 25 - STUDLICK, J. R. J. *et alii*. Bottled Waters. Expensive Ground Water. *GROUND WATER*, Nº 4, vol. 18: 340-5, 1980.
- 26 - THEROUX, F. R. *et alii*. *Laboratory Manual for Chemical and Bacterial Analysis of Water and Sewage*. New York, McGraw - Hill Book Company, Inc., 3a. edição, 1943. 274 p.
- 27 - Water Supply Division. *Environmental Protection Agency*. BOTTLED WATER STUDY. A Pilot Survey of Water Bottlers and Bottled Water. Sept. 1972.