

RUI FRANCISCO URTIGA

"ESTUDO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BACTE
RIOLÓGICOS EM PISCINAS DOS MUNICÍPIOS DE
CAMPINA GRANDE E BOQUEIRÃO-PARAÍBA"

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 - Sub-área Saneamento

BEATRIZ SUSANA OVRUSKI DE CEBALLOS

- Orientadora

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
DEZEMBRO / 1988



U82e Urtiga, Rui Francisco.
"Estudo de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos em piscinas dos municípios de Campina Grande e Boqueirão-Paraíba" / Rui Francisco Urtiga. - Campina Grande, 1988. 164 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1988.
"Orientação: Profa. Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos".
Referências.

1. Solos Sódicos - Algodão Herbáceo. 2. Algodão Herbáceo - Cultura. 3. Recursos Hídricos. 4. Engenharia Civil - Dissertação. I. Ceballos, Beatriz Susana Ovruski de. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB) III. Título

CDU 628.1.03(813.3)(043)

"ESTUDO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS EM PISCINAS DOS MUNICÍPIOS DE CAMPINA GRANDE E BOQUEIRÃO-PARAÍBA".

RUI FRANCISCO URTIGA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM

22/12/88




BEATRIZ SUSANA OVRUSKI DE CEBALLOS

M.Sc.



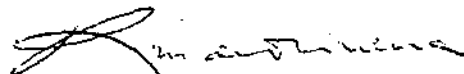
SÉRGIO ROLIM MENDONÇA

M.Sc.



SHIVA PRASAD

Ph.D



RUI DE OLIVEIRA

M.Sc.

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

DEZEMBRO / 1988

OFERECIMENTO

A minha mãe CONSTÂNCIA.

Ao meu pai FRANCISCO.

A minha esposa ANA e as minhas
filhas TATIANA, POLIANA e
LUCIANA.

AGRADECIMENTOS

A *DEUS*, que na sua benevolência, concedeu-me saúde e força durante a realização deste trabalho.

A professora Beatriz Susana Ovruski de Ceballos, pelo constante estímulo e orientação.

Ao professor Salomão Anselmo Silva, Chefe de pesquisas da EXTRABES, por ter cedido a infraestrutura dos laboratórios de físico-química e microbiologia para a realização da fase experimental.

Aos professores Rui de Oliveira e Annemarie König, pelas valiosas sugestões apresentadas durante a elaboração desta dissertação.

Ao Dr. John I. Oragui, pelo importante auxílio na identificação de bactérias.

Ao professor Juarez Fernandes de Oliveira, pela inestimável colaboração nos aspectos estatísticos.

A equipe da EXTRABES, e em especial a Creuza Castro Meira e Rizalva Lopes da Silva, pela valiosa ajuda.

A Washington Franklin Pedreira da Silva, pela dedicação ao datilografar este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Ao Programa de Cooperação Anglo-Brasileiro (CNPq-Conselho Britânico).

Ao Fundo de Apoio e Pesquisa (FAPE).

A todos aqueles que, direta ou indiretamente contri
buiam para execução deste trabalho.

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo o estudo de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos em piscinas públicas e privadas, para adultos e para crianças dos municípios de Campina Grande e Boqueirão, com a finalidade de se analisar os fatores que contribuem para a deterioração de suas águas e sugerir critérios para aplicação local de padrões sanitários. Foi também avaliada uma técnica de coleta de amostras para análises bacteriológicas.

Este estudo foi realizado no período de julho a dezembro de 1987. As coletas foram feitas aos domingos e no horário de 11 às 15:30 horas, por ser o de maior frequência de usuários.

Os parâmetros físico-químicos pesquisados foram: temperatura, pH, transparência, turbidez, visibilidade, cloro residual livre e combinado, cloretos, dureza e alcalinidade total. Os parâmetros bacteriológicos foram: coliformes fecais (CF), estreptococos fecais (EF), *Staphylococcus* spp (ST) com identificação de *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* (PA) e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas (BHM).

Todas as piscinas dos clubes estudados apresentaram condições sanitárias deficientes, caracterizadas pela ausência frequente de cloro residual livre e combinado (quando presen

tes, suas concentrações eram inferiores ao mínimo recomendado de 0,2-0,4 ppm), valores elevados de turbidez, pH, dureza, cloretos e alcalinidade total, ausência de recirculação e filtração nas horas de uso em 50% das piscinas, números elevados e frequência alta de isolamento de todos os indicadores bacteriológicos.

As condições mais deficientes foram observadas nas piscinas infantís.

Na maioria das piscinas houve associação entre aumento do número de banhistas e aumento do número de bactérias indicadoras, sendo que as piscinas sem recirculação e filtração apresentaram associação mais significativa.

Foi concluído que a faixa padrão de turbidez de 1,0 a 5,0 NTU, utilizada para água potável não pode ser aplicada em piscinas já que todas as amostras com turbidez superior a 3,0 NTU corresponderam a transparência negativa, fora dos padrões. Uma turbidez máxira de 1,5-2,0 NTU poderia ser mais adequada, visto que aproximadamente 60% das determinações com esta turbidez corresponderam a transparência média.

Foi observado que o valor padrão de 250 mg Cl^-/l , não poderia ser aplicado em nossa região, já que a água que alimenta as piscinas contém uma concentração média de 311 mg Cl^-/l .

Dentre as bactérias isoladas, foi observado que: os

estafilococos, especialmente *S. aureus*, são bons indicadores da eficiência da desinfecção devido a sua alta resistência ao cloro. Os estreptococos fecais se mostraram mais resistentes às condições ambientais que os coliformes fecais, e portanto são importantes indicadores de contaminação fecal, especialmente quando os coliformes fecais estão ausentes.

Os resultados sugerem que as principais causas da deterioração da água foram as deficiências do tratamento físico-químico, que favoreceram a presença das bactérias, introduzidas, principalmente, pelos banhistas.

Nas piscinas públicas foram verificadas acentuadas alterações bacteriológicas em relação à água de alimentação. Por exemplo, os coliformes fecais aumentaram 20 vezes numa piscina do tipo encher e esvaziar e 255 vezes numa outra, de circulação contínua.

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os números de bactérias presentes nas amostras coletadas a 30cm da superfície e na coluna de água até 1,0 metro de profundidade.

ABSTRACT

This work was undertaken firstly, to study the physico-chemical parameters in private and public swimming pools for adults and children in Campina Grande and Boqueirão-Paraíba, and secondly, the factors which contribute to the deterioration of the water quality. The applicability of a new criterion for sanitary standard is suggested and discussed. A new approach for bacteriological sampling of water was also evaluated.

Field work was carried out between July and December 1987 and water samples were collected on sundays from 11 am to 1:30 pm when the swimming pools were at their busiest time. Temperature, pH, transparency, turbidity, visibility, combined and free residual chlorine, chloride, water hardness and total alkalinity were the physico-chemical parameters studied whereas faecal coliforms, faecal streptococci, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus* spp (with *S.aureus* identified to the species level) and heterotrophic plate count were the bacteriological parameters analyzed.

The swimming pools of all the clubs exhibited deficiencies in their sanitary conditions often characterized by the frequent absence of combined and free residual chlorine. When present, concentrations were lower than the minimum recommended

dose of 0,2-0,4 ppm. High turbidity values, pH, water hardness, chlorides and total alkalinity, the absence of recirculation and filtration of the water during use resulted in high numbers and frequency of all bacteriological indicators in 50% of the pools examined in this study. Samples of water from the swimming pools of children were more deficient in sanitary conditions.

In most of the swimming pools, the increase in numbers of indicator bacteria was associated with the increased numbers of users being more significant in pools where water recirculation and filtration were not done.

The standard for turbidity ranging from 1,0 to 5,0 NTU, used for drinking water cannot, be applied to swimming pools since samples with turbidity higher than 3,0 NTU always corresponded to a negative transparency value which is outside the recommended standards. A maximum turbidity of 1,5-2,0 NTU could be more suitable as 60% of samples with such turbidity corresponded to medium transparency.

Standard values for chlorides of $250 \text{ mg Cl}^- \text{ l}^{-1}$ could not be applied here because the water fed into the pools already contained an average of $311 \text{ mg Cl}^- \text{ l}^{-1}$.

Staphylococcus spp especially *S. aureus* was considered a good indicator for the efficiency of water disinfection due to its high resistance to chlorine. Faecal streptococci

were more resistant to environmental conditions than faecal coliforms and therefore would seem to be important indicators of faecal contamination in the absence of faecal coliforms.

The results indicated that the main reason for water deterioration were deficiencies in physico-chemical treatment which in turn favoured the presence of bacteria introduced by bathers.

High changes in bacterial numbers were observed in the public swimming pools when compared to water fed into the systems. For example, faecal coliform numbers increased 20 times compared to 235 times in a continuous circulation type.

Statistically, there were no significant differences between the numbers of bacteria present in the samples collected at 30cm below surface and those from the water column up to 1,0m deep.

Í N D I C E

	Página
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - MATERIAIS E MÉTODOS	29
2.1 - Locais de coleta	29
2.2 - Frequência de amostragem	33
2.3 - Metodologia para coleta de amostras.	35
2.4 - Preservação das amostras	40
2.5 - Determinação dos parâmetros físico-químicos	40
2.6 - Determinação dos indicadores bacteriológicos	45
3 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	62
3.1 - Piscinas de clubes (Campina Grande, Paraíba)	62
3.1.1 - Número médio de banhistas.	62
3.1.2 - Recirculação e filtração	62
3.1.3 - Parâmetros físico-químicos	62
3.1.4 - Indicadores bacteriológicos.	78
3.1.5 - Relação entre indicadores bacteriológicos e parâmetros físico-químicos	90

	Página
3.1.6 - Variação de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos com a desinfecção	93
3.2 - Piscinas públicas (Boqueirão-Paraíba).	98
3.2.1 - Piscina pública do hotel (PHO)	98
3.2.1.1 - Parâmetros físico-químicos	98
3.2.1.2 - Indicadores bacteriológicos	101
3.2.2 - Piscinas do balneário (B1 e B2)	105
3.2.2.1 - Parâmetros físico-químicos	105
3.2.2.2 - Indicadores bacteriológicos	108
3.2.3 - Frequência de bactérias indicadoras	118
3.5 - Identificação bioquímica dos indicadores bacteriológicos	118
3.4 - Relação entre número de banhistas e bactérias indicadoras	120
4 - DISCUSSÃO	124
5 - CONCLUSÃO	152

Página

6	-	SUGESTÕES	154
7	-	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	158

1. INTRODUÇÃO

Os locais de banho utilizados para mergulho e natação podem ser: naturais, tais como rios, lagos e praias, parcialmente naturais, como as piscinas de encher e esvaziar e de passagem, e totalmente artificiais como as piscinas com recirculação e filtração (OLIVEIRA, 1968). Estas áreas estão sujeitas a contaminação trazida pelos ventos, animais e o proprio homem. Todavia, as águas de enxurradas são fontes importantes de poluição ao transportar resíduos e detritos das zonas próximas para a massa de água. Por outro lado, os corpos de água naturais podem estar sujeitos à contaminação com fezes e esgotos.

Apesar de haver apenas evidências epidemiológicas limitadas de uma relação direta entre doenças e natação, numeros pesquisadores concordam que águas contaminadas, especialmente com esgotos, representam um risco à saúde devido à provável presença de organismos patogênicos, tais como vírus, bactérias, protozoários e helmintos.

Do ponto de vista epidemiológico, as doenças em nadadores podem ser de dois tipos:

a) doenças não transmissíveis, como por exemplo, doenças cardiovasculares, musculares, respiratórias;

b) doenças transmissíveis, onde um agente causal (bactéria, vírus, fungos etc) é transferido de um indivíduo infectado

do até uma pessoa sadia.

Nas piscinas e balneários a passagem do agente infeccioso ocorre por contaminação da água, que age como veículo de transmissão.

A piscina de recirculação e tratamento é uma estrutura artificial onde a área mínima por banhista é relativamente pequena, de 2 a 4 m² (AZEVEDO NETTO, 1968). Essa massa de água é poluída, principalmente pelo homem, devido à eliminação de urina, à lavagem da pele, das regiões anal e perianal e das mucosas nasal e bucal.

Durante a natação, os microrganismos presentes na pele e nas cavidades corporais são eliminados do corpo e ficam na água da piscina. Foi calculado que em um percurso de 100 metros um nadador executa de 60 a 70 movimentos respiratórios (FORATTINI, 1968). Nesses movimentos, pequenos volumes de água penetram na boca e no nariz durante a inspiração e são eliminados na expiração. Essa água enxagua a cavidade bucal e o nariz, e retorna à piscina carregada com microrganismos presentes na nasofaringe. Olhos e ouvidos são também lavados com água da piscina.

As doenças transmissíveis mais frequentemente associadas às piscinas são: infecções cutâneas (foliculites, dermatites e micoses); infecções de olhos e ouvidos (conjuntivites e otites externas); infecções de nasofaringe (sinusites, amigdalites, faringites) e menos frequentemente, infecções intestinais.

Com a finalidade de se evitar a veiculação de microrganismos patogênicos, as autoridades sanitárias recomendam a manutenção de padrões de qualidade nas águas de piscinas, nas águas de alimentação das mesmas e nas águas recreacionais em geral. Estes padrões se referem a parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.

Nas piscinas de encher e esvaziar e nas de passagem a qualidade da água se mantém pela renovação periódica ou contínua da mesma. Nas piscinas totalmente artificiais a manutenção da qualidade é feita através de tratamento físico-químico. Para isto, as piscinas são providas de sistemas de recirculação e filtração. Estes sistemas constam de conjunto moto-bomba, filtros, coadeiras de superfície, tubulações, dosador de cloro (para piscinas de uso coletivo), dreno de fundo, sistema de aspiração, pré-filtro, válvula seletora, manômetros, registros de gaveta e bocais de retorno.

O sistema de recirculação permite a filtração contínua da água para a eliminação da turbidez e de microrganismos, contribuindo para que a água de enchimento seja utilizada por mais ou menos cinco anos (dependendo da concentração de sólidos dissolvidos, MONTEIRO, 1984). Este sistema deve ser dimensionado em função da capacidade da piscina e ser capaz de filtrar toda a água em aproximadamente 8 horas (AZEVEDO NETTO, 1968). Os microrganismos remanescentes da filtração são posteriormente eliminados pela desinfecção.

Para a piscina permanecer em condições sanitárias adequadas

quadas se recomenda proceder a uma limpeza completa uma vez por semana e eventualmente tratamento adicional antes e após os dias de grande frequência, de chuva, ou de muito vento (MONTEIRO, 1984). Durante as horas de banho, a preservação da qualidade se consegue com recirculação e filtração contínuas e com a manutenção de residuais adequados de desinfetante.

Os padrões físico-químicos mais frequentemente determinados são temperatura, pH, transparência, alcalinidade, dureza e presença do agente desinfetante. Alguns autores consideram também importante a determinação de cloretos (CHAVES, 1984; MENDONÇA & RUFF, 1978).

Com relação aos padrões bacteriológicos, as autoridades públicas de saúde utilizam padrões baseados na detecção de bactérias coliformes e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas. Contudo, outras bactérias têm sido propostas (estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp especialmente *S. aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*).

Em seguida discutir-se-á a importância dos parâmetros mencionados.

1.1 - Temperatura

A temperatura considerada adequada para natação é de 25°C, sendo a mínima recomendável de 22°C para crianças e 18°C para adultos (MONTEIRO, 1984).

As temperaturas acima de 25°C, favoreceriam o crescimento de bactérias, além de promover desconforto térmico (PERA, 1968).

Nas piscinas com recirculação e tratamento, a temperatura é importante em relação à manutenção do residual de cloro.

1.2 - pH (Potencial Hidrogeniônico)

A verificação do pH da água de piscina é importante no controle de acidez e alcalinidade.

Alguns autores consideram a faixa ideal de pH entre 7,2 e 8,0. No entanto outros (MONTEIRO, 1984) e fabricantes de produtos químicos para piscinas como Olim, Genco e Cloroquímica recomendam pH na faixa de 7,2 a 7,6. Esta faixa favorece uma melhor adaptação física dos banhistas, evita a ocorrência de reações químicas agressivas ao sistema de tubulação, dificulta a formação de precipitados, e favorece a ação de desinfetantes derivados do cloro.

Um pH baixo pode ser causado pela adição exagerada de ácidos, sulfato de alumínio, bissulfato de sódio, gás cloro, além do gás carbônico trazido pelo ar.

Valores de pH menores que 7,2 produzem irritação do globo ocular e mucosas. Um pH alto, pode ser causado pela adição exagerada de hidróxido de sódio, carbonato de sódio, hipoclorito de sódio

ou cálcio ou ainda pela concentração de algas. Valores de pH maiores que 7,6 contribuem para a precipitação de sais de cálcio e ferro além de influenciar nas formas de alcalinidade. A formação de carbonato de cálcio confere à água cor e turbidez, produz incrustações nas tubulações, filtros e paredes (MONTEIRO, 1984), como também aumenta a demanda de cloro na desinfecção.

A figura I apresenta em forma esquemática a importância do pH nas águas de piscinas. O quadro I, a relação entre pH e formas de cloro.

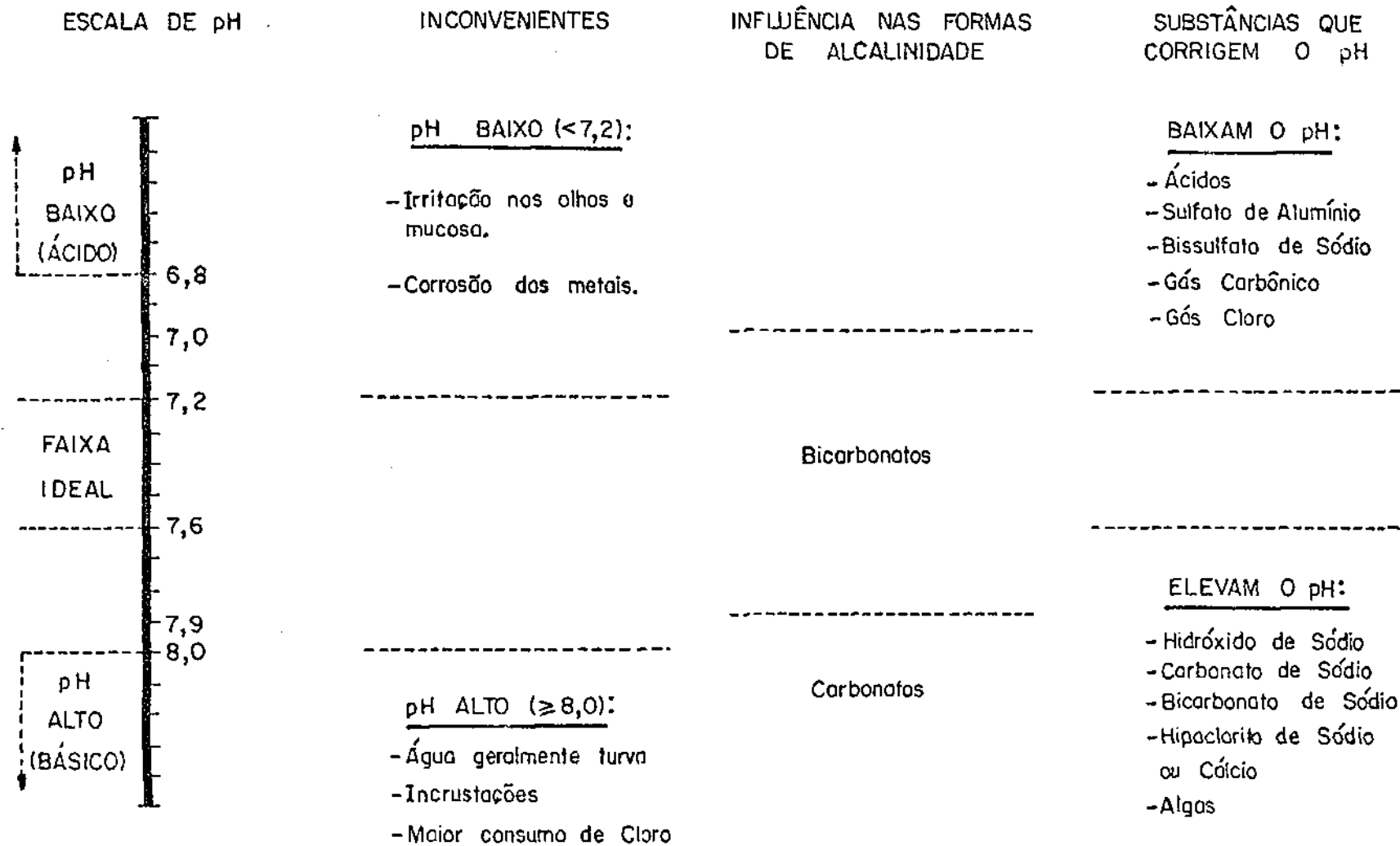
1.3 - Turbidez e Transparência

A turbidez da água é causada pela presença de matéria orgânica e inorgânica em suspensão, como por exemplo argila, lodo e microrganismos em geral.

Uma turbidez elevada é associada a odor e sabor na água. A turbidez permite a sobrevivência de bactérias e vírus à desinfecção, porque pode formar uma camada protetora ao redor dos microrganismos dificultando o acesso do desinfetante (LeCHEVALLIER *et alii*, 1981; SOUSA, 1984).

Não existe um padrão de turbidez para águas de piscina, no entanto existe um padrão de transparência. As normas de transparência exigem visibilidade perfeita de detalhes do fundo da piscina, com o objetivo de evitar acidentes e de oferecer ao usuário uma massa de água atrativa para o mergulho. Também associa-se ótima transparência com bons serviços

Figura 1 - Importância do pH em águas de piscinas com recirculação e tratamento



FONTE: MONTEIRO, 1984 - Modificado.

Quadro I - Porcentagens dos compostos formados pelo cloro, para diversos valores de pH, à temperatura aproximada de 20°C.

pH	% CRL		% CRC	
	HOCl	OCl ⁻	NH ₂ Cl	NHCl ₂
4,5	100	0	0	100
5,0	100	0	0	100
6,0	97	3	35	65
7,0	75	25	55	45
7,2	63	37	NP	NP
7,5	50	50	75	25
7,9	24	75	NP	NP
8,0	25	76	90	10
8,5	8	92	NP	NP
9,0	3	97	100	0
10,0	0	100	100	0

NP: não apresentados pelos autores.

CRL - Cloro Residual Livre

CRC - Cloro Residual Combinado

FONTES: MONTEIRO, 1984; CHAVES, 1984.

de manutenção.

Alguns pesquisadores aplicam em piscinas os padrões internacionais de turbidez para água de abastecimento público. Estas normas recomendam turbidez de 1,0 NTU e permitem um máximo de 5,0 NTU (ABNT, 1959, citado por BATALHA, 1977), sempre que não interfira com a desinfecção, com a manutenção de residuais efetivos do desinfetante no sistema de distribuição e que não afete as determinações bacteriológicas; outros autores recomendam a redução da turbidez em água potável a 0,1 NTU - 0,2 NTU para aumentar a eficiência da cloração, especialmente na destruição de vírus (BRANCO, 1978).

1.4 - Cloro

O cloro e seus derivados são os desinfetantes mais utilizados em piscinas para a destruição de microrganismos (principalmente os patogênicos), no combate às algas, e como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos.

Entre os fatores que influenciam na desinfecção estão a espécie e concentração do desinfetante, tempo de contato, características físico-químicas da água, grau de dispersão do desinfetante na água, tipo e número de microrganismos a serem destruídos.

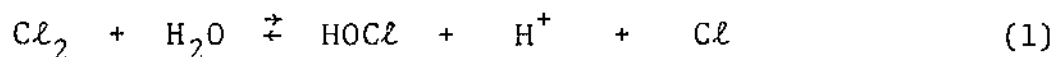
O hipoclorito de sódio e o hipoclorito de cálcio reunem condições que facilitam seu uso pelo seu custo razoável, facilidade de transporte, armazenamento e manuseio, dosagem

relativamente fácil, disponibilidade de uma técnica simples para leitura do cloro residual, ausência de toxicidade para o homem e não causam cheiro e sabor na água das piscinas quando aplicados corretamente. Adicionados em concentrações adequadas produzem residuais de cloro livre ou combinado que constituem uma barreira sanitária às contaminações que ocorrem durante o uso da piscina.

Na cloração da água, parte do cloro é consumido na ação oxidante de substâncias orgânicas e inorgânicas, parte na ação desinfetante pela destruição ou inativação de microrganismos e parte pelo calor e pela ação da luz. A demanda de cloro é a diferença entre a quantidade de cloro adicionada na água e a quantidade de cloro livre e combinado remanescente após um determinado período de contato.

As reações do cloro com sulfeto (S^{2-}), sulfito (SO_3^{2-}), ferro (Fe^{++}), nitrito (NO_2^-) e substâncias orgânicas solúveis são rápidas; entretanto a maioria dos compostos orgânicos demoram várias horas para serem oxidados.

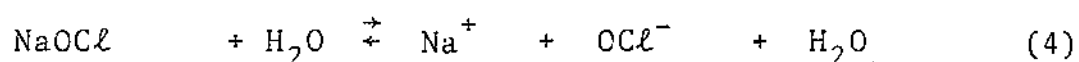
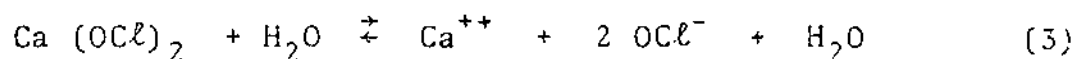
Quando o cloro é adicionado à água quimicamente pura verifica-se:



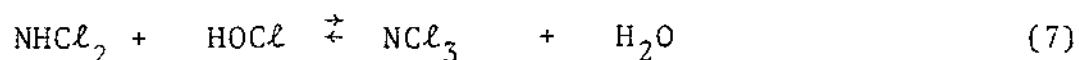
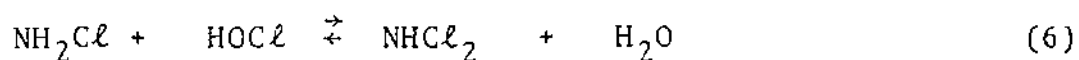
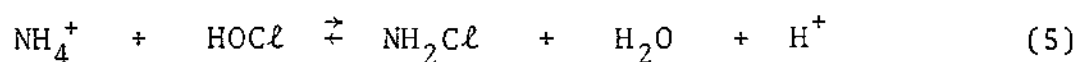
A dissociação do ácido hipocloroso ($HOCl$) formado na reação (1) produz o ânion hipoclorito (OCl^-) da reação (2)

o qual tem poder desinfetante inferior ao ácido hipocloroso. O grau de dissociação depende do pH e temperatura (quadro I).

O hipoclorito de cálcio (perclorom, HTH, cal clorada) e o hipoclorito de sódio, em contato com a água, ionizam-se segundo as reações:



O anion hipoclorito (OCl^-) formado nas reações (3) e (4) estabelece um equilíbrio com íons hidrogênio (H^+) conforme a reação (2). O cloro existente na água na forma de HOCl e OCl^- é definido como cloro residual livre. O ácido hipocloroso combina-se com amonio formando monocloramina (NH_2Cl), dicloramina (NHCl_2) e tricloramina (NCl_3), conforme as reações.



Estas reações ocorrem mais rapidamente em pH baixo onde a concentração do ácido hipocloroso é elevada. As cloraminas dão origem ao chamado cloro residual combinado, que tem

poder desinfetante 25 a 100 vezes menor que o cloro residual livre. Nas piscinas não é desejável o cloro residual combinado, porque confere odor desagradável à água (odor de cloro), e produz irritação da pele e olhos.

A figura II, ilustra a formação de cloro residual livre e combinado em função do cloro adicionado em piscinas.

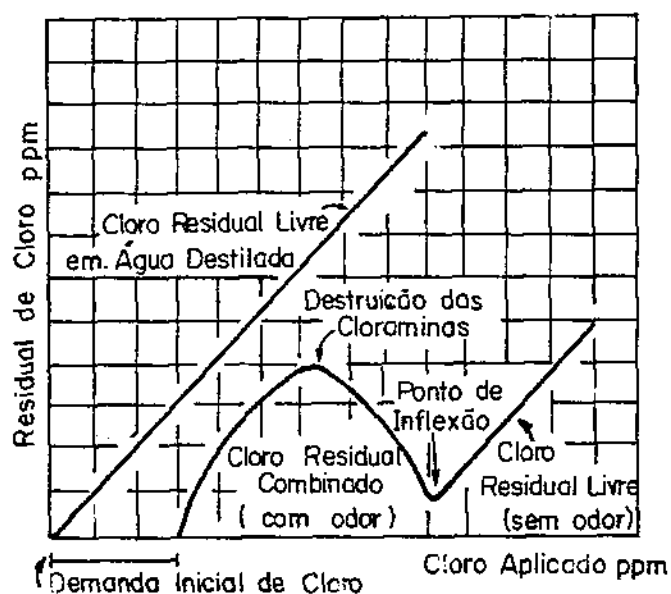


Figura II - Variação do cloro residual livre e combinado em função do cloro adicionado em piscinas (MONTEIRO, 1984 ; ROSSIN, 1977) - Modificado.

Observa-se que ao aplicar o desinfetante, há uma primeira demanda de cloro, devida às impurezas presentes na água, que não deixa residual. Há uma segunda demanda de cloro onde as reações com amônia e substâncias orgânicas nitrogenadas formam as cloraminas. A adição posterior de cloro produz a oxidação das cloraminas com formação de substâncias inertes

tais como nitrogênio (N_2) e ácido clorídrico (HCl). A estas reações correspondem a parte descendente da curva. O ponto de inflexão é atingido após a destruição total das cloraminas. A adição de mais cloro aparecerá integralmente como cloro residual livre por ter sido satisfeita toda a demanda.

Nas piscinas as cloraminas formam-se principalmente pela reação do cloro com urina e suor. A supercloração deve ser aplicada periodicamente para oxidar a amônia, os compostos orgânicos nitrogenados e as cloraminas. Serve também para matar bactérias, algas e outros microrganismos presentes.

O cloro livre melhora a transparência da água ao oxidar o ferro e impedir a proliferação de algas pois é um excelente algicida. Nas estações quentes é recomendado efetuar a supercloração uma vez por semana e nas frias uma vez por mês (MONTEIRO, 1984).

A figura III, mostra o resumo das reações de cloro na água de piscina e os compostos formados.

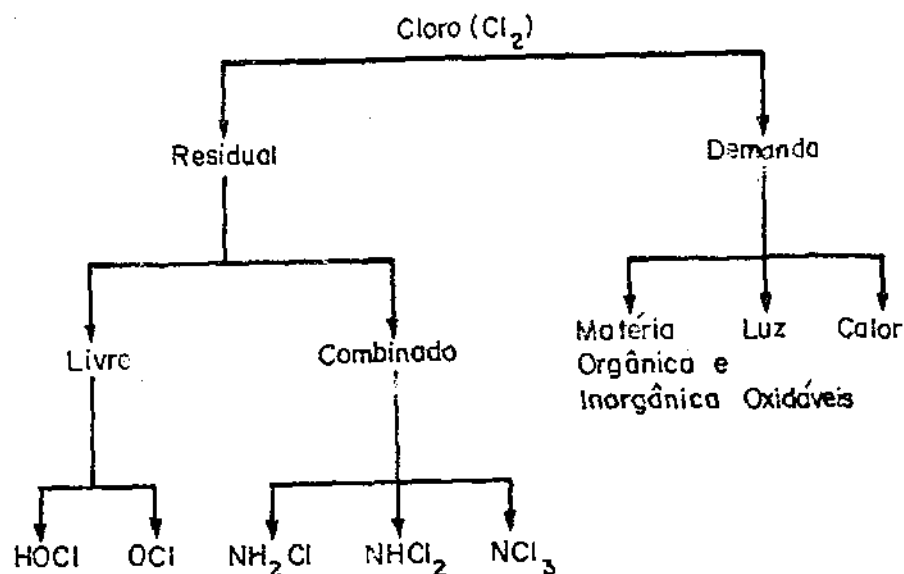


Figura III - Reações do cloro em piscinas (CHAVES, 1984) - Modificado.

1.5 - Dureza

A dureza de uma água deve-se principalmente à presença dos íons metálicos Ca^{++} , Mg^{++} e Fe^{++} . Na prática a dureza total é definida como a somatória das concentrações de cálcio e magnésio.

As águas são classificadas de acordo com os seguintes graus de dureza (quadro II), expressa em mgCaCO_3/ℓ (SAWYER & McCARTY, 1985).

Quadro II - Classificação da dureza.

Água	mgCaCO_3/ℓ
Branda	0 - 75
Moderadamente dura	75 - 150
Dura	150 - 300
Muito dura	> 300

O principal inconveniente do emprego de águas duras em piscinas é o favorecimento da formação de incrustações, devido aos sais de cálcio (CaCO_3). As incrustações de sais de cálcio tendem a se localizar nas serpentinas dos aquecedores (nas piscinas com aquecimento), e nas tubulações do sistema de recirculação, inclusive podem formar crostas ásperas de cor cinza ou marrom nos azulejos das paredes e do fundo. O primeiro indício da presença de quantidades indesejáveis de cálcio, verifica-se durante o banho de chuveiro, após uso da piscina, devido à dificuldade na formação de espuma na lavagem dos ca

belos. O controle do pH e da alcalinidade auxiliam no controle desses depósitos. Pode-se diminuir os teores de cálcio da água elevando o pH a valores maiores que 7,9 com a adição de barrilha (Na_2CO_3). A água torna-se leitosa pela formação de CaCO_3 . Deixa-se sedimentar de um dia para o outro e o sedimento é aspirado.

Do ponto de vista fisiológico, a ingestão de água dura não ocasiona nenhuma complicação, seu único inconveniente é o sabor desagradável.

1.6 - Alcalinidade

A alcalinidade deve-se principalmente à presença de hidróxidos (OH^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e bicarbonatos (HCO_3^-).

A água de piscina não pode ter alcalinidade de hidróxido, porque lhe corresponderia um pH maior que 9,4. Isto causaria um efeito cáustico sobre a pele e mucosas dos banhistas além de não favorecer a desinfecção. A alcalinidade devido a carbonato e bicarbonato verifica-se a pH entre 8,3 e 9,4 e de apenas bicarbonatos a pH entre 4,4 e 8,3 (AZEVEDO NETTO, 1979).

Portanto, para a faixa de pH recomendada nas piscinas a forma de alcalinidade presente será apenas de bicarbonato.

Uma vez ajustado o pH, a alcalinidade permanece na faixa desejada e funciona como um agente tampão.

A faixa ideal de alcalinidade nas piscinas é de 80 a

100mg/ℓ CaCO_3 e a mínima recomendada é de 50mg/ℓ (MONTEIRO, 1984).

A adição de bicarbonato de sódio permitirá um aumento de alcalinidade e a de bissulfato de sódio ou ácido muriático contribuirá para sua diminuição (MONTEIRO, 1984).

A alcalinidade de uma água não é prejudicial para a saúde, contudo produz sabor desagradável (SAWYER & McCARTY, 1985).

1.7 - Cloretos

Não existe um valor padrão de cloreto para água de piscinas. Alguns autores consideram que um valor adequado seria de até 250 mg Cl^-/ℓ , que é o padrão aceito para água potável. Concentrações maiores causam sabor salgado com a consequente rejeição por parte do banhista. No entanto, concentrações mais elevadas não são prejudiciais à saúde. Existem diversas regiões no mundo onde a escassez de água obriga as populações a utilizar mananciais com teores de cloretos superiores a 2.000 mg/ℓ, não tendo sido verificados efeitos adversos à saúde (SAWYER & McCARTY, 1985).

Por outro lado excretas humanas, especialmente a urina contém concentrações altas de cloretos pois uma pessoa elimina por dia na urina, aproximadamente 6,0g de cloretos (SEUX, *et alii*, 1985).

A detecção de cloretos em águas superficiais foi utilizada durante muito tempo como indicação de poluição por esgotos. O desenvolvimento de testes bacteriológicos, ao fornecer

resultados mais confiáveis, levou ao abandono dessa prática.

Com referência a água de piscina, valores elevados de cloretos são responsáveis pelo sabor desagradável da água e aumento do poder corrosivo. Apesar do cloreto não ser um parâmetro físico-químico padronizado (CHAVES, 1984; MENDONÇA & RUFF, 1978), o utilizam como indicador de poluição de água de piscinas. BEECH (1981), citado por SEUX *et alii* (1985), cita que um banhista, após 2 horas de natação pode eliminar em média 50ml de urina e 200ml de suor, contribuindo desta forma com 550mg de cloretos. Portanto, haveria uma associação entre teores elevados de cloretos e a poluição produzida pelas secreções dos banhistas.

1.8 - Parâmetros bacteriológicos

Tradicionalmente, a análise bacteriológica de águas baseia-se na detecção de bactérias indicadoras de poluição fecal.

Estas bactérias são organismos não patogênicos que vivem no trato intestinal do homem e de animais de sangue quente e são excretados em números elevados nas fezes, na ordem de 10^9 - 10^{10} bactérias por grama. Sua presença em água indica a possível presença de organismos patogênicos.

Os indicadores mais comumente utilizados em águas recreacionais são as bactérias coliformes e os estreptococos fecais. Em piscinas artificiais aplica-se também a contagem

de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas. Todavia, foram propostos *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* como indicadores adicionais (DUTKA, 1975).

1.9 - Bactérias coliformes

As bactérias do grupo coliforme vêm sendo utilizadas como indicadores de poluição fecal há aproximadamente 80 anos.

São classificadas em dois grupos, denominados coliformes totais e coliformes fecais. O primeiro, é encontrado em águas naturais, no solo, em vegetais e nas fezes. Sua detecção em água indica provável contaminação fecal. Os gêneros incluídos neste grupo são *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Escherichia*. O segundo é de origem exclusivamente fecal e o principal representante é o *Escherichia coli* (*E. coli*). Sua detecção indica que houve contaminação com fezes de animais de sangue quente ou com esgotos.

Os coliformes totais e fecais são bastonetes Gram negativos, não esporulados de aproximadamente $0,2 - 0,3 \mu\text{m} \times 2-3 \mu\text{m}$, aeróbios ou anaeróbio-facultativos, fermentam a lactose em 24-48 horas a 37°C com produção de ácido e gás.

No laboratório, a diferenciação entre os dois grupos é feita utilizando-se a propriedade que têm os coliformes fecais de fermentar a lactose a $44,5^{\circ}\text{C}$, com produção de ácido e gás. Devido à capacidade de crescer a temperaturas elevadas, são denominados coliformes termotolerantes. O *E. coli* é

o coliforme fecal mais abundante nas fezes e pode ser rapidamente identificado porque além de fermentar a lactose a 44,5°C, produz indol a partir do aminoácido triptofano a essa mesma temperatura.

Na bacteriologia da água, os coliformes totais são considerados indicadores potenciais de poluição e devem estar ausentes da água potável tratada e clorada. Sua presença, ainda que em baixas concentrações, indica falhas no tratamento ou no sistema de distribuição, ou em ambos.

Para outros tipos de água, como mananciais e águas recreacionais, onde é importante detectar com certeza a poluição com fezes e esgotos, eles são de valor limitado, especialmente se estiverem em números baixos porque numerosos coliformes totais são de origem não fecal. Também foi observado que podem se multiplicar no meio externo, especialmente em climas quentes sob condições adequadas de umidade e nutrientes. Para estas águas, os indicadores mais adequados são os coliformes fecais, em especial *E. coli* (FEACHEN, *et alii*, 1983).

Os padrões bacteriológicos para águas recreacionais de contato primário, se baseiam no índice de coliformes fecais. Nos Estados Unidos, os padrões usados aceitam até 200 coliformes fecais por 100ml de água; a Comunidade Econômica Européia recomenda um padrão de 100 coliformes fecais por 100ml e tolera um limite máximo de 2000. No Brasil, os critérios adotados para a classificação das águas de balneabilidade estão

também baseados no índice de coliformes fecais. A Portaria nº 536, do Ministério do Interior de 07/12/1976, estabelece no seu ítem X que a utilização de índices expressos em coliformes totais será permitida unicamente quando a identificação e contagem de coliformes fecais forem difíceis ou impossíveis de serem executados. A mesma Portaria, no seu ítem III, estabelece que serão consideradas aptas ou satisfatórias para o mergulho, as águas interiores ou marinhas que apresentarem até 1000CF/100m².

O STANDARD METHODS (1985) recomenda para piscinas externas submetidas a desinfecção, a determinação de coliformes fecais, como os principais indicadores de contaminação por animais domésticos, roedores, águas e enxurradas etc.

1.10- Estreptococos fecais

Os estreptococos fecais são bactérias em forma de cocos, Gram positivos, de aproximadamente 1µm de diâmetro, que se apresentam em cadeias curtas e formam parte da flora intestinal dos animais de sangue quente e do homem.

Durante alguns anos foram denominados "enterococos". Este nome foi utilizado pela primeira vez por THIERCELIM, em 1899 (DAVIS, *et alii*, 1980), para descrever cocos Gram positivos isolados do intestino humano. Atualmente sabe-se que os enterococos constituem apenas um subgrupo dos estreptococos fecais, os quais correspondem ao grupo D de Lancenfield (TRABULSI, 1986). Esta classificação se baseia na determinação do antígeno D, localizado entre a parede celular e a membrana citoplásmática destas bactérias (FEACHEN, *et alii*, 1983).

Segundo FEACHEN, *et alii* (1983) o grupo inclui diver
sas espécies:

- *Streptococcus faecalis*, *S. durans* e *S. faecium*, todas elas de ampla distribuição no homem e animais;
- *S. bovis*, *S. equinus* e *S. avium*, associadas princi
palmente com fezes de animais;
- *S. faecalis* var. *liquefaciens* e *S. faecalis* var. *zy*
mogenes presentes principalmente em ambientes não po
luídos, em vegetais, e insetos;
- *S. mitis* e *S. salivarius*, presentes na saliva e em fezes humanas.

Todos eles, exceto *S. bovis* e *S. equinus*, são resisten
tes às variações ambientais, crescem a temperaturas entre 10 e 45°C, toleram pH de até 9,6, crescem em meios de cultura líquidos com 6,5% de cloreto de sódio e sobrevivem a tempera
turas de 60°C durante 30 minutos. Apresentam vantagens sobre os coliformes fecais por sobreviverem mais tempo no meio ex
terno (exceto *S. bovis* e *S. equinus*) e por terem pouca ten
dência a se multiplicarem fora do intestino.

Foi verificado que em ambientes com abundantes nutrien
tes e escassa competição com outros microrganismos, os coli
formes totais se multiplicam mais que os coliformes fecais e estes mais que os estreptococos fecais. Nestas situações, dos três grupos, os estreptococos fecais são os indicadores mais adequados pela sua maior sobrevivência. Seriam também indica
dores mais seguros para vírus, especialmente em águas frias

(FEACHEN, *et alii*, 1983).

Nos testes de rotina para isolamento e quantificação, são detectados todos os estreptococos do grupo D, inclusive aqueles de origem não fecal o *S. faecalis* var. *liquefaciens* e *S. faecalis* var. *zymogenes*. GELDREICH (1969), citado pelo STANDARD METHODS (1985) considera que quando o número de estreptococos fecais é igual ou inferior a 100 por 100ml as duas espécies anteriores são predominantes. Isto limitaria a utilidade dos estreptococos como indicadores, especialmente para águas relativamente limpas, como as recreacionais. Contudo, se são detectados junto com os coliformes fecais ainda que em baixas concentrações, servem para confirmar a poluição fecal. São também úteis para detectar poluição intermitente. Ainda, a identificação das espécies de estreptococos serve para indicar se a poluição é recente ou ligeiramente antiga. Os *S. bovis* e *S. equinus* indicam poluição recente. Os estreptococos fecais em piscinas foram propostos por apresentarem maior tolerância ao cloro que os coliformes. Nesses ambientes são utilizados como indicadores adicionais de polução fecal e como indicadores da eficiência do tratamento.

1.11- *Staphylococcus* spp

A determinação de bactérias de poluição fecal como ûnicos indicadores em águas recreacionais de contato primário, tem sido questionada por vários pesquisadores, os quais con

sideram que as bactérias causadoras de infecções de olhos, nariz, garganta, ouvidos e pele são mais importantes neste tipo de água (FAVERO, *et alii*, 1964, ROBINSON & MOOD, 1966).

Já em 1951 foi considerado que outros microrganismos, além de coliformes, deveriam ser utilizados como indicadores em piscinas (KEIRN & PUTMAN, 1968).

FAVERO *et alii* (1964) observaram que os níveis de cloro necessários para eliminar coliformes também eliminavam outras bactérias entéricas, tais como *Salmonelas* spp e *Shigella* spp. Contudo não houve evidências de que os estafilococos, enterococos e vírus eram igualmente susceptíveis.

CRONE & TEE (1974), citam que em 1953, o Public Health Laboratory Service Water Subcommittee, considerou os estafilococos como indicadores não adequados por serem altamente resistentes ao cloro. No entanto ROBINSON & MOOD (1966) observaram que o isolamento de estafilococos era mais consistente e em número mais elevado que outras bactérias e que eram detectados em piscinas onde os coliformes estavam ausentes.

Os estafilococos são cocos Gram positivos de 1 μ m de diâmetro, que se dividem em cachos. O grupo abrange numerosas espécies, destacando-se, *Staphylococcus aureus* e *S. epidermidis*. Estas duas espécies são comensais da pele e nariz de indivíduos sadios. A porcentagem de portadores é de 40% para o primeiro e de aproximadamente 100% para o segundo (TRABULSI, 1986).

O *S. aureus* é um agente comum de infecções piogênicas,

que se localiza na pele ou em regiões mais profundas. Na pele, causa foliculites e abscessos nas zonas profundas, osteomielites, bacteremias, endocardites e pneumonias. A maioria destas bactérias são portadoras de resistência a múltiplos antibióticos. Algumas linhagens são capsuladas, o que os torna mais resistentes ao cloro.

S. aureus produz numerosas enzimas extracelulares, e dentre elas, a coagulase é própria da espécie e se utiliza para sua identificação.

Por serem patogênicos potenciais é importante sua detecção em águas recreacionais. Por apresentarem maior resistência ao cloro que as bactérias indicadoras tradicionais, são mais adequados na avaliação da eficiência da desinfecção em piscinas.

1.12- *Pseudomonas aeruginosa*

P. aeruginosa é um bastonete Gram negativo, aeróbio, não esporulado de 2,0 x 0,5µm. Cresce em meios de cultura comuns e é fácil de isolar e quantificar.

É um patógeno oportunista que habita o solo, vegetais e águas naturais. Pode ser encontrado na pele, garganta e fezes de indivíduos sadios. Segundo alguns autores, o número de portadores sadios varia de 3 a 5% (TRABUCI, 1986). Outros consideram que a porcentagem de portadores em fezes alcança valores de 12% (SUTTER *et alii*, 1967, citado por

WHEATTER *et alii*, 1980).

P. aeruginosa são agentes etiológicos de infecções de feridas, dos aparelhos respiratórios e urinário, da pele e do ouvido externo. Estas propriedades, junto com uma maior resistência ao cloro que os coliformes, tornam *P. aeruginosa* um indicador adequado para piscinas. Foram também sugeridos como indicadores de poluição fecal (CABELLI *et alii*, 1976). No entanto o número encontrado em fezes é baixo, aproximadamente de 50 bactérias por grama. Provavelmente não crescem no intestino de pessoas sadias, e alguns pesquisadores consideram que as isoladas de fezes são sobreviventes das ingeridas previamente (FEACHEN *et alii*, 1983).

A maior resistência ao cloro estaria associada à produção de substâncias mucilaginosas extracelulares, que rodeiam a bactéria exercendo uma ação protetora. Essa substância viscosa também favorece a adesão da bactéria às superfícies, formando parte do denominado "limo das piscinas" (CHAVES, 1984; HIGHSMITH *et alii*, 1985; SEYFRED & FRASER, 1980).

Atualmente, sua presença em água é considerada perigosa à saúde. Foi sugerido que os padrões de água para consumo humano e natação incluam a determinação de *P. aeruginosa* (FITZGERALD & DERVARTANIAN, 1969).

1.13- Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas

As bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, cons

tituem um grupo heterogêneo de bactérias aeróbias e anaeróbio-facultativas, que utilizam carbono orgânico no seu metabolismo e crescem em meios de cultura comuns a temperaturas entre 20 e 40°C.

Os gêneros mais abundantes em águas naturais são *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Spirillum*, *Bacillus*, *Aerobacter* e *Corynebacterium* (GELDREICH, 1973, citado por CHAVES, 1984). Em águas poluídas, além das anteriores, fazem parte do grupo as bactérias intestinais, da pele e das mucosas (LeCHEVALLIER *et alii*, 1980).

Sua determinação é feita pela contagem padrão em placas. Cada gênero, e inclusive cada espécie de bactéria apresenta exigências próprias de nutrientes e de temperatura de desenvolvimento. Isto faz com que a técnica de contagem padrão apresente deficiências, porque é impossível recuperar todas as bactérias presentes na massa de água com um único meio de cultura a uma única temperatura de incubação. Também a quantificação não é exata pois as bactérias ocorrem em pares, em cadeias e em cachos. Contudo o método tem o valor de ser rápido, simples e econômico e fornece a densidade aproximada das bactérias presentes (STANDARD METHODS, 1985).

Um aumento súbito da contagem padrão permite concluir que houve contaminação, principalmente em águas não poluídas. Nas estações de tratamento de águas são valiosos indicadores de deficiência no tratamento ou na desinfecção ou em ambos. Também são indicadores importantes de contaminação no siste

ma de distribuição de água potável.

Seu uso como indicador em piscinas é controvertido. Alguns pesquisadores (FAVERO *et alii*, 1964), consideram que fornecem pouca informação, desde que não é possível diferenciar se números elevados devem-se à reprodução no próprio corpo de água ou à introdução de microrganismos provenientes de homens e animais. Outros (LeCHEVALLIER *et alii*, 1980), acham que números elevados são indicativos de condições sanitárias deficientes.

Em piscinas sua determinação é recomendada para avaliar as condições higiênicas da água e a eficiência do tratamento. Os padrões para este tipo de água estabelecem que seu número deve ser inferior a 200 por mililitro, o qual é o mesmo índice aplicado para água potável.

Foi sugerido que números elevados, geralmente maiores que 1000 bactérias facultativas heterótrofas mesófilas por mililitro, podem alterar o número de coliformes, através da produção de substâncias tóxicas e por competição. Além do mais, números altos representam risco à saúde, alteram a qualidade da água pela produção de sabor e odor desagradáveis e favorecem a formação de limo.

Considerando a crescente importância dos locais de banho, públicos e privados nas atividades recreacionais e esportivas em nossa região e tendo em vista que não existe regulamentação local para o controle sanitário destes centros recreacionais, o presente trabalho tem por objetivos:

a) estudar os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos em piscinas públicas e privadas, para adultos e para crianças dos municípios de Campina Grande e Boqueirão;

b) analisar os fatores que contribuem para a deterioração de suas águas;

c) sugerir critérios para aplicação local de padrões sanitários;

d) avaliar as técnicas de coleta de amostras para análises bacteriológicas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Locais de Coleta

Foram amostradas seis piscinas para adultos e cinco infantis, pertencentes a seis clubes particulares situados na cidade de Campina Grande e no distrito de Santa Terezinha, uma piscina pública pertencente a um hotel no município de Boqueirão e duas piscinas públicas pertencentes a um balneário do mesmo município.

Estes quatorze locais de banho estão situados no estado da Paraíba e constituem as principais áreas de recreação aquática utilizadas pela população de Campina Grande e cidades vizinhas, nos meses mais quentes do ano. O distrito de Santa Terezinha e o município de Boqueirão distam aproximadamente 8 e 42 quilômetros respectivamente da cidade de Campina Grande.

Para a classificação das piscinas dos clubes da cidade de Campina Grande e a do distrito de Santa Terezinha, tomou-se como referência a Norma Técnica Especial (NTE), aprovada pelo Decreto 13.166 de 23/01/1979 do Estado de São Paulo e o Manual "PISCINAS DE USO COLETIVO" (1968). Todas elas foram classificadas como sendo:

quanto ao uso.

- piscinas de uso coletivo restrito (utilizadas por grup

pos restritos, tais como membros de clubes).

quanto ao processo de manutenção da qualidade da água.

- piscinas de recirculação e tratamento (com sistemas de recirculação e tratamento obrigatório).

quanto à finalidade.

- piscinas mistas (destinadas a competições esportivas e recreação, com exceção das piscinas infantis que são exclusivamente de recreação).

quanto à temperatura da água.

- piscinas de água natural (sem sistema de aquecimento).

quanto à cobertura.

- piscinas externas (construídas ao ar livre).

O quadro III, mostra a origem da água de alimentação para essas piscinas. O quadro IV, apresenta aspectos relativos ao tratamento das mesmas e a capacidade de cada uma.

A piscina do hotel tem 140 m^3 de capacidade, é do tipo "encher e esvaziar" e recebe água do Açude Epitácio Pessoa, da cidade de Boqueirão, a qual é captada através de bomba a uma profundidade de aproximadamente 30cm e é substituída a cada 48 horas.

O balneário é constituído por duas piscinas artificiais de passagem. A primeira, recebe águas do mesmo açude através de uma tubulação de ferro, na forma de jato, a uma altura aproximada de 2 metros. O ponto de captação está localizado a aproximadamente 55 metros de profundidade do açude, quando

Quadro III - Origem da água de alimentação das piscinas de clubes.

Piscinas		Origem da água		
PA1	e PI1	ETA	-	RD 5
PA2	e PI2	ETA	-	RD 9
PA3	e PI3	Tanque de reaproveitamento		
PA4	e PI4	ETA	-	RD 15
	PA5	ETA	-	RD 5
PA6	e PI6	ETA	-	RD 9

ETA - Estação de Tratamento de Água.

RD - Reservatório de Distribuição.

PA - piscinas para adultos

PI - piscinas infantis

FONTE: Comunicação pessoal do Chefe da Divisão de Operação e Manutenção da CAGEPA.

Quadro IV - Capacidade das piscinas de clubes e produtos químicos utilizados no tratamento.

Clubes	Capacidade (m ³)		Produtos Químicos	Finalidade
	PA	PI		
1	720	36	Hipoclorito de Sódio Sulfato de Alumínio Carbonato de Sódio	Desinfetante Coagulante Correção do pH
2	650	90	Hipoclorito de Sódio Sulfato de Cobre Pool trat. choque (GENCO)	Desinfetante Algicida
3	750	50	Hipoclorito de Cálcio Sulfato de Alumínio pH mais (GENCO) pH menos (GENCO)	Desinfetante Coagulante Correção do pH Correção do pH
4	640	39	Hipoclorito de Cálcio Sulfato de Alumínio Sulfato de Cobre	Desinfetante Coagulante Algicida
5	610	*	Hipoclorito de Sódio Sulfato de Alumínio Sulfato de Cobre Ácido muriático	Desinfetante Coagulante Algicida Correção do pH
6	459	45	Hipoclorito de Cálcio Sulfato de Alumínio Sulfato de Cobre	Desinfetante Coagulante Algicida

(*) Não possui piscina infantil.

PA - piscinas para adultos

PI - piscinas infantis.

este está a nível máximo. A água extravasa da primeira para a segunda e desta sai em forma de cascata para um riacho afluente do rio Paraíba. As piscinas B1 e B2 têm capacidade de 30 e 400 m³ respectivamente.

O quadro V, apresenta a classificação e origem da água dos locais de banho do município de Boqueirão, com base nas referências adotada para as piscinas dos clubes e nas recomendações da AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1949).

Foi estabelecido com as diretorias dos clubes que as instituições não seriam identificadas. Portanto a nomenclatura adotada foi a de atribuir a cada clube um número arábico (Clube 1, 2, 3, 4, 5 e 6) e às piscinas as siglas PA (piscina para adultos) e PI (piscina infantil) seguidas de número do clube correspondente. Desta forma, PA1 e PI1 significam, respectivamente, piscina para adultos do clube 1 e piscina infantil do clube 1. A piscina do hotel foi denominada PHO e as piscinas que constituem o balneário foram denominadas B1 (que recebe água do jato) e B2 (que recebe a água extravasada de B1).

2.2 - Frequência de Amostragem

Foram realizadas um total de 69 visitas para coleta de amostras nos diferentes locais de banho: sendo 10 ao clube 1; 9 ao clube 2; 8 aos clubes 3, 4, 5 e 6; 7 à piscina do hotel; 7 ao balneário e 4 ao açude que alimenta a piscina do hotel e o balneário.

Quadro V - Classificação dos locais de banho do município de Boqueirão, PB e origem da água de alimentação.

Piscinas	Uso	Processo de manutenção da qualidade da água	Finalidade	Temperatura da água	Cobertura	Origem da água
PHO	Público (a)	encher e esvaziar (b)	Recreação (d)	Natural (e)	Externa (f)	Manancial Epitácio Pessoa (30cm da superf)
B1	Público	passagem (c)	Recreação	Natural	Externa	Manancial Epitácio Pessoa (35 m da superf)
B2	Público	passagem	Recreação	Natural	Externa	Extravasada de B1

- (a) Público : piscinas utilizadas pelo público em geral.
 (b) Encher e esvaziar : piscinas alimentadas com água de boa qualidade que é substituída completamente em intervalos periódicos.
 (c) Passagem : piscinas onde a limpeza deve ser mantida pela circulação da água através de uma fonte improvisada e com extravasamento.
 (d) Recreação : piscinas utilizadas unicamente para recreação.
 (e) Natural : piscinas com água a temperatura natural (sem sistema de aquecimento).
 (f) Externa : piscinas construídas ao ar livre.

FONTES:-Decreto nº 13.166, de 23 de Janeiro de 1979, São Paulo.
 -Manual Piscinas de Uso Coletivo (1968), São Paulo.
 -American Public Health Association (1949).

A frequência de amostragem foi pelo menos duas vezes por mês para cada local de banho, durante o período de Julho a Dezembro de 1987.

Foi coletado um total de 282 amostras das quais 121 foram para análises físico-químicas e 161 para análises bacteriológicas. As coletas para análises bacteriológicas foram, em 49 ocasiões, simultaneamente a 30cm da superfície e da coluna de água até 1 metro de profundidade, com a finalidade de se avaliar comparativamente a carga bacteriana presente nos dois tipos de amostras.

As amostras foram coletadas nos dias e horas de maior frequência de banhistas ou seja aos domingos, no horário de 11:00 às 13:30 horas.

No momento da coleta, foi registrado o número de banhistas presentes dentro das piscinas. Também foi observado se os sistemas de recirculação e filtração estavam em funcionamento.

2.3 - Metodologia para Coleta de Amostras

2.3.1 - Análises físico-químicas

Foram utilizados frascos de vidro, limpos, de boca larga com 500ml de capacidade.

As coletas foram feitas a aproximadamente 30cm de profundidade.

2.3.2 - Exames bacteriológicos

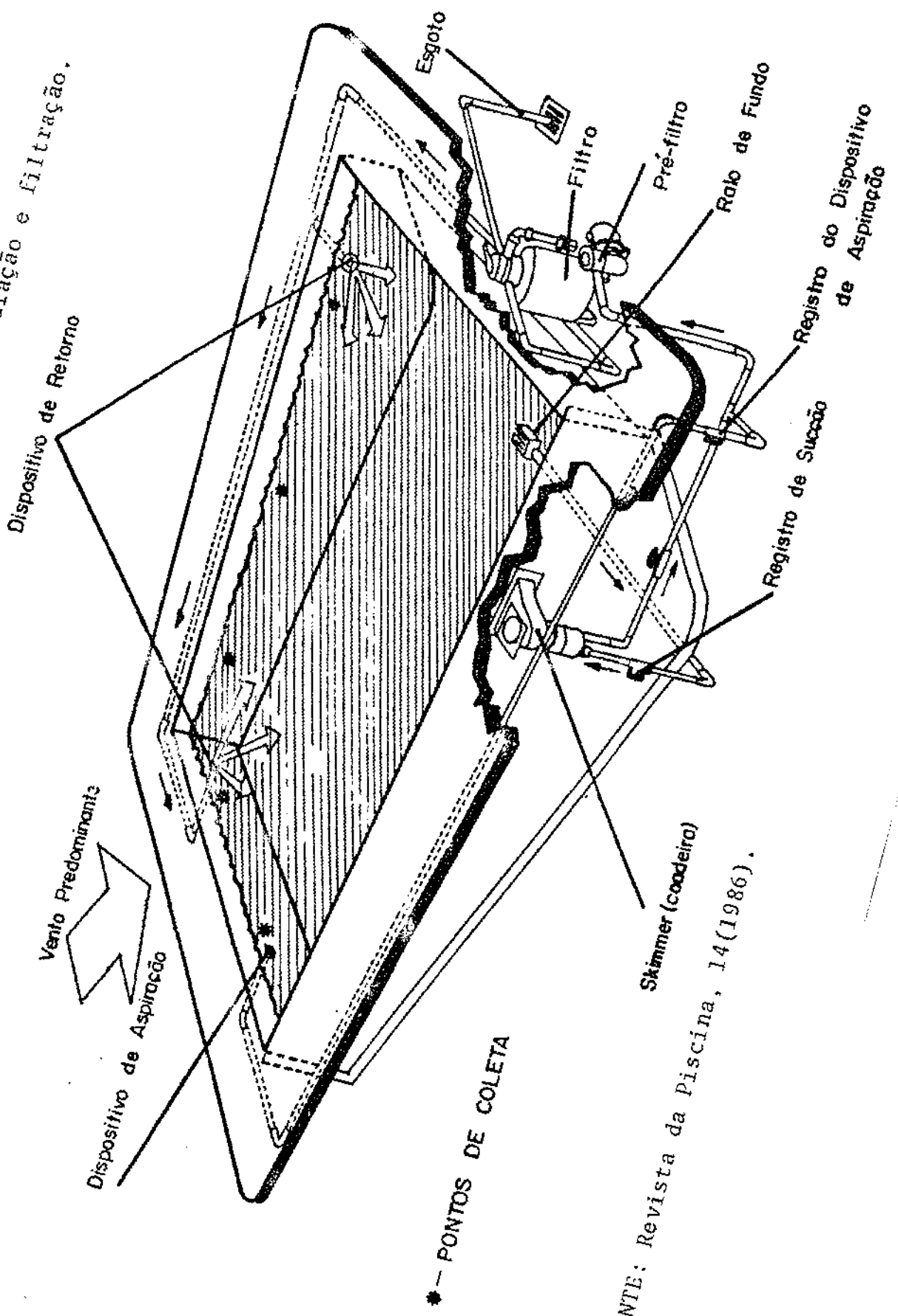
As características bacteriológicas de águas recreacionais apresentam variações apreciáveis para diferentes pontos de coleta no mesmo local de banho. Com a finalidade de diminuir esta diferença e obter uma amostra mais representativa da massa de água, o procedimento utilizado para a coleta foi o seguinte: ao redor do perímetro das piscinas e do balneário foram definidos 10 pontos de coleta, como se apresenta nas figuras IV e V. As amostras coletadas individualmente foram misturadas, obtendo-se uma amostra composta.

A figura IV, apresenta o esquema de uma piscina com sistema de recirculação e filtração, onde foram marcados os pontos de coleta. A figura V apresenta um esquema do balneário onde se detalham as duas piscinas B1 e B2 e os pontos de coleta.

2.3.2.1 - Amostragem a 30cm da superfície

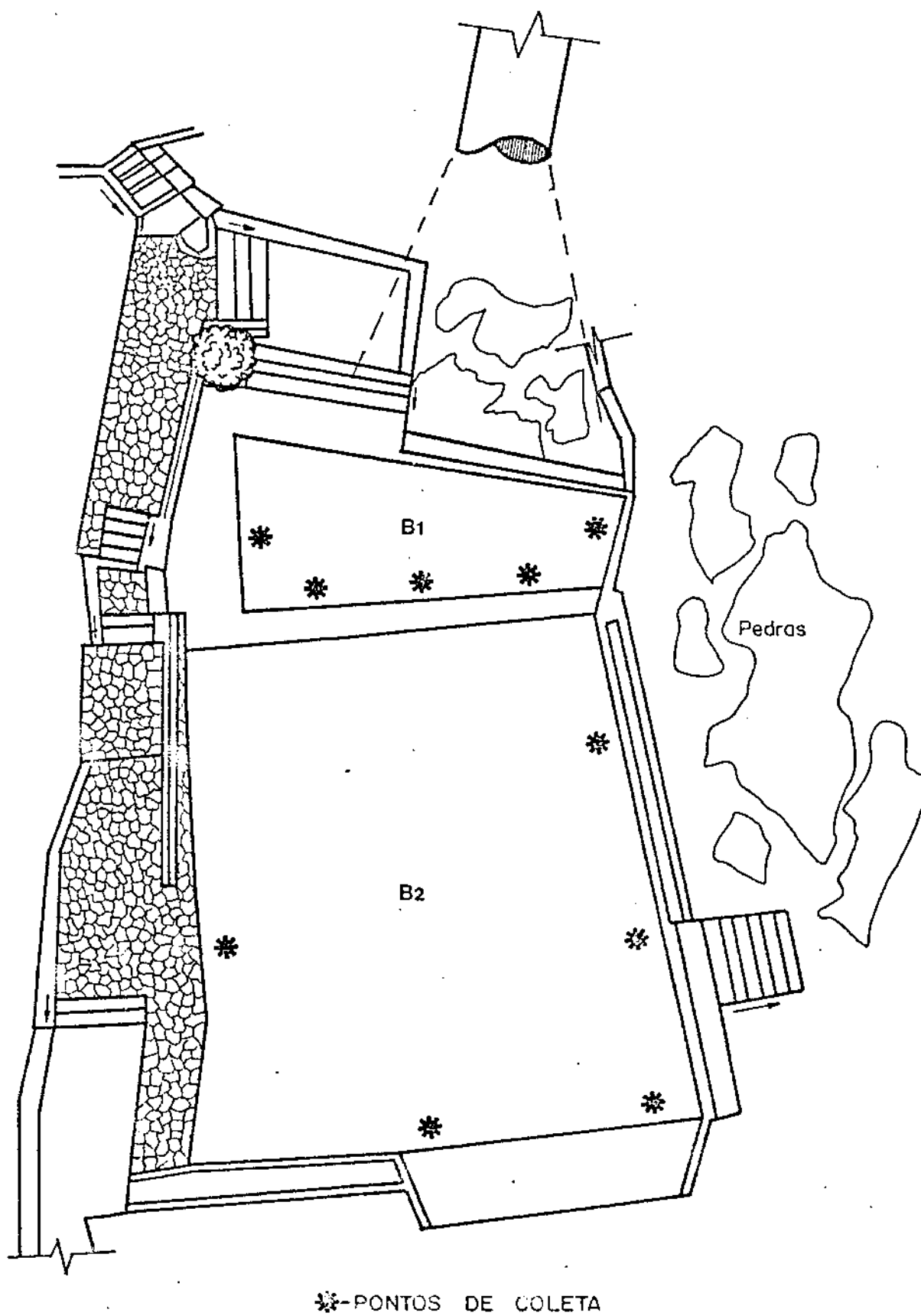
O procedimento utilizado seguiu, em linhas gerais, as indicações do STANDARD METHODS, (1985). Frascos de vidro com boca larga esterilizados, de aproximadamente 500mℓ, foram mergulhados invertidos até 30cm abaixo do filme superficial (tomando-se como referencial 2 pedras de azulejo do revestimento da piscina) e cheios a esse nível. Esse volume de água era transferido imediatamente e com

Figura IV - Esquema de uma piscina com sistema de recirculação e filtração.



FONTE: Revista da Piscina, 14(1986).

Figura V - Esquema do balneário do município de Boqueirão Paraíba.



cuidados de assepsia, para garrações escuros de 5 litros esterilizados contendo 5 ml de solução tiosulfato de sódio 10%. A operação foi repetida nos 10 pontos ao redor da piscina, obtendo-se assim uma amostra composta para análises. Esta metodologia foi utilizada nas piscinas para adultos e infantis.

2.3.2.2 - Amostragem da coluna de água

Foi utilizado um amostrador de coluna, construído em PVC com 1,50m de comprimento e 5cm de diâmetro, com fundo móvel, provido de mola e cabo de aço para permitir que o fundo fosse fechado após a coleta.

A esterilização do amostrador foi feita com álcool etílico 96^o. O amostrador era enchido com álcool 24 horas antes da coleta, posteriormente esvaziado e deixado secar coberto com papel metálico. Periodicamente foram feitos testes de esterilidade. Após esterilização com álcool etílico, o amostrador era cheio com água destilada estéril e nessa água procedia-se a contagem de bactérias facultativas heterotróficas mesófilas e coliformes fecais. Todos os ensaios realizados foram negativos para as bactérias testadas, mostrando a eficácia do método de esterilização. No momento do seu uso, o amostrador era enxaguado várias vezes com a água da piscina a ser amostrada.

As amostras de coluna foram tomadas nos 10 pontos já definidos para cada local de banho. O amostrador, com o fun

do aberto, era mergulhado lentamente até 1 metro e nesta profundidade a base era fechada com auxílio do cabo de aço. Imediatamente a água coletada era transferida para um garrafão escuro de 5 litros, esterilizado e com 5 mL de tio sulfato de sódio 10%.

As coletas de coluna não foram feitas nas piscinas infantis, porque as mesmas tem uma profundidade média de 60cm.

2.4 - Preservação das Amostras

As amostras eram acondicionadas em caixas de isopor com gelo, a uma temperatura inferior a 10°C. Imediatamente após a coleta eram levadas ao laboratório e conservadas em geladeira até seu processamento. O tempo entre coleta e processamento não excedeu 4 horas.

2.5 - Determinação dos Parâmetros Físico-Químicos

Foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura, pH, turbidez, transparência, visibilidade, cloro residual livre e combinado, cloretos, dureza e alcalinidade total. Todas as determinações foram feitas em duplicata.

2.5.1 - Temperatura

As medidas de temperatura foram efetuadas diretamente na massa de água com um termômetro de mercúrio, marca INCOTERM, de escala - 30 a +50°C, protegido com uma tela metálica.

2.5.2 - pH - Potencial hidrogeniônico

O pH, foi medido com um potenciômetro PYE UNICAM, modelo PW 9418/30 provido de eletrodo combinado marca PYE UNICAM.

2.5.3 - Turbidez

As leituras de turbidez foram efetuadas com um turbidímetro marca HACH, modelo 2100A, empregando-se as escalas 1 e 10 NTU e padrões de 0,61 e 10 NTU, respectivamente.

2.5.4 - Transparência

As leituras de transparência foram feitas tomando-se como referência a visibilidade de azulejos negros colocados na parte mais funda das piscinas. Quando estes não estavam presentes, as juntas dos azulejos serviram de referência.

A transparência foi classificada em: + (transparência positiva ou total, quando se observavam nitidamente detalhes

da parte mais funda da piscina); \perp (transparência média, quando a parte mais funda era vista turva); - (transparência negativa ou ausente, quando não era possível visualizar a parte mais funda da piscina).

2.5.5 - Visibilidade

Na piscina do hotel e nas do balneário, foram feitas observações da visibilidade da massa de água até 1 metro de profundidade segundo recomendações da Portaria 536 de 07/12/1976. O critério utilizado foi o de observar a base do amostrador de coluna, quando este era mergulhado até 1 metro de profundidade.

2.5.6 - Cloro residual livre e combinado

Foi empregado o método colorimétrico, e como indicador o reagente ortotoluidina. A leitura foi feita com um medidor de cloro marca HACH, modelo CN-62, com disco comparador de cor marca HELLIGE.

A medição de cloro foi feita no local da coleta, sendo que o cloro residual livre foi lido nos 5 segundos posteriores à adição de 2 gotas do indicador a 10 ml da amostra. Após os 5 segundos, foi feita a leitura do cloro combinado.

2.5.7 - Cloretos, dureza, alcalinidade total

As determinações de cloreto, dureza e alcalinidade total, foram realizadas seguindo-se as recomendações do STANDARD METHODS (1985). Sendo que, para cloretos o método utilizado foi o argentométrico de Mohr; para dureza, o titulométrico de EDTA e para alcalinidade total, o método potenciométrico.

2.6 - Determinação dos Indicadores Bacteriológicos

Foram quantificadas as seguintes bactérias indicadoras: coliformes fecais, estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp, *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas.

As determinações bacteriológicas foram feitas em duplicata.

Antes de se procederem as determinações, as amostras eram homogeneizadas, por meio de agitações repetidas dos garrafões.

Para a quantificação de coliformes fecais, estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp e *P. aeruginosa* foi utilizada a técnica de filtração em membrana, obedecendo recomendações do STANDARD METHODS, (1985), com algumas modificações descritas nos itens 2.6.1 e 2.6.2.

O equipamento de filtração usado foi de MILLIPORE,

tipo "STERIFIL", com membrana de acetato de celulose tipo HAWG-047 SO, de 47nm de diâmetro e poros de 0,45µm.

Para a contagem das colônias desenvolvidas nas superfícies das membranas, foi utilizada uma lupa binocular com aumento de 20 vezes. Os resultados foram expressos em número de bactérias por 100 ml de amostra.

Após a contagem, 2 ou 3 colônias de cada uma das bactérias indicadoras eram submetidas à coloração de Gram e posterior observação ao microscópio.

A figura VI apresenta o esquema de trabalho aplicado nas determinações bacteriológicas.

2.6.1 - Coliformes fecais - Quantificação

A figura VII, apresenta o esquema da técnica de quantificação de coliformes fecais.

O meio de cultura usado foi Membrane Lauryl Sulphate Broth (Oxoid), preparado segundo indicações dos fabricantes.

A incubação foi feita a 44,5°C durante 24 horas. Foram contadas as colônias amarelas.

2.6.1.1 - Testes de confirmação

A presença de coliformes fecais foi confirmada com testes adicionais ou seja, aproximadamente 5 colônias de cada membrana foram transferidas a Agar de MacConkey

Figura VI - Esquema da metodologia das análises bacteriológicas.

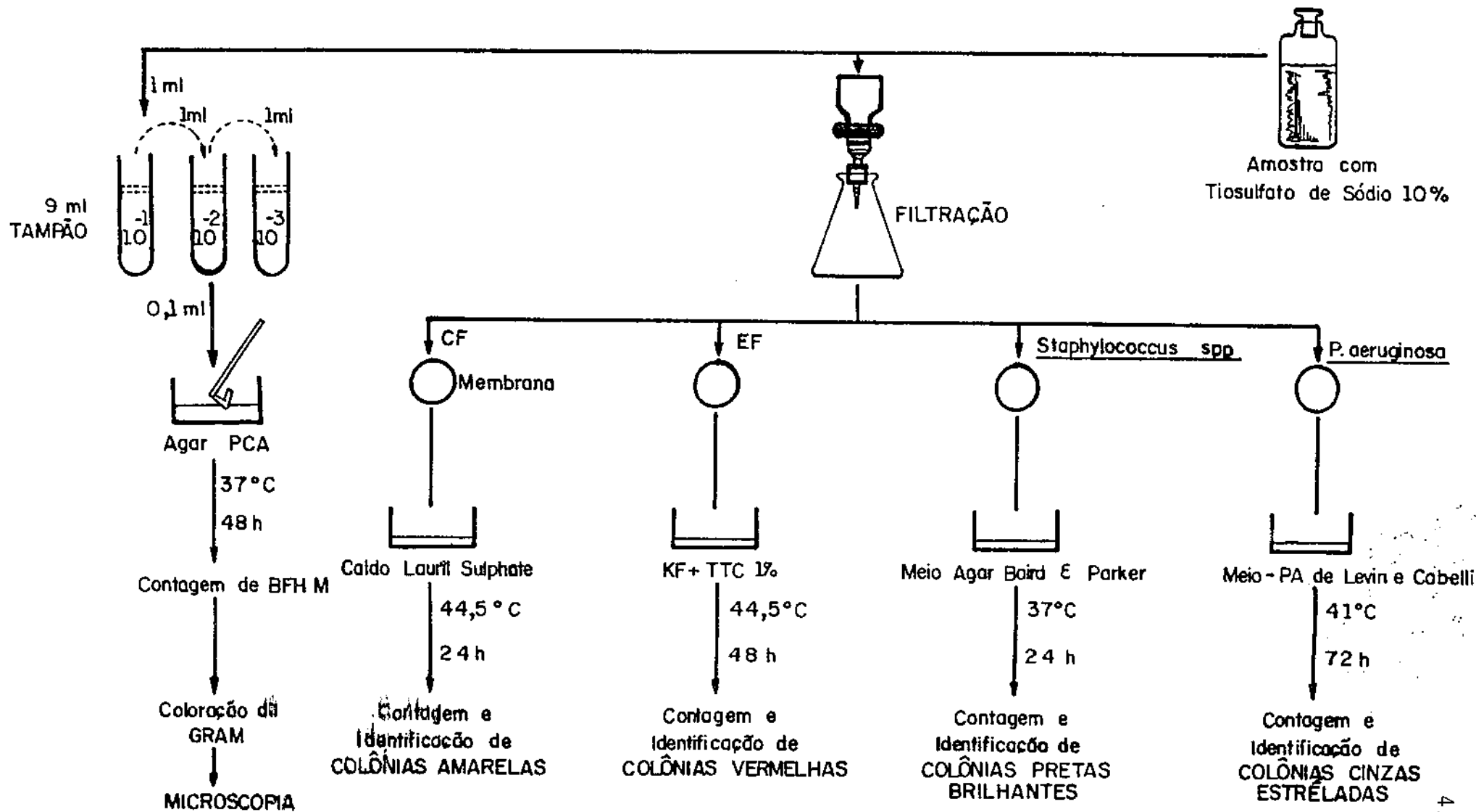
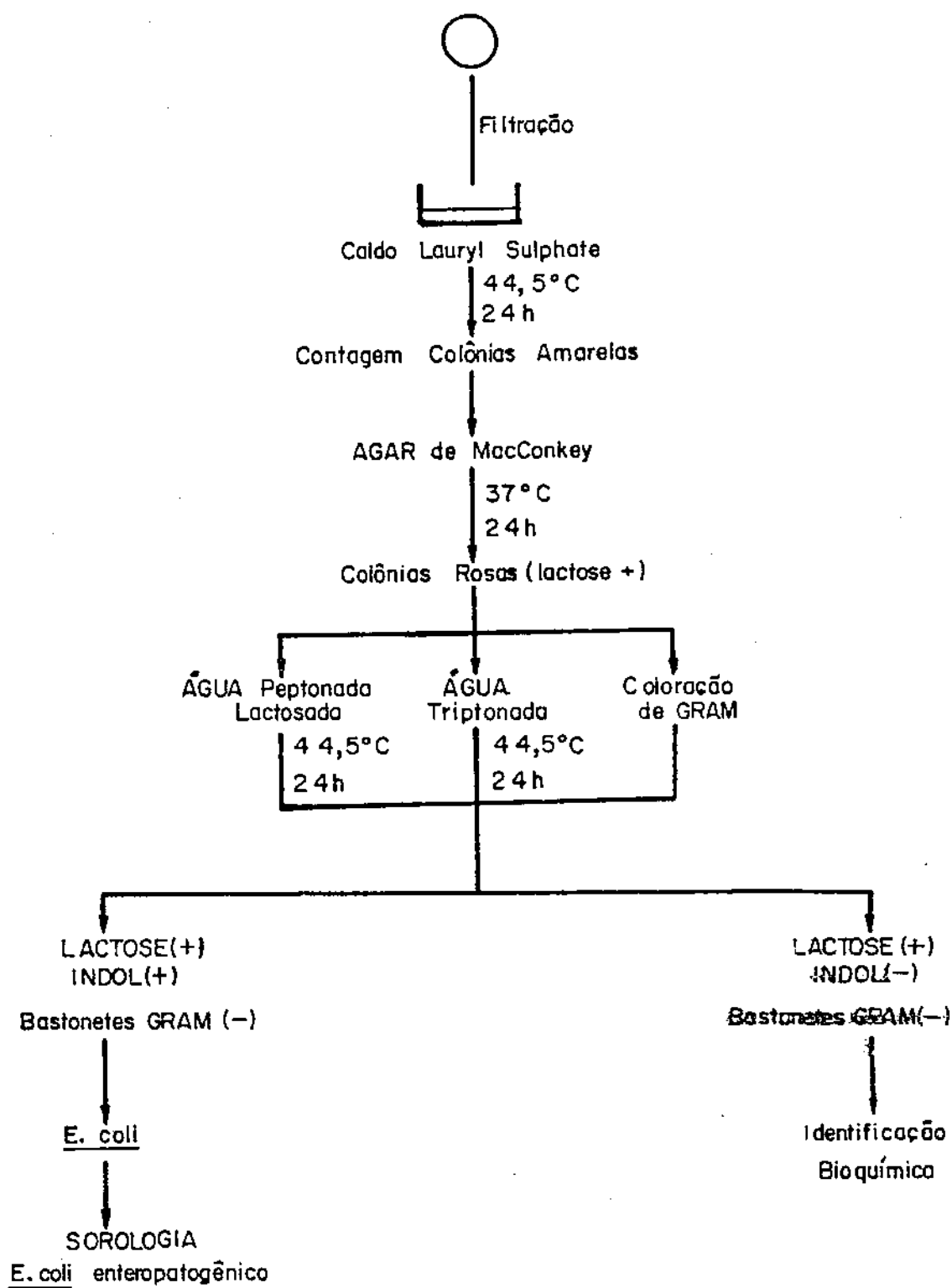


Figura VII- Esquema da técnica de quantificação de coliformes fecais.



e incubadas a 37°C durante 24 horas. Para isto as placas do meio de MacConkey, foram divididas em 8 partes, as quais foram numeradas. Em cada uma dessas partes repicou-se uma colônia amarela, crescida na membrana. Após incubação as colônias fermentadoras de lactose (colônias de cor rosa) foram testadas para fermentação de lactose e produção de indol a 44,5°C durante 24 horas. Também foi feita coloração de Gram de esfregaços de cultura e a observação microscópica dos mesmos.

2.6.1.1.1 - Testes de fermentação da lactose.

Foi utilizado o meio Água Lactosada e Peptonada (peptona 5,0g; lactose 10g; NaCl 5,0g; solução vermelho fenol 0,25% 2,5 ml; água destilada 1,0 litro. O meio era distribuído em tubos de ensaio contendo tubos de Durham invertidos e esterilizados a 121°C durante 15 minutos).

Com alça de níquel - cromo estéril, parte de uma colônia isolada foi transferida a um tubo com água lactosada e peptonada. Após incubação a 44,5°C durante 24 horas, a fermentação da lactose foi lida pela presença de turbidez no meio e pela viragem de cor do mesmo, de rosa a amarelo. A produção do gás foi observada pela presença de bolhas no interior do tubo de Durham.

2.6.1.1.2 - Teste de produção de indol.

Uma pequena porção da mesma colônia foi transferida a um tubo contendo água triptonada (triptona 20g; NaCl 5,0g; água destilada 1,0 litro. O meio era distribuído em tubos de ensaio e esterilizado a 121°C durante 15 minutos). A incubação foi a 44,5°C durante 24 horas. Para a leitura, foram adicionados 0,5 ml do reagente de Kovacs (paradimetilbenzenoaldeído 5,0g; álcool amílico 75 ml; HCl 25 ml). A formação de um halo vermelho, indicou a produção de indol.

2.6.1.1.3 - Coloração de Gram

A coloração de Gram foi feita seguindo as recomendações do STANDARD METHODS (1985).

Foram consideradas *Escherichia coli* (*E. coli*), as bactérias em forma de bastonetes Gram negativas, lactose positivas a 44,5°C com ou sem produção de gás e indol positivo à mesma temperatura.

As colônias lactose positivas e indol negativas, foram submetidas a testes bioquímicos para sua identificação. Estes testes foram: fermentação de inositol, produção de urease, utilização de citrato e teste de motilidade.

2.6.1.1.4 - Teste de fermentação de inositol.

Com agulha bacteriológica, parte da colônia foi inoculada em tubos de ensaio contendo meio de inositol (peptona 0,5g; NaCl 0,5g; inositol 1,0g; vermelho fenol 0,0018g; água destilada 100ml. O meio foi distribuído em tubos de ensaio e esterilizado a 121°C durante 10 minutos. O pH final deve ser 7,2). A incubação foi a 37°C, durante 24 horas. As colônias fermentadoras de inositol produzem viragem da cor do meio de rosa a amarelo.

2.6.1.1.5 - Teste de produção de urease.

Parte da colônia anterior, foi inoculada com agulha bacteriológica no meio com ureia (peptona 1,0g; glicose 1,0g; Na₂HPO₄ 1,2g; KH₂PO₄ 0,8g; vermelho fenol 4,0mg; NaCl 5,0g; água destilada 100ml. Após esterilização a 121°C durante 15 minutos, foi adicionado, assepticamente, 5,0 ml de solução de uréia 40% e esterilizada por filtração. O meio foi distribuído em tubos de ensaio estéreis). Após incubação a 37°C durante 24 horas a leitura foi feita. As bactérias produtoras de urease, causam a viragem de cor do meio de rosa suave para rosa choque.

2.6.1.1.6 - Teste de utilização de citrato.

Foi utilizado o meio de Agar citrato de Simons (Merck), preparado segundo as especificações dos fabricantes e distribuído em tubos de ensaio. Após esterilização a 121°C durante 15 minutos o meio foi deixado solidificar e colocado em posição inclinada. A inoculação foi feita com agulha bacteriológica na superfície inclinada do meio. São utilizadoras de citrato as bactérias que produzem mudança de cor verde, do meio, para azul, após incubação a 37°C durante 24 horas.

2.6.1.1.7 - Teste de motilidade

A colônia em teste foi inoculada em tubos de ensaio contendo o meio para motilidade (extrato de carne 0,3g; peptona 1,0g; NaCl 0,6g; Agar bacteriológico 0,3g; água destilada 100 ml e esterilizado a 121°C, durante 15 minutos; o pH final é 7,3). A inoculação foi feita com agulha bacteriológica, com o cuidado de fazer uma picada central até o fundo do tubo. Após 24 horas de incubação a 37°C a leitura foi feita. As bactérias imóveis crescem apenas ao longo da zona de inoculação, enquanto que as móveis se deslocam em todo o meio produzindo turbidez.

A identificação das bactérias a nível de gênero (exceto para *E. coli*) foi feita de acordo

com o quadro VI.

Quadro VI - Características bioquímicas de bactérias coli formes.

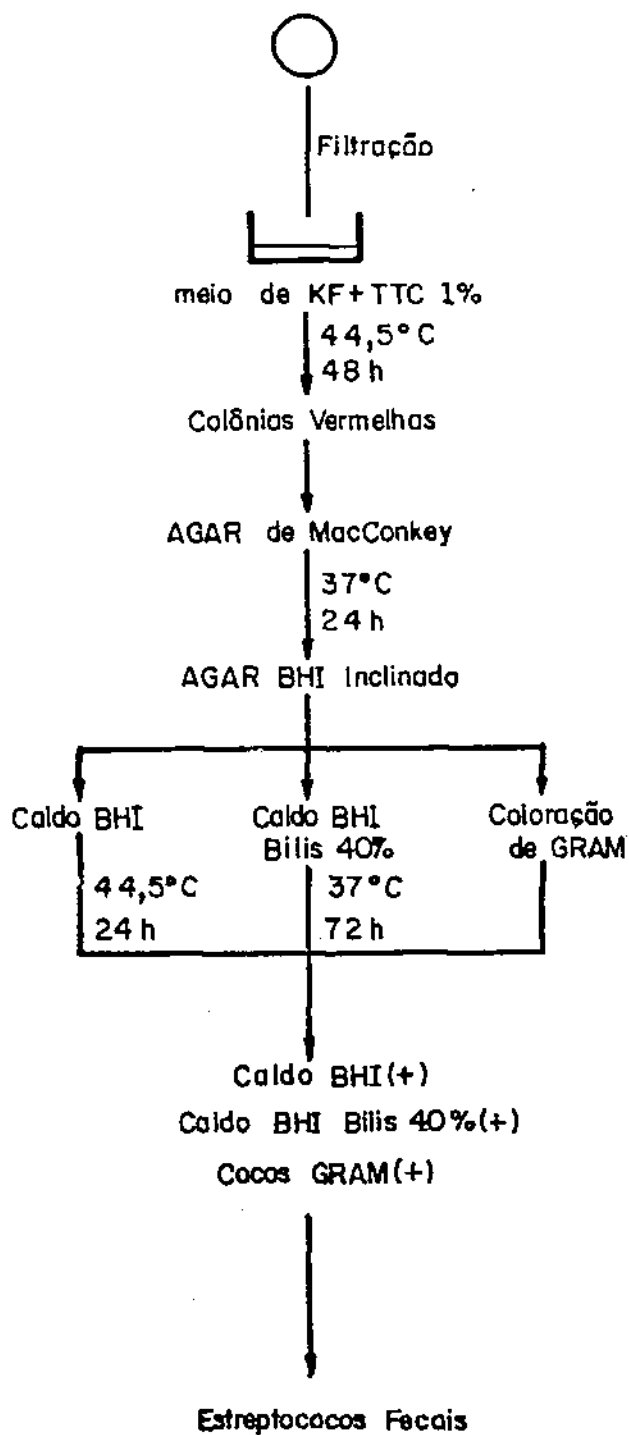
Testes	Bactérias			
	<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella</i> spp	<i>Citrobacter</i> spp	<i>Enterobacter</i> spp
Fermentação da lactose (37°C-MacConkey)	+	+	+	+
Fermentação da lactose (44,5°C)	+	-	-	-
Produção de gás (44,5°C)	+ ou -	-	-	+
Produção de indol (44,5°C)	+	-	-	-
Fermentação de inositol	-	+	-	+ ou -
Produção de urease	-	+	-	-
Utilização de citrato	-	+	+	+
Motilidade	+	-	+	+

2.6.2 - Estreptococos fecais - Quantificação

A figura VIII, mostra o esquema de quantificação de estreptococos fecais.

Foi utilizado o meio de cultura Agar KF *Streptococcus*

Figura VIII- Esquema da técnica de identificação de estreptococos fecais.



(Oxoid), preparado segundo indicações do fabricante. Após incubação a 44,5°C durante 48 horas, foram contadas as colônias vermelhas e consideradas presuntivamente como estreptococos fecais.

2.6.2.1 - Testes de confirmação

Aproximadamente cinco colônias de cada membrana, foram transferidas a placas com Agar de MacConkey, as quais foram incubadas a 37°C durante 24 horas. Colônias típicas (redondas de aproximadamente 1mm de diâmetro, fermentadoras de lactose) crescidas neste meio foram transferidas a tubos de ensaio contendo Agar BHI (Agar Infusão Cérebro Coração - Merck, preparado segundo as especificações do fabricante e distribuídos em tubos de ensaio. Após esterilização a 121°C, durante 15 minutos o meio foi deixado solidificar, colocando-se os tubos em posição inclinada). A incubação foi a 37°C durante 24 horas. O crescimento obtido nestes tubos foi utilizado para confirmar a presença de estreptococos fecais, através dos testes de crescimento em caldo BHI a 44,5°C, crescimento em BHI caldo - Bilis 40% a 37°C, e coloração de Gram seguida de observação microscópica.

2.6.2.1.1 - a) Crescimento em caldo
do BHI.

A partir da cultura do Agar BHI inclinado, uma alça do crescimento foi transferido a tubos de ensaio com caldo BHI, e incubados a 44,5°C, durante 24 horas.

2.6.2.1.2 - b) Crescimento em BHI
bilis 40%.

Tubos de ensaio com BHI bilis 40% (caldo BHI, preparado segundo as especificações do fabricante e adicionado de uma solução estéril de bilis - Merck, para se obter uma concentração final de 40%) foram inoculados da mesma forma que no ítem anterior e incubados a 37°C durante três dias.

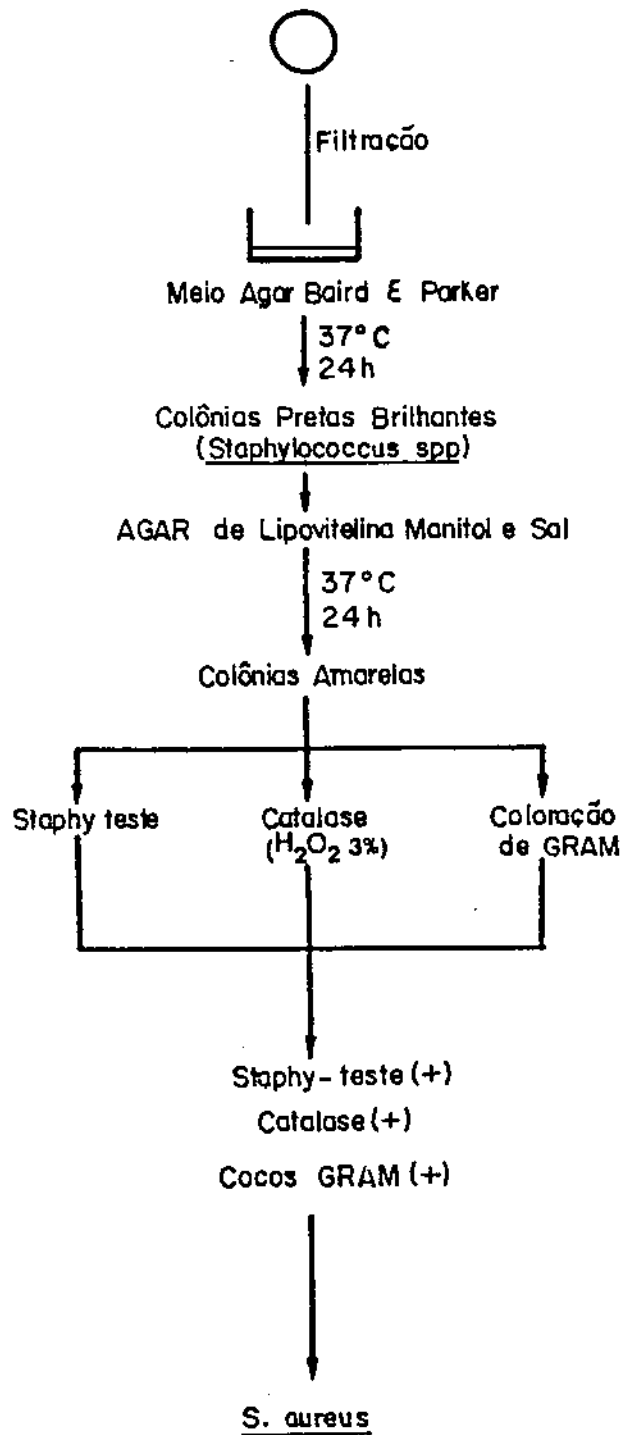
Após a coloração e observação microscópica, os estreptococos fecais foram identificados por crescerem nos dois meios anteriores, causando turbidez e por serem cocos Gram positivos.

2.6.3 - *Staphylococcus* spp - Quantificação

A figura IX mostra o esquema de quantificação de *Staphylococcus* spp e de identificação de *Staphylococcus aureus*.

O meio de cultura empregado foi Agar de Baird-Parker.

Figura IX - Esquema da técnica de quantificação de *Staphylococcus* spp e identificação de *S. aureus*.



(Merck), preparado segundo especificações do fabricante. A temperatura de incubação foi de 37°C durante 24 horas.

2.6.3.1 - Testes para identificação de *S. aureus*.

No meio de Baird-Parker foram contadas as colônias de cor preta brilhante e denominadas *Staphylococcus* spp. Os *S. aureus* foram confirmados com os testes de crescimento em meio Agar-Lipovitelina-Manitol-Sal (ALMS) produção de catalase, Staphy-teste e coloração de Gram, seguida de observação microscópica.

2.6.3.1.1 - a) Crescimento no meio, ALMS.

Aproximadamente 6 a 10 colônias pretas brilhantes foram semeadas no meio Agar-Lipovitelina-Manitol-Sal (extrato de carne 1,0g; polipeptona 10g; NaCl 5,0 g; D-manitol 10g; vermelho fenol 0,025g; Agar bacteriológico 15g; água destilada 1,0 litro. Esterilização a 121°C, durante 15 minutos, pH final 7,4. Após resfriar a 50°C, adiciona-se assepticamente 20 ml de solução tampão gema de ovo) e incubadas a 37°C durante 24 horas. Neste meio os *S. aureus*, desenvolvem colônias de cor amarela ouro rodeadas de halo fosco.

2.6.3.1.2 - b) Produção de Catalase.

Sobre uma lâmina de microscopia limpa e desengordurada com álcool, foi colocada uma gota de H_2O_2 3%. Com um palito esterilizado uma colônia crescida no meio ALMS foi levemente tocada e esse material foi misturado com a gota de H_2O_2 3%. A presença de bolhas indicou a produção da enzima catalase.

2.6.3.1.3 - c) Staphy - Teste

As colônias amarela ouro, no meio ALMS foram submetidas ao Staphy-Teste (PROBAC).

Este teste apresenta correlação de 100% com o teste de coagulase. A coagulase é uma exoenzima produzida pelo *S. aureus* específica da espécie, que causa a coagulação do plasma. A detecção desta enzima serve para a confirmação de *S. aureus*.

A coloração de Gram foi feita com esfregaços das colônias amarelas do meio ALMS, seguida de observação microscópica.

Foram confirmadas como *S. aureus* as bactérias com forma de cocos, Gram positivas, que se desenvolveram no meio ALMS com coloração amarela ouro, rodeadas de halo fosco, positivas no Staphy-Teste e que produziram catalase.

2.6.4 - *Pseudomonas aeruginosa* - Quantificação

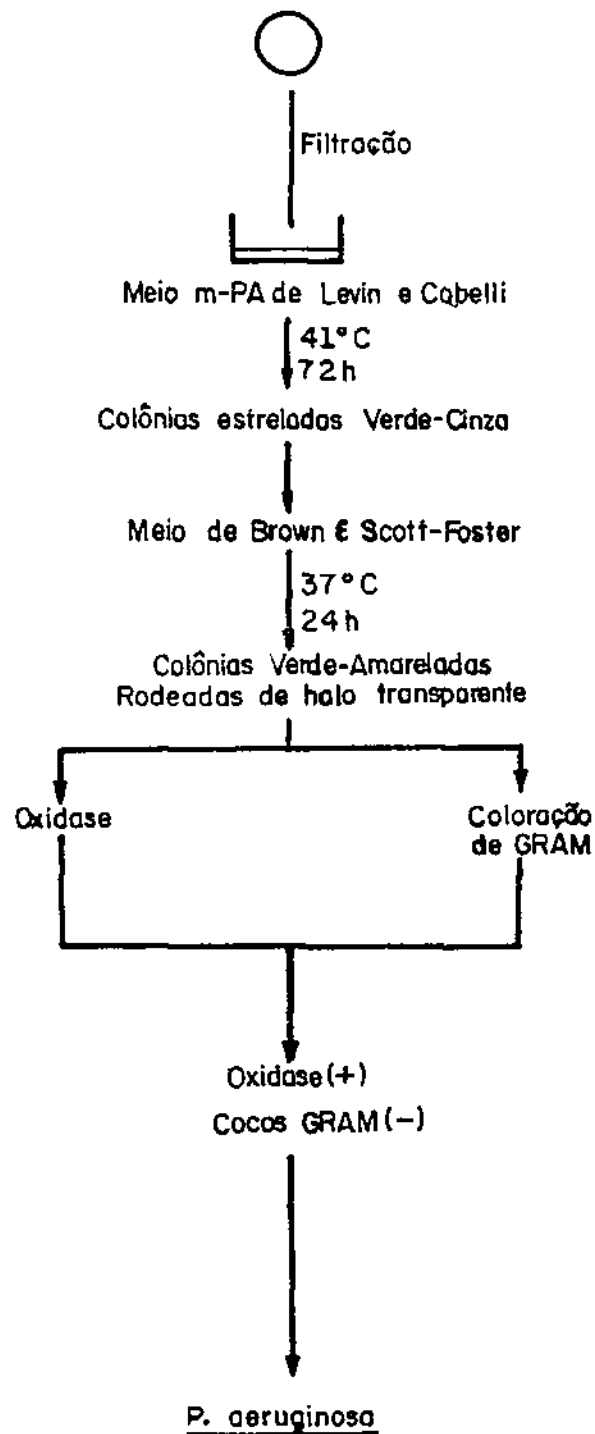
A figura X, apresenta o esquema da técnica de quantificação de *P. aeruginosa*.

Empregou-se o meio m-PA de LEVIN e CABELLI, 1972 (L-lysine 0,5g; NaCl 0,5g; extrato de levedura 0,2g; xilose 0,25g; Na₂S₂O₃ 0,08g; sacarose 0,125g; lactose 0,125g; citrato férrico amoniacal 80 mg; vermelho fenol 8,0 mg; Agar bacteriológico 1,5g; água destilada 100 ml. Esterilização a 121°C, durante 15 minutos. Após resfriar a 60°C, corrigir o pH até 7,2 e adicionar: sulfapiridina 17,6 mg; kanamicina 0,85mg; ácido nalidixico 3,7 mg; cicloheximida 15 mg; cetrimida 0,1g). A incubação foi efetuada a 41°C durante 72 horas. As colônias cinzas esverdeadas e estreladas com centro preto foram consideradas presuntivamente. *P. aeruginosa* e contadas.

2.6.4.1 - Testes de confirmação

As colônias típicas crescidas na membrana foram repicadas no meio Agar leite para se observar a produção de pigmentos e a hidrólise da caseína. Também foram feitos a coloração de Gram, a observação ao microscópio e o teste de produção de oxidase.

Figura X - Esquema da técnica de quantificação de *P. aeruginosa*.



2.6.4.1.1 - Crescimento no meio Agar leite.

O meio Agar leite tem a seguinte composição: meio A- leite instantâneo não gorduroso 100g; água destilada 500ml; meio B- caldo nutriente 12,5g; NaCl 2,5g; Agar bacteriológico 15,0g; água destilada 500ml. Os dois meios são esterilizados separadamente a 121°C, durante 10 minutos e resfriados rapidamente a 55°C. Asepticamente A e B são misturados e distribuídos em placas de Petri.

As placas de Petri com o meio Agar leite, eram divididas em oito partes e em cada uma delas era repicada uma colônia proveniente da membrana de filtração.

Posteriormente as placas foram incubadas a 37°C, durante 24 horas. Neste meio *P. aeruginosa* origina colônias verde-amareladas, rodeadas de halo transparente.

2.6.4.1.2 - Produção de oxidase

Parte da colônia crescida no meio Agar leite, foi colocada sobre tiras de papel de filtro embebidas com o reagente de oxidase (solução aquosa a 1% de oxalato de p-aminodimetilanilina - Difco).

As culturas oxidase positivas produzem uma coloração púrpura nos 15 segundos posteriores ao

contato com o reagente.

Foram confirmadas como *P. aeruginosa*, as colônias que na observação microscópica foram bastonetes Gram negativos, apresentaram pigmentação amarela esverdeada e halo transparente no meio Agar leite e foram positivas no teste de oxidase.

2.6.5 - Bactérias facultativas heterótrofas mesófilas - Quantificação.

O meio utilizado foi Agar Plate Count (Difco) preparado segundo indicações do fabricante e distribuído em placas de Petri. Após secagem da superfície do meio a 45-50°C durante 20 minutos, se procedeu a inoculação do mesmo. Volumes de 0,1 ml de cada amostra e de suas diluições (10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3}), foram plaqueados na superfície do meio com auxílio de uma espátula de Drigalsky esterilizada. As placas foram incubadas a 37°C durante 48 horas.

A leitura foi feita com contador de colônias marca Biomatic, provido de lente de aumento e fundo preto.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 - Piscinas de Clubes (Campina Grande, Paraíba)

3.1.1 - Número médio de banhistas

A tabela I, apresenta o número médio de banhistas nas piscinas de clubes, para adultos e infantis do município de Campina Grande, Paraíba.

3.1.2 - Recirculação e filtração

As piscinas PA2, PA3, PA5, PI2 e PI3 apresentaram frequentemente recirculação e filtração nas horas da coleta de amostras, que eram coincidentes com as horas de carga máxima de banhistas.

As piscinas PA4, PA6, PI4 e PI6 raramente apresentaram recirculação e filtração. Na PA1 e PI1 não foi observado este tratamento em nenhuma das ocasiões.

3.1.3 - Parâmetros físico-químicos

As tabelas II e III, apresentam os valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos das piscinas para adultos e infantis respectivamente.

Tabela I - Número médio de banhistas nas piscinas para adultos e infantis de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Piscinas	Adultos	Infantis
P1	28	19
P2*	28	25
P3*	10	10
P4	26	19
P5*	62	**
P6	46	27

(*) - Com os sistemas de recirculação e filtração, funcionando na hora da coleta.

(**) - Não possui piscina infantil.

Tabela II - Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos em piscinas para adultos de clubes do município de Campinas Grande, Paraíba.

Piscina	Temperatura		pH		Turbidez		CRL		CRC		Cloratos		Fosfatu		Alcalinidade total	
	Nº	(°C)	Nº	(Unidades)	Nº	(NTU)	Nº	(ppm)	Nº	(ppm)	Nº	(mg Cl ⁻ /ℓ)	Nº	(mg CaCO ₃ /ℓ)	Nº	(mg CaCO ₃ /ℓ)
PA1	10	24	10	8,5	9	2,85	9	0,02	9	0,05	5	996	9	328	9	176
		(21-27)		(8,5-9,0)		(0,5-7,0)		(0-0,15)		(0-0,15)		(885-1085)		(154 - 503)		(145 - 228)
PA2	9	26,5	9	8,5	9	0,63	9	0,03	9	0,07	5	975	8	256	8	191
		(22-29)		(8,2-9,0)		(0,25-1,5)		(0-0,05)		(0-0,10)		(870-1082)		(202 - 523)		(145 - 248)
PA3	8	26	8	8,9	8	0,68	8	0,02	8	0,06	4	2439	7	193	7	552
		(22-27)		(8,2-9,2)		(0,30-1,5)		(0-0,05)		(0-0,10)		(2272-2605)		(108 - 237)		(147 - 707)
PA4	8	27	8	7,8	8	5,4	8	0,003	8	0,01	5	381	8	227	8	39
		(25-29)		(7,5-8,0)		(2,0-7,5)		(0-0,02)		(0-0,05)		(350-420)		(112 - 302)		(35 - 46)
PA5	8	25	8	8,5	8	1,3	8	0,01	8	0,03	5	729	7	262	7	163
		(22-27)		(8,2-9,0)		(0,18-4,5)		(0-0,05)		(0-0,1)		(505-1084)		(216 - 309)		(140 - 207)
PA6	8	28	8	8,4	8	5,7	8	0,006	8	0,03	5	619	7	328	7	175
		(26-29)		(8,1-8,6)		(2,0-6,7)		(0-0,05)		(0-0,05)		(362-743)		(209 - 417)		(169 - 181)

λ - Número de determinações; °C - graus Celsius; NTU - Unidade Nephelométrica de Turbidez; CRL - Cloro Residual Livre; CRC - Cloro Residual Combinado.

Tabela III - Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos em piscinas infantis de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Piscinas	Temperatura		pH		Turbidez		CRL		CRC		Cloretos		Dureza		Alcalinidade total	
	Nº	(°C)	Nº	(Unidades)	Nº	(NTU)	Nº	(ppm)	Nº	(ppm)	Nº	(mg Cl ⁻ /ℓ)	Nº	(mgCaCO ₃ /ℓ)	Nº	(mgCaCO ₃ /ℓ)
PI1	10	24 (21-27)	10	8,5 (8,1-9,1)	10	4,9 (1,0-9,2)	10	0,01 (0 -0,1)	10	0,035 (0-0,20)	5	701 (487-1041)	9	235 (151- 350)	9	150 (104- 184)
PI2	9	27 (22-29)	9	8,4 (7,8-8,6)	9	2,5 (2,0-4,0)	9	0,03 (0 -0,05)	9	0,07 (0-0,10)	5	969 (835-1102)	8	257 (201- 324)	8	172 (98- 249)
PI3	8	26 (22-28)	7	9,0 (8,9-9,1)	7	1,3 (0,4-2,0)	8	0,02 (0 -0,10)	8	0,06 (0-0,1)	4	2578 (2540-2620)	7	179 (109- 230)	7	548 (438- 728)
PI4	8	27 (23-29)	7	7,4 (7,0-8,4)	8	4,4 (2,5-9,0)	8	0 (0 - 0)	8	0,01 (0-0,05)	5	399 (358- 426)	7	247 (164- 343)	7	22 (9- 41)
PI6	8	28 (26-29)	8	8,4 (7,9-8,7)	8	7,5 (2,5-13,0)	8	0,006 (0 -0,05)	8	0,02 (0-0,05)	5	419 (367- 482)	7	322 (193- 416)	7	135 (103- 182)

Nº - número de determinações; °C - graus Celsius; NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez; CRL - Cloro Residual Livre, CRC - Cloro Residual Combinado.

3.1.3.1 - Temperatura

A temperatura média variou de 24 a 28°C nas piscinas para adultos e infantis.

Das 11 piscinas estudadas 5 (45,4%) apresentaram valores médios na faixa de 24 a 26°C (PA1, PA3, PA5, PI1 e PI3). As 6 (54,6%) restantes (PA2, PA4, PA6, PI2, PI4 e PI6) apresentaram temperaturas médias maiores ou iguais a 26,5°C.

Nenhuma das piscinas apresentou valores mínimos inferiores ao recomendado, ou seja 18°C para piscinas para adultos e 22°C para piscinas infantis.

As 5 piscinas com temperatura média igual a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, tiveram carga média de banhistas muito variável (PA1: 28 banhistas; PA3:10; PA5: 62; PI1:19; PI3:10) não havendo associação evidente entre número de banhistas e temperatura da massa de água. Cinco piscinas (PA3, PA5, PA2, PI3 e PI2) apresentaram recirculação frequente nas horas de máximo uso. Isto sugere que a recirculação pode influenciar na diminuição da temperatura. No entanto a menor temperatura média foi observada nas piscinas PA1 e PI1, as quais não tiveram o sistema de recirculação em funcionamento. Provavelmente essa baixa temperatura seja consequência

de sua localização, numa zona mais alta da cidade. A agitação natural da água pelos ventos poderia ser a causa principal da baixa temperatura observada.

3.1.3.2 - pH - Potencial hidrogeniônico

A tabela II, mostra que as 6 piscinas para adultos apresentaram valores médios de pH acima da faixa recomendada de 7,2 a 7,6 e que apenas a PA4 apresentou valor mínimo (7,5) dentro desta faixa.

A tabela III, mostra que das 5 piscinas infantis apenas PI4 apresentou pH médio dentro dos padrões.

Portanto, a maioria das piscinas (91%) apresentou pH superior ao recomendado.

3.1.3.5 - Turbidez

Os valores médios de turbidez variaram de 0,63 NTU (PA2) a 3,7 NTU (PA6) nas piscinas para adultos (tabela II).

Os menores valores de turbidez média (0,63; 0,68 e 1,3 NTU), corresponderam respectivamente às 3 piscinas (PA2, PA3 e PA5) que apresentaram frequentemente circulação e filtração.

As 3 piscinas restantes, PA1, PA4 e PA6 tiveram turbidez média maior ou igual a 2,85 NTU.

Nas piscinas infantis (tabela III) a turbi

dez média variou de 1,3 NTU (PI3) a 7,5 NTU (PI6). A menor turbidez 2,5 e 1,3 NTU foi detectada nas piscinas PI2 e PI3 que tinham recirculação.

3.1.3.4 - Transparência

A tabela IV apresenta as observações de transparências em piscinas para adultos e infantis.

Nas piscinas para adultos, 22(43,1%) das 51 observações apresentaram transparência positiva (+); 15 (29,4%) transparência média (\pm) e 14(27,5%) transparência negativa (-). Isto indica que 29(56,9%) das leituras mostraram transparência média e negativa.

Os dados obtidos para cada uma das piscinas para adultos mostram que apenas uma piscina (PA5) apresentou transparência positiva em todas as ocasiões e outra (PA6) apresentou transparência negativa em todas as observações. Nas 4 piscinas restantes, a transparência variou ao longo do período de estudo, sendo que as piscinas PA2 e PA5 apresentaram transparência positiva em mais de 62% das observações.

Nas piscinas infantis apenas 5(7,1%) das 42 observações foram de transparência positiva, 17(40,5%) de transparência média e 22(52,4%) de transparência negativa. Portanto, 39(92,9%) das observações, acusaram transparência média ou negativa.

Os resultados obtidos para cada uma das pis-

Tabela IV - Observações de transparência em piscinas para adultos e infantis de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Clube	Nº total de Observações	Piscinas p/adultos c/transparência						Nº total de Observações	Piscinas infantis com transparência					
		+		⊥		-			+		⊥		-	
		Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)		Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)
1	10	1	(10,0)	7	(70,0)	2	(20,0)	10	1	(10,0)	1	(10,0)	8	(80,0)
2	9	8	(87,5)	1	(12,5)	0	(0)	9	0	(0)	8	(87,5)	1	(12,5)
3	8	8	(100,0)	0	(0)	0	(0)	7	2	(28,6)	5	(71,4)	0	(0)
4	8	0	(0)	5	(62,5)	3	(37,5)	8	0	(0)	2	(28,6)	6	(71,4)
5	8	5	(62,5)	2	(25,0)	1	(12,5)	-	-	(*)	-	(*)	-	(*)
6	8	0	(0)	0	(0)	8	(100,0)	8	0	(0)	1	(14,3)	7	(85,7)
Total	51	22	(43,1)	15	(29,4)	14	(27,5)	42	3	(7,1)	17	(40,5)	22	(52,4)
Tot. Geral (Adultos/infantis)	93	25	(26,9)	32	(34,4)	36	(38,7)							

(+) - quando se observam nitidamente detalhes da parte mais funda; (⊥) - quando detalhes da parte mais funda eram vistos com dificuldade (turvo); (-) - quando não era possível visualizar detalhes da parte mais funda.

(*) - não possui piscina infantil.

cinas amostradas, mostram que apenas 2(40%) apresentaram transparência positiva em algumas ocasiões (PI1 em uma oportunidade e PI3 em duas).

É importante destacar os resultados da piscina PI3, já que a PA3 apresentou transparência positiva em 100% das observações. Uma situação semelhante foi observada na piscina PA2 onde 87,5% das observações foram de transparência positiva, enquanto que PI2 não apresentou transparência positiva em nenhuma oportunidade.

A comparação dos resultados das piscinas para adultos e das infantis mostra que estas últimas apresentaram condições mais deficientes de transparência.

Com a finalidade de se definir um padrão de turbidez para água de piscinas, foi feito uma análise comparativa entre os resultados de transparência e turbidez. Esses dados são apresentados nas tabelas V e VI. Observa-se que:

- as 25 observações de transparência positiva feitas nas piscinas para adultos e infantis corresponderam a valores de turbidez menor ou igual a 1,0 NTU (100% de correspondência).

- as 32 observações de transparência média, corresponderam a valores de turbidez maior que 1,0 NTU e menor ou igual a 3,0 NTU (100% de correspondência).

- das 36 observações de transparência negativa, 31(86,1%) corresponderam a valores de turbidez maior

Tabela V - Análise comparativa de transparência e turbidez em piscinas para adultos de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Clube	Nº total de determinações	Nº de determinações com transparência (+)	Turbidez (NTU)	Nº de determinações com transparência (+)	Turbidez (NTU)	Nº de determinações com transparência (-)	Turbidez (NTU)
1	10	1	0,50	7	1,50-1,50- 2,50-2,70- 2,80-3,00- 3,00	2	4,00-7,00-
2	9	8	0,25-0,25- 0,30-0,40- 0,45-0,45- 1,00-1,00	1	1,50	0	-
3	8	8	0,30-0,40- 0,40-0,45- 0,70-0,70- 1,00-1,00	0	-	0	-
4	8	0	-	5	2,00-2,00- 2,00-2,00- 3,00	3	4,00-5,00- 7,50
5	8	5	0,18-0,25- 0,30-0,35- 1,0	2	2,00-2,00	1	4,50
6	8	0	-	0	-	8	2,00-2,50- 2,50-2,50- 4,00-4,00- 5,00-6,70
Total e(%)	51	22	(43,1%)	15	(29,4%)	14	(27,5%)

NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez; (+) - quando se observavam nitidamente detalhes da parte mais funda; (L) - quando detalhes da parte mais funda eram vistos com dificuldade (turvo); (-) - quando não era possível visualizar detalhes da parte mais funda.

Tabela VI - Análise comparativa de transparência e turbidez em piscinas infantis de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Clube	Nº total de determinações	Nº de determinações com transparência (+)	Turbidez (NTU)	Nº de determinações com transparência (⊥)	Turbidez (NTU)	Nº de determinações com transparência (-)	Turbidez (NTU)
1	10	1	1,00	1	2,00	8	2,70-3,50- 4,00-5,00- 6,50-7,00- 8,00-9,20
2	9	0	-	8	2,00-2,00- 2,00-2,00- 2,50-2,50- 2,50-2,70	1	4,00
3	7	2	0,40-1,00	5	1,50-1,50- 1,50-1,50- 2,00	0	-
4	8	0	-	2	2,50-3,00	6	3,50-3,50- 3,50-5,00- 9,00-3,50-
6	8	0	-	1	2,50	7	5,00-5,00- 6,50-8,20- 9,00-10,5- 13,0
Total e (b)	42	3	(7,11)	17	(40,51)	22	(52,41)

NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez

(+) - quando se observavam nitidamente detalhes da parte mais funda; (⊥) - quando detalhes da parte mais funda eram vistos com dificuldade (turvo); (-) - quando não era possível visualizar detalhes da parte mais funda.

que 3,0 NTU, e 5 (13,9%) corresponderam a valores de turbidez maiores que 2,0 NTU e menores que 3,0 NTU.

A transparência recomendada pelas normas é medida pela visibilidade nítida de um disco ou azulejo negro de 15cm de diâmetro ou lado colocado na parte mais funda da piscina. A visibilidade nítida corresponde a uma transparência positiva ou total e a uma turbidez menor ou igual a 1,0 NTU, segundo mostram os resultados obtidos.

3.1.3.5 - Cloro residual livre e combinado (CRL e CRC).

Os valores de cloro residual livre e combinado foram bem inferiores aos mínimos recomendados pela maioria dos autores (0,4 ppm).

Em uma única ocasião e numa única piscina (PA1) houve cloro residual livre maior que 3,0 ppm. Como foi um caso excepcional, este valor não foi considerado na determinação da média apresentada na tabela II.

3.1.3.6 - Cloretos

As maiores concentrações de cloretos foram obtidos nas amostras do clube 3, onde as concentrações foram de 2.439 e 2.578 mgCl^-/ℓ para PA3 e PI3 respectivamente. Já as menores (381 e 399 mgCl^-/ℓ) foram obtidas nas amostras coletadas no clube 4, nas piscinas PA4 e PI4.

O clube 3, teve o menor número médio de banhistas, tanto na piscina para adulto (10 banhistas) como na infantil (11 banhistas). O clube 4 apresentou em média 26 banhistas na piscina para adultos e 19 na infantil.

O maior número médio de banhistas foi encontrado na PA5, (62 banhistas) que apresentou uma concentração média de cloretos de $729 \text{ mgCl}^-/\ell$.

Os resultados obtidos mostram que não houve correlação entre o número de banhistas e concentração de cloretos.

O clube 3 é o único que reaproveita a água eliminada após a lavagem dos filtros e da aspiração, assim como a água oriunda das coadeiras de superfície. Essas águas são armazenadas num tanque vizinho à casa de bombas onde são tratadas com sulfato de alumínio e decantadas. Posteriormente são reutilizadas para completar o nível das piscinas. As demais piscinas, recebem semanalmente água potável para completar o volume perdido na aspiração e lavagem dos filtros, o qual é aproximadamente de 45 m^3 .

Tomando-se como referência o valor de $250 \text{ mgCl}^-/\ell$ como limite de concentração, foi observado que todas as piscinas apresentaram valores médios elevados (tabelas II e III). Inclusive os valores mínimos foram superiores ao recomendado.

A tabela VII, mostra as condições físico-químicas das águas dos reservatórios de distribuição públi-

Tabela VII - Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos da água de alimentação das piscinas de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Água de alimentação Piscinas	pH		Turbidez		Cloratos		Dureza		Alcalinidade total	
	Nº	Unidades	Nº	NTU	Nº	mg Cl ⁻ /ℓ	Nº	mg CaCO ₃ /ℓ	Nº	mg CaCO ₃ /ℓ
RD5/PA1 e PI1	5	8,1 (7,8 - 8,4)	3	0,30 (0,25-0,35)	3	319 (296-350)	3	226 (229 - 333)	3	107 (106 - 108)
RD9/PA2 e PI2	1	8,1	1	0,45	1	290	1	221	1	111
RD15/PA4 e PI4	2	8,1 (7,8 - 8,4)	2	0,43 (0,35-0,51)	2	310 (290-350)	2	221 (220 - 221)	2	107 (106 - 108)
RD5/PAS	3	8,1 (7,8 - 8,3)	3	0,50 (0,35-0,60)	3	316 (294-350)	3	226 (221 - 229)	3	108 (106 - 109)
RD9/PA6 e PI6	3	8,0 (7,8 - 8,3)	3	0,67 (0,45-1,00)	3	319 (292-354)	3	230 (223 - 258)	3	109 (106 - 113)

Nº - Número de determinações; RD - Reservatório de distribuição; NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez.

As leituras de cloro residual livre e combinado foram $\geq 1,0$ ppm em todas as determinações.

ca que fornecem água para as piscinas dos clubes. Verifica-se que as concentrações de cloretos são superiores a 250 mg/ℓ.

3.1.3.7 - Dureza

Os valores médios de dureza variaram de 183 mg CaCO_3/ℓ , na (PA5) a 528 mg CaCO_3/ℓ na (PA6), nas piscinas para adultos, e de 179 mg CaCO_3/ℓ (PI5) a 322 mg CaCO_3/ℓ (PI6), nas piscinas infantis.

A faixa de variação entre os valores mínimos e máximos para, cada piscina, esteve na ordem de 100 mg CaCO_3/ℓ nas piscinas para adultos e de aproximadamente 150 mg CaCO_3/ℓ nas piscinas infantis.

De acordo com os valores obtidos, foram classificadas como duras, as águas das piscinas PA1, PA2, PA3, PA4, PI1, PI2, PI5 e PI4 (dureza entre 150-500 mg CaCO_3/ℓ) e como muito duras as águas das piscinas PA6 e PI6 (dureza maior que 300 mg CaCO_3/ℓ). Apenas as piscinas PA3 e PI3 se aproximaram da classificação de águas moderadamente duras (dureza entre 75-150 mg CaCO_3/ℓ).

3.1.3.8 - Alcalinidade total

A tabela II, mostra que das 6 piscinas para adultos, PA4 apresentou o menor valor médio de alcalinidade (39 mg CaCO_3/ℓ), o qual foi inferior ao mínimo reco

mendado de 50 mg CaCO_3/ℓ , inclusive o valor máximo detectado nesta piscina foi inferior a 50 mg CaCO_3/ℓ . Nas piscinas restantes, os valores médios foram maiores ou iguais a 165 mg CaCO_3/ℓ . As faixas de variação de alcalinidade das piscinas mostraram que os valores padrões de 80 a 100 mg/ ℓ não foram detectados em nenhuma oportunidade, inclusive, os valores mínimos foram maiores ou iguais a 140mg CaCO_3/ℓ .

A maior alcalinidade média foi observada na piscina PA3 (552 mg CaCO_3/ℓ).

Nas piscinas infantis (tabela III), a menor alcalinidade média (22 mg CaCO_3/ℓ) foi detectada na PI4. Nas 4 piscinas restantes a alcalinidade média foi maior ou igual a 135 mg CaCO_3/ℓ . A PI3 apresentou os maiores valores de alcalinidade e muito próximo aos da PA3.

3.1.3.9 - Parâmetros físico-químicos das águas de alimentação das piscinas.

A tabela VII apresenta os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água de alimentação das piscinas. Foi observado que os valores médios de pH, foram maiores ou iguais a 8,0, de turbidez menores ou iguais a 0,67 NTU, os valores de cloretos maiores ou iguais que 290 mg Cl^-/ℓ de dureza maiores ou iguais a 221 mg CaCO_3/ℓ e os de alcalinidade maiores ou iguais a 107 mg CaCO_3/ℓ .

3.1.4 - Indicadores bacteriológicos

3.1.4.1 - Avaliação das técnicas de coleta de amostras para análise bacteriológica.

MALLMANN (1962) e MARTINI *et alii* (1982). observaram que amostras coletadas em diferentes pontos das piscinas, fornecem resultados muito variados, SCHIEMANN (1985), propôs a análise de amostras compostas, preparadas com amostras individuais coletadas em diferentes pontos ao longo do perímetro das piscinas.

No presente trabalho, o conteúdo bacteriano de amostras compostas obtidas de amostras coletadas individualmente em 10 diferentes pontos das piscinas a 30cm da superfície e na coluna de água até 1,0 metro de profundidade, foram comparados. Poder-se-ia esperar que as amostras da coluna de água fossem mais representativas, visto que contém o filme superficial, onde se concentram óleos e secreções corporais e portanto maior número de bactérias.

A tabela VIII, apresenta os valores médios dos indicadores bacteriológicos das amostras compostas coletadas a 30cm da superfície e na coluna de água até 1,0 metro de profundidade.

Para verificar se os dois métodos de coleta forneceram amostras representativas da população de bactérias, os resultados foram submetidos ao teste não paramé -

Tabela VIII- Valores médios de indicadores bacteriológicos em amostras compostas coletadas a 30cm da superfície e na coluna de água até 1,0 metros de profundidade.

Piscinas	Nº de determinações	Coliformes fecais por 100 ml		Streptococos fecais por 100 ml		Staphylococcus spp por 100ml		P. aeruginosa por 100ml		BRHM/ml	
		30cm	Coluna	30cm	Coluna	30cm	Coluna	30cm	Coluna	30cm	Coluna
PA1	6	2,34	3,04	2,75	2,98	26,0	26,0	0,0	0,0	10.566	10.638
PA2	6	0,97	1,15	5,56	4,79	34,4	24,4	0,30	0,26	3.707	2.651
PA3	5	0,62	0,29	1,36	2,15	23,0	23,0	0,0	0,0	1.251	1.651
PA4	6	26,8	15,0	7,74	7,27	110,2	66,0	0,23	0,24	18.356	36.274
PA5	6	0,21	0,32	3,88	4,52	28,0	23,0	0,07	0,04	4.862	4.407
PA6	6	25,8	40,4	17,75	19,54	181,2	171,5	6,64	6,78	37.804	40.699
PHO	5	79,8	60,0	23,7	7,89	182,7	169,5	17,3	8,9	14.045	18.007
B1	4	441,9	568,8	196,75	153,0	1.331,0	2.038,0	4,67	24,7	19.062	16.237
B2	5	2.726,9	1.876,2	1.038,2	896,4	4.050,0	5.966,5	28,24	35,60	57.540	67.245

BRHM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas.

trico de concordância de Kolmogorov-Smirnov (SIEGEL, 1979) com nível de significância de 5%.

As duas técnicas de coleta apresentaram resultados estatisticamente equivalentes, sendo que a coleta a 30cm é de execução mais simples. Portanto, no presente trabalho foi utilizada esta técnica de amostragem. Os resultados apresentados, foram baseados em coletas de amostras compostas coletadas a 30cm da superfície.

3.1.4.2 - Indicadores bacteriológicos em piscinas para adultos e infantis de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

As tabelas IX e X, apresentam os valores médios, mínimos e máximos dos indicadores bacteriológicos nas piscinas para adultos e infantis. Foram observadas grandes variações dos valores médios dos cinco grupos de bactérias nas diferentes piscinas.

3.1.4.2.1 - Coliformes fecais(CF)

Nas piscinas para adultos, os coliformes fecais apresentaram valores médios variando entre 0,2 CF/100mℓ (PA5) e 29 CF/100mℓ (PA6). As maiores variações foram observadas nas piscinas PA4 e PA6, as quais tiveram valores mínimos de 0,0 CF/100mℓ e máximos de 90 CF/100mℓ e 128 CF/100mℓ respectivamente.

Tabela IX - Valores médios, mínimos e máximos de indicadores bacteriológicos em piscinas para adultos de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Piscinas	Nº de determinações	Coliformes fecais (100 mL)	Streptococos fecais (100 mL)	BHIM mL	Nº de determinações	<i>P. aeruginosa</i> (100 mL)	<i>Staphylococcus</i> spp (100 mL)
PA1	7	2,0 (0,0 - 5,0)	6,0 (0,2 - 20,1)	30 314 (365-135300)	5	0,20 (0,0 - 0,6)	35,34 (18,6 - 55,6)
PA2	8	1,0 (0,0 - 4,1)	4,2 (0,2 - 22,3)	3 143 (895- 9750)	6	0,25 (0,0 -0,55)	38,0 (14,0 - 72,0)
PA3	7	0,4 (0,0 - 2,3)	2,0 (0,0 - 6,15)	1 039 (300- 2950)	5	0,02 (0,0 - 0,1)	26,0 (9,2 - 31,0)
PA4	8	20,5 (0,0 - 90)	7,4 (3,0 -14,0)	17 118 (1885- 35000)	6	0,24 (0,0 - 0,7)	146,7 (5,0 - 296)
PA5	8	0,2 (0,0 -0,68)	3,5 (0,0 -11,0)	3 896 (500- 14500)	7	0,10 (0,0 - 0,3)	26,0 (6,7 - 58,7)
PA6	8	29 (0,0 - 128)	16,4 (2,0 -52,0)	30 703 (1600-187100)	6	5,4 (0,0 -23,0)	265 (97 - 540)

BHIM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas.

Tabela X - Valores médios, mínimos e máximos de indicadores bacteriológicos em piscinas infantis de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Piscinas	Nº de determinações	Coliformes fecais (100 ml)	Streptococos fecais (100 ml)	BHIM (ml)	Nº de determinações	<i>P. aeruginosa</i> (100 ml)	<i>Staphylococcus</i> spp (100 ml)
PI1	8	8,5 (0,1 - 22,3)	27,0 (0,35 - 148)	144408 (1400-426250)	5	3,5 (0,0 - 14,0)	565 (650 - 2200)
PI2	8	83,0 (0,0 - 139)	14,0 (0,4 - 50,0)	7213 (400- 24500)	6	0,13 (0,0 - 0,25)	316 (78,0 - 793)
PI3	7	1,0 (0,0 - 6,0)	5,0 (0,0 - 23,0)	1974 (450- 6200)	5	0,07 (0,0 - 0,25)	55,0 (44,0 - 47,5)
PI4	8	226 (1,5 - 1267)	103 (8,0 - 591)	69390 (520-290000)	6	6,6 (0,0 -20,0)	790 (238 - 2065)
PI6	8	62,0 (0,1 - 437)	13,6 (4,1 - 67,5)	172598 (1245-1289500)	6	1,7 (0,3 - 5,7)	853 (131 - 3100)

BHIM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas.

Nas piscinas infantis os valores médios de coliformes fecais variaram de 1,0 CF/100ml (PI3) a 226 CF/100ml (PI4). A menor faixa de variação foi observada na piscina PI3 com mínimo de 0,0 CF/100ml e máximo de 6,0 CF/100ml. A maior faixa de variação foi observada na piscina PI4, com mínimo de 1,5 CF/100ml e máximo de 1267 CF/100ml.

3.1.4.2.2 - Estreptococos fecais (EF).

Os valores médios de estreptococos fecais nas piscinas para adultos, variaram de 2,0 EF/100ml (PA3) a 16,4 EF/100ml (PA6). A maior variação verificou-se na piscina PA6 com mínimo de 2,0 EF/100ml e máximo de 52 EF/100ml, e a menor variação observou-se em PA3, entre 0,0 e 6,15 EF/100ml.

Nas piscinas infantis, os valores médios de estreptococos fecais variaram de 5,0 EF/100ml (PI3) a 103 EF/100ml (PI4).

A piscina PI3 apresentou a menor variação, entre 0,0 e 25,0 EF/100ml e a PI4 a máxima, entre 8,0 e 591 EF/100ml.

3.1.4.2.3 - *Staphylococcus* spp (ST)

Nas piscinas para adultos os *Staphylococcus* spp apresentaram valores médios entre 26,0 ST/100mℓ (PA3 e PA5) e 265 ST/100mℓ (PA6). A maior faixa de variação foi verificada nas piscinas PA4 com mínimo de 5,0 ST/100mℓ e máximo de 296 ST/100mℓ e na PA6 com mínimo de 97 ST/100mℓ e máximo de 540 ST/100mℓ.

Os valores médios de *Staphylococcus* spp, para as piscinas infantis variaram de 55,0 ST/100mℓ (PI3) a 833 ST/100mℓ (PI6). A máxima variação foi verificada na piscina PI6, com mínimo de 131 ST/100mℓ e máximo de 3100 ST/100mℓ.

3.1.4.2.4 - *Pseudomonas aeruginosa*
(PA)

Os valores médios de *P. aeruginosa*, nas piscinas para adultos, variaram de 0,02 PA/100mℓ (PA3) a 5,4 PA/100mℓ (PA6). A piscina PA6 apresentou a maior variação, de 0,0 PA/100mℓ a 23,0 PA/100mℓ. Nas piscinas restantes a faixa de variação foi de 0,0 a 0,7 PA/100mℓ.

Nas piscinas infantis os valores médios variaram de 0,07 PA/100mℓ (PI3) a 6,6 PA/100mℓ (PI4). As maiores faixas de variação verificaram-se nas piscinas PI1. (mínimo de 0,0 PA/100mℓ e máximo de 14,0 PA/100mℓ) e PI4. (mínimo de 0,0 PA/100mℓ e máximo de 20,0 PA/100mℓ).

3.1.4.2.5 - Bactérias Facultativas
Heterótrofas Mesófilas
(BFHM).

As bactérias facultativas heterótrofas mesófilas variaram de 1.039 BFHM/ml (PA3) a 30.703 BFHM/ml (PA6) nas piscinas para adultos. Todas as piscinas apresentaram uma ampla faixa de variação, sendo que PA1 e PA6 tiveram os valores mais extremos, de 175 a 133.300 BFHM/ml na primeira e de 1.600 a 187.100 BFHM/ml na segunda.

As piscinas infantis, apresentaram valores médios extremos de 1.974 BFHM/ml (PI3) a 172.598 BFHM/ml (PI6).

Todas as piscinas infantis tiveram faixas largas de variação, sendo que as maiores corresponderam a PI1, com mínimo de 1.400 BFHM/ml e máximo de 426.250 BFHM/ml, e a PI6 com mínimo de 1.245 BFHM/ml e máximo de 1.289.500 BFHM/ml.

3.1.4.3 - Qualidade bacteriológica da água
de alimentação das piscinas de clubes do município de Campina Grande,
Paraíba.

As análises bacteriológicas realizadas na água de alimentação das piscinas, foram negativas para 4

dos 5 grupos de bactérias indicadoras, ou seja para coliformes fecais, estreptococos fecais, *P. aeruginosa* e *Staphylococcus* spp. Os números de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas foram sempre inferiores a 50 BFHM/ml, estando portanto dentro dos valores admitidos para água potável.

3.1.4.4 - Frequência de bactérias indicadoras

A tabela XI mostra a frequência das bactérias indicadoras nas piscinas para adultos.

Os coliformes fecais foram isolados com frequência variável. O menor número de amostras positivas foi detectado na piscina PA3, 2 de 7 amostras (28,6%) e o maior, na piscina PA6, 8 de 8 amostras (100%).

Os estreptococos fecais estiveram presentes com maior frequência que os coliformes fecais. O menor número de amostras positivas foi detectado na piscina PA5, 6 de 8 amostras (75%) e os maiores nas piscinas PA1, PA2, PA4 e PA6 (100%).

Staphylococcus spp e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, foram isoladas em todas as amostras de todas as piscinas (100% de amostras positivas).

Pseudomonas aeruginosa, foi a espécie menos frequente. Contudo, esteve presente em 83,3% das amostras das piscinas PA2, PA4 e PA6. A piscina PA3 apresentou o menor número de amostras com *P. aeruginosa*, 1 de 5 amostras (20%).

Tabela XI- Frequências de bactérias indicadoras em piscinas para adultos de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Piscinas	Coliformes fecais		Estreptococos fecais		<i>P. aeruginosa</i>		<i>Staphylococcus spp</i>		BPHM	
	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)
PA1	$\frac{6}{7}$	(86,0)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{2}{5}$	(40,0)	$\frac{5}{5}$	(100)	$\frac{7}{7}$	(100)
PA2	$\frac{6}{8}$	(75,0)	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{5}{6}$	(83,3)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)
PA3	$\frac{2}{7}$	(28,6)	$\frac{6}{7}$	(85,6)	$\frac{1}{5}$	(20,0)	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{7}{7}$	(100)
PA4	$\frac{7}{8}$	(87,5)	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{5}{6}$	(83,3)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{7}{7}$	(100)
PA5	$\frac{5}{8}$	(62,5)	$\frac{6}{8}$	(75,0)	$\frac{4}{7}$	(57,1)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)
PA6	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{5}{6}$	(83,3)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)

NP/Nt - Número de amostras positivas / número total de amostras analisadas.

BPHM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas.

A tabela XII, mostra que as piscinas infantis apresentaram frequência elevada de bactérias indicadoras.

Os coliformes fecais estiveram presentes em todas as piscinas em mais de 71% das amostras.

Estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, foram isoladas em 100% das amostras de todas as piscinas infantis.

Pseudomonas aeruginosa, teve frequência inferior que as outras bactérias. A piscina PI3 apresentou o menor número de amostras positivas, 2 de 5 amostras (40%) e a piscina PI6 apresentou todas as amostras positivas com esta bactéria.

A análise comparativa das tabelas XI e XII mostra que:

- as piscinas infantis apresentaram maior frequência de amostras positivas, para as diferentes bactérias, que as piscinas para adultos.

- os estreptococos fecais foram isolados mais frequentemente que os coliformes fecais, tanto nas piscinas para adultos como nas infantis.

- os *Staphylococcus* spp e as bactérias facultativas heterótrofas mesófilas foram os indicadores bacteriológicos mais abundantes nos dois tipos de piscinas.

Tabola XII - Frequências de bactérias indicadores em piscinas infantis de clubes do município de Campina Grande, Paraíba.

Piscinas	Coliformes fecais		Listreptococos fecais		P. aeruginosa		Staphylococcus spp		BFHM	
	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)
PI1	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{3}{5}$	(60,0)	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)
PI2	$\frac{6}{8}$	(75,0)	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{4}{6}$	(66,7)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)
PI3	$\frac{5}{7}$	(71,4)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{2}{5}$	(40,0)	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{7}{7}$	(100)
PI4	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{5}{6}$	(83,3)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)
PI6	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{7}{7}$	(100)	$\frac{8}{8}$	(100)

NP/Nt - Número de amostras positivas / número total de amostras analisadas.

BFHM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas.

3.1.5 - Relação entre indicadores bacteriológicos e parâmetros físico-químicos.

A tabela XIII mostra a frequência de isolamento de bactérias indicadoras (coliformes fecais, estreptococos fecais e *P. aeruginosa*) para temperaturas inferiores ou iguais e superiores a 25°C, pH menores ou iguais e superiores a 8,5, e turbidez menores ou iguais e maiores que 1,0 NTU. Estes valores foram escolhidos porque, a literatura diz que, temperaturas maiores que 25°C e turbidez maior que 1,0 NTU, favorecem a presença de bactérias e que valores de pH maiores que 8,5, inibem a presença de bactérias em meios de culturas comuns, especialmente coliformes.

3.1.5.1 - Relação com temperatura

A porcentagem de amostras positivas para coliformes fecais nas piscinas para adultos aumentou de 67% a temperaturas menores ou iguais a 25°C, para 79% a temperaturas maiores que 25°C, enquanto que nas infantis houve uma pequena diminuição. Para estreptococos fecais houve um pequeno aumento com o aumento da temperatura tanto nas piscinas para adultos como nas infantis. A porcentagem de amostras para *P. aeruginosa* aumentou de 33% para 76% nas piscinas para adultos e de 50% para 77% nas infantis. Contudo a análise estatística dos resultados (teste exato de Fisher, N.S. 5%) mostrou que estas variações não foram sig

Tabela XIII - Frequência de isolamento de bactérias indicadoras em diferentes faixas de temperatura, pH e turbidez.

Parâmetros		Coliformes fecais		Estreptococos fecais		P. aeruginosa	
		PA(%)	PI(%)	PA(%)	PI(%)	PA(%)	PI(%)
Temperatura (°C)	≤ 25	67	100	84	92	33	50
	> 25	79	87	97	97	76	77
pH (unidades)	≤ 8,5	84*	91	97	100	80*	79
	> 8,5	57*	73	93	100	30*	56
Turbidez (NTU)	≤ 1,0	63	67	95	100	47	50
	> 1,0	85	92	96	100	79	73

- As Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas e os *Staphylococcus* spp. foram positivos em 100% das amostras em qualquer faixa de T^o, pH e turbidez.
- (*) - Resultados estatisticamente significativos (teste de Fisher, com nível de significância de 5% Coliformes fecais, p=0,0457; P. aeruginosa, p=0,00389).
- PA - Piscina para adultos; PI - Piscina infantil.

nificativas.

3.1.5.2 - Relação com pH

Para pH menores ou iguais a 8,5 e maiores que 8,5 a porcentagem de amostras positivas para coliformes fecais variou de 84% a 57% nas piscinas para adultos e de 91% a 75% nas infantis. Os estreptococos fecais estiveram presentes em quase todas as amostras independentemente do pH nas piscinas para adultos, enquanto que nas infantis estiveram presentes em todas as amostras. As porcentagens de *P. aeruginosa* caíram de 80% para 50% nas piscinas para adultos e de 79% para 56% nas infantis (a análise estatística, teste exato de Fisher, N.S. 5% mostrou associação significativa entre a frequência de isolamento de coliformes fecais e *P. aeruginosa* para pH maiores que 8,5 nas piscinas para adultos: coliformes fecais $p=0,0457$ e *P. aeruginosa* $p=0,00389$). Portanto valores de pH maiores que 8,5 tiveram efeito inibitório sobre coliformes fecais e *P. aeruginosa*, apenas nas piscinas para adultos.

3.1.5.3 - Relação com turbidez

As amostras com turbidez maiores que 1,0 NTU apresentaram maiores frequências de isolamento de bactérias nas piscinas para adultos e nas infantis. Contudo os resultados não foram estatisticamente significativos.

Os resultados das bactérias facultativas heterótrofas mesófilas e *Staphylococcus* spp, foram positivos em 100% das amostras nas piscinas para adultos e infantis,

independentemente da temperatura, pH e turbidez.

3.1.6 - Variação de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos com a desinfecção.

Com a finalidade de avaliar as condições das piscinas no dia da desinfecção e a evolução posterior dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, foram feitas determinações de temperatura, cloro residual livre, cloro residual combinado, pH, coliformes fecais, estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp, *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas em duas piscinas para adultos em dois dias consecutivos. As piscinas selecionadas foram PA1 e PA5. No dia 11/09/87 (sexta-feira) foram feitas 2 coletas em cada piscina, a primeira a aproximadamente 08:00 horas (hora de abertura do clube) e a segunda a aproximadamente 18:00 horas, após a adição do desinfetante. No dia seguinte (sábado) foram feitas outras 2 coletas, uma às 08:00 horas, quando as piscinas estavam vazias (PA1) ou com escassos banhistas (2 em PA5), e a outra aproximadamente ao meio-dia, quando as piscinas tinham uma carga mais elevada de banhistas (10 em PA1 e 45 em PA5).

Os resultados da tabela XIV, mostram que as duas piscinas apresentaram um comportamento semelhante.

As 08:00 horas do dia 11/09/87 a piscina PA1 teve pH elevado (8,2), cloro residual livre e combinado 0,0 ppm e

Tabela XIV - Variação de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos em duas piscinas para adultos de clubes do município de Campina Grande, Paraíba, nos dias 11 e 12/9/87.

Piscina	Data	Hora	Temperatura (°C)	CRL/CRC	pH (unidades)	Coliformes fecais (100 mL)	Estreptococos fecais (100 mL)	<i>Staphylococcus</i> spp (100 mL)	<i>P. aeruginosa</i> (100 mL)	BFHM (mL)
PA1	11/9/87	08:00	23	0,0/0,0	8,2	0,7	1,0	6,0	0,2	21500
	11/9/87	17:45	24	> 3,0/ND	8,4	0,0	0,0	12,0	0,0	715,0
	12/9/87	08:00	22	> 3,0/ND	8,2	0,0	0,0	1,0 *	0,0	45,0
	12/9/87	12:30	22	0,0/0,0	8,6	4,0	0,3	32,0	0,0	1950
PA5	11/9/87	08:30	23	0,0/0,0	8,5	0,0	2,4	8,0	0,0	34200
	11/9/87	18:00	25	> 3,0/ND	8,6	0,0	0,0	5,0 *	0,0	335,0
	12/9/87	08:20	24	> 3,0/ND	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0
	12/9/87	11:30	27	0,0/0,0	8,5	0,8	1,0	55,0	0,1	6050

CRL - Cloro Residual Livre; CRC - Cloro Residual Combinado; BFHM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas; ND - Não Determinado. Os valores de Transparência e Turbidez foram sempre (+) e $\leq 1,0$ NTU.

(*) identificados como *S. aureus*.

ainda que em números baixos, estavam presentes coliformes fecais, estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp e *P. aeruginosa*. As bactérias facultativas heterótrofas mesófilas apresentaram-se em concentrações altas (21.500 BFHM/mL).

Após a cloração efetuada aproximadamente às 17:00 horas, na amostra de 17:45 horas, o pH foi de 8,4, o cloro residual livre maior que 3,0 ppm, e o número de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas caiu para 715 BFHM/mL (valor aproximadamente 30 vezes inferior ao detectado às 08:00 horas), o que estaria mostrando uma rápida ação do desinfetante sobre este grupo de bactérias.

Staphylococcus spp, estava em número mais elevado que os de 08:00 horas, enquanto que os demais indicadores não foram detectados. Isto sugere que novos *Staphylococcus* foram introduzidos na piscina, os quais não foram mortos pela desinfecção. Sabe-se que os *Staphylococcus*, especialmente os *S. aureus* são mais resistentes ao cloro que coliformes e outras bactérias e precisam de maior tempo de contato com o desinfetante para serem destruídos.

Na amostra das 08:00 horas do dia seguinte (12/09/87) o pH foi de 8,2, o cloro residual livre permaneceu elevado (maior que 3,0 ppm) e não foram detectados coliformes fecais, estreptococos fecais e *P. aeruginosa*. *Staphylococcus* spp estavam presentes em apenas 1.0 ST/100mL e o número

de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas foi de 45 BFHM/mL. Às 12:30 horas foi verificado que o pH era de 8,6 e, o cloro residual livre e combinado estavam ausentes e quatro dos cinco grupos de bactérias indicadoras estavam presentes (coliformes fecais, estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas).

Na piscina PA5, a amostra das 08:30 horas do dia 11/09/87, apresentou pH elevado e igual a 8,5, cloro residual livre e combinado ausente, e presença de estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, estando estas últimas em números elevados (34.200 BFHM/mL). Após a cloração, na amostra das 18:00 horas, o pH foi de 8,6, o cloro residual livre maior de 3,0 ppm, o número de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas caiu para 335 BFHM/mL (aproximadamente 100 vezes inferior ao obtido às 08:30 horas) e o número de *Staphylococcus* spp foi de 5,0 ST/100mL. As demais bactérias indicadoras estiveram ausentes.

Na amostra das 08:20 horas do dia seguinte 12/09/87, o pH foi de 8,5, e o cloro residual livre permaneceu elevado (maior de 3,0 ppm). Das bactérias pesquisadas, as bactérias facultativas heterótrofas mesófilas foram as únicas isoladas e em número reduzido (42 BFHM/mL). Na amostra de 11:30 horas, o pH permaneceu em 8,5, o cloro residual livre e combinado estavam ausentes e todos os indica-

dores bacteriológicos estudados, estavam presentes, sendo que o número de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas foi de 6.050 BFHM/ml.

É importante observar que nas 4 amostras de cada piscina o pH permaneceu elevado e maior que 8,2.

A desinfecção foi realizada com valores de pH 8,4 (PA1) e 8,6 (PA5). Nas duas piscinas foi utilizado o hipoclorito de sódio e para estes valores de pH (8,4 e 8,6), aproximadamente 92% do desinfetante adicionado estava na forma de íon hipoclorito, o qual tem poder desinfetante muito inferior ao ácido hipocloroso, que se encontrava apenas em concentração próxima a 8%. Isto se refletiu no processo de desinfecção das águas das piscinas que precisaram de tempo de contato prolongado com os derivados de cloro para inativar as bactérias presentes na massa de água. Foi verificado que após 14 horas de contato com o desinfetante, bactérias facultativas heterótrofas mesófilas ainda estavam presentes. No entanto, os valores detectados não foram significativos e foi concluído que, as piscinas não continham bactérias indicadoras de contaminação no momento de abertura dos clubes aos banhistas.

A presença de coliformes fecais, estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp, *P. aeruginosa* e valores elevados de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas nas amostras de 12:00 horas, evidenciou que estas bactérias foram introduzidas principalmente pelos banhistas.

3.2 - Piscinas Públicas (Boqueirão, Paraíba).

3.2.1 - Piscina pública do hotel (PHO)

Esta piscina apresentou um número médio de 7 banhistas.

3.2.1.1 - Parâmetros físico-químicos

A tabela XV apresenta os resultados das análises físico-químicas para a piscina PHO do município de Boqueirão.

3.2.1.1.1 - Temperatura

A temperatura média foi de 24°C , com mínimo de 22°C e máximo de 26°C. Portanto a temperatura esteve dentro dos valores recomendados para mergulho.

3.2.1.1.2 - pH - Potencial Hidro geniônico

O valor médio do pH foi de 8,6 com valor mínimo de 8,3 e máximo de 8,9.

3.2.1.1.3 - Turbidez

A turbidez apresentou valor médio

de 4,7 NTU, com valores mínimo e máximo de 2,0 e 8,0 NTU.

3.2.1.1.4 - Transparência

A tabela XVI mostra que a transparência variou de média (+), em duas determinações, a negativa (-), em cinco determinações.

A tabela XVII mostra a análise comparativa entre transparência e turbidez. Foi observado que as duas observações de transparência média corresponderam a turbidez de 2,0 e 2,5 NTU respectivamente e as observações de transparência negativa corresponderam a turbidez maior ou igual a 4,0 NTU.

Pelas suas características de manutenção da qualidade da água, a piscina PHO foi classificada como piscina do tipo encher e esvaziar. Os resultados mostram que PHO teve turbidez alta (valor médio de 4,7 NTU) e a análise comparativa mostra que uma turbidez dessa ordem impede a visibilidade até um metro de profundidade, como exigem as normas para água de balneabilidade.

A análise da tabela XVIII, mostra que a própria água de alimentação da piscina (proveniente do açude), apresentou turbidez alta (valor médio 3,2 NTU), o que se reflete na piscina que, em nenhuma ocasião apresentou transparência positiva.

3.2.1.1.5 - Cloretos

O valor médio de cloreto foi de 313 mg Cl^-/l , com mínimo de 291 mg Cl^-/l e máximo de 330mg Cl^-/l .

Não existe um padrão de cloretos para este tipo de piscina.

A tabela XVIII, mostra que a água de alimentação tem uma concentração de cloretos semelhante ao detectado na piscina.

3.2.1.1.6 - Dureza

O valor médio de dureza foi de 236 mg $CaCO_3/l$, com mínimo de 187 mg $CaCO_3/l$ e máximo de 280 mg $CaCO_3/l$.

Não existe um padrão de dureza para água de balneabilidade. A OMS (Organização Mundial de Saúde), recomenda um máximo de 500 mg $CaCO_3/l$ e a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 200 mg $CaCO_3/l$, como padrões de água para o consumo humano (BATALHA, 1977). Comparando estes padrões com os resultados obtidos, foi observado que o valor médio de dureza esteve dentro do padrão da OMS e próximos ao da ABNT. A água de alimentação (Tabela XVIII), apresentou valores de dureza semelhantes ao da PHO.

3.2.1.1.7 - Alcalinidade total

A alcalinidade média foi de 96,8 mg CaCO_3/ℓ com valores mínimo e máximo de 77 e 108 mg CaCO_3/ℓ . Não existe um padrão de alcalinidade para este tipo de piscina.

A alcalinidade da água de alimentação (Tabela XVIII), esteve muito próxima da alcalinidade desta piscina.

3.2.1.2 - Indicadores bacteriológicos

A tabela XIX apresenta os valores médios dos indicadores bacteriológicos para a piscina PHO.

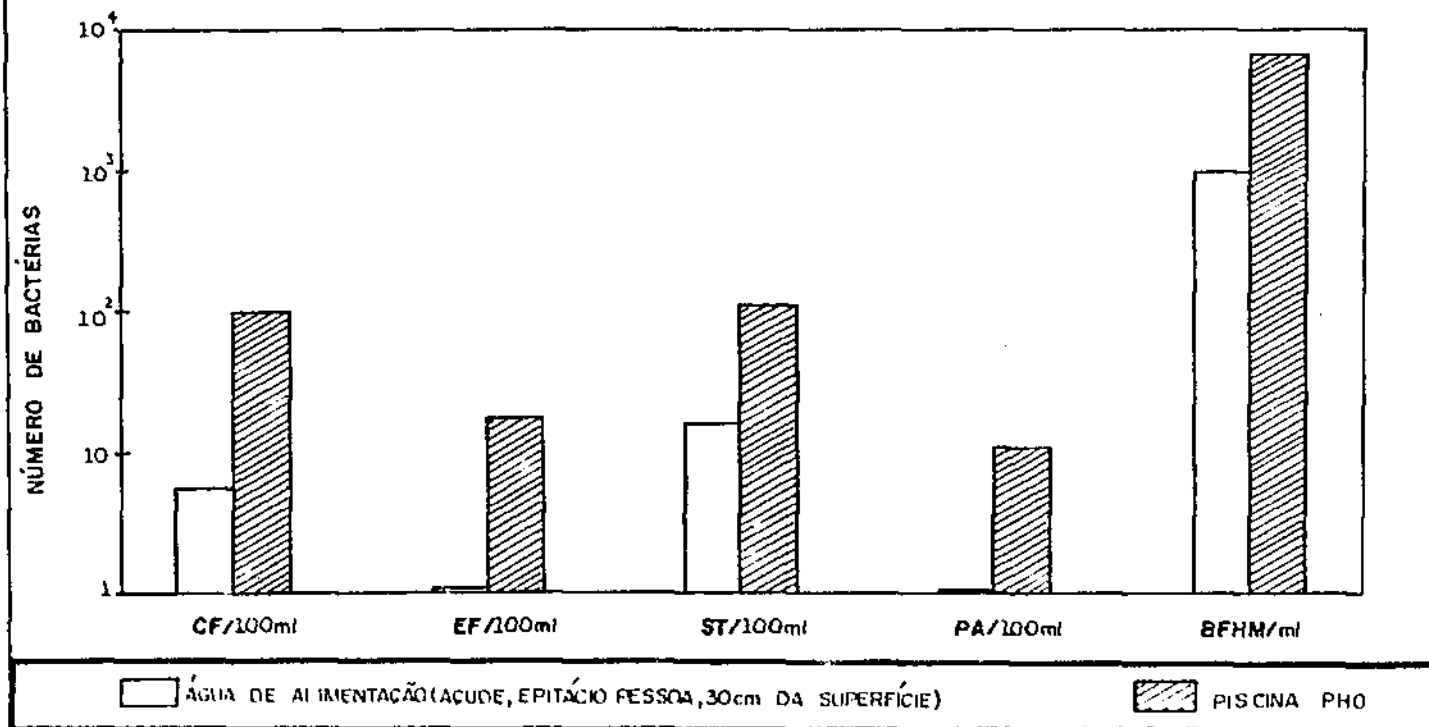
A figura XI apresenta, em forma de histograma, os valores médios dos indicadores bacteriológicos na água de alimentação (água do açude Epitácio Pessoa, captada a 30cm abaixo da superfície) e na piscina PHO.

3.2.1.2.1 - Coliformes fecais (CF)

O valor médio de coliformes fecais foi de 134 CF/100mℓ, com mínimo de 2,18 CF/100mℓ e máximo de 405 CF/100mℓ.

A água do açude que alimenta esta piscina (tabela XX) teve o valor médio de 6,85 CF/100 mℓ, com mínimo de 0,46 CF/100mℓ e máximo de 14,56 CF/100mℓ. Portanto PHO apresentou um aumento do valor médio de colifor-

FIGURA XI - VALORES MÉDIOS DOS INDICADORES BACTERIOLÓGICOS DA ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO E DA PISCINA PHO, NO PERÍODO DE JULHO A DEZEMBRO DE 1987.



mes fecais de aproximadamente 20 vezes. O valor máximo encontrado em PHO (405 CF/100ml) excedeu o recomendado para águas recreacionais de excelente qualidade, que é de 250 CF/100ml. (Portaria 536 de 07/12/1976).

3.2.1.2.2 - Estreptococos fecais (EF)

Os estreptococos fecais, apresenta ram valor médio de 22 EF/100ml com mínimo de 1,26 e máximo de 87,0 EF/100ml. A piscina PHO apresentou um aumento no valor médio de estreptococos fecais de 52 vezes, em relação à água do açude (tabela XX).

3.2.1.2.3 - *Staphylococcus* spp (ST)

O valor médio dos *Staphylococcus* spp, foi de 165 ST/100ml (Tabela XIX) com mínimo de 46 e máximo de 323 ST/100ml.

Na água do açude, a média de *Staphylococcus* spp foi de 19,3 ST/100ml com mínimo de 0,0 e máximo de 32 ST/100ml (tabela XX). Portanto, a piscina do hotel (PHO) apresentou um aumento no valor médio de *Staphylococcus* spp de aproximadamente 8,5 vezes.

3.2.1.2.4 - *Pseudomonas aeruginosa*(PA)

Para *P. aeruginosa* o valor médio na PHO foi de 13 PA/100ml sendo o valor mínimo e máximo de 0,0 e 49 PA/100ml respectivamente.

Nas amostras da água do açude (tabela XX) o valor médio de *P. aeruginosa* foi de 0,25 PA/100ml, com mínimo de 0,0 e máximo de 1,0 PA/100ml. Portanto PHO apresentou um aumento do valor médio de *P. aeruginosa* de 52 vezes em relação à água do açude.

3.2.1.2.5 - Bactérias Facultativas
Heterótrofas Mesófilas
(BFHM)

As bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, apresentaram valor médio de 15.204 BFHM/ml. O valor mínimo foi de 3.710 BFHM/ml e o máximo de 57.350 BFHM/ml.

Na água do açude, o valor médio foi de 1.768 BFHM/ml com mínimo de 930 e máximo de 52.000 BFHM/ml. A piscina do hotel (PHO) teve um aumento no valor médio de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas de 8,6 vezes com relação aos resultados obtidos na água do açude que alimenta a piscina.

3.2.2 - Piscinas do balneário (B1 e B2)

Os números médios de banhistas foram de 11 em B1 e 45 em B2.

3.2.2.1 - Parâmetros físico-químicos

A tabela XV mostra os resultados das análises físico-químicas nas piscinas do balneário do município de Boqueirão (piscinas B1 e B2).

3.2.2.1.1 - Temperatura

As temperaturas médias foram aproximadamente iguais nas duas piscinas (24,5°C em B1 e 25°C em B2). Em ambas as piscinas o valor mínimo da temperatura foi de 22°C enquanto que os máximos foram de 26°C para B1 e 27°C para B2. Portanto, a água do balneário apresentou temperatura adequada para banho.

3.2.2.1.2 - pH - Potencial Hidrognônico

O valor médio de pH nas piscinas B1 e B2 foi 8,3 e as faixas de variação foram de 7,9 a 8,7 para B1 e 8,3 a 8,6 para B2.

Os valores médios de pH em B1 e B2 foram coincidentes com o máximo recomendado para águas de

balneabilidade (Portaria 536 de 07/12/1976).

3.2.2.1.3 - Turbidez

Os valores médios de turbidez foram de 4,6 NTU na piscina B1 e de 6,6 NTU na B2. Os valores mínimos e máximos foram de 3,5 e 5,0 NTU em B1 e de 3,0 e 10,0 NTU em B2. Houve portanto um aumento médio de 2,0 NTU na B2 com relação a B1 e de 2,1 NTU na B1 com relação ao jato (tabela XVIII).

3.2.2.1.4 - Transparência

Os resultados de transparência (tabela XVI) mostram que em todas as observações os resultados foram negativos nas duas piscinas (B1 e B2).

A análise comparativa entre transparência e turbidez (tabela XVII) mostra que as 13 determinações de transparências negativas corresponderam a valores de turbidez maiores ou iguais a 3,0 NTU.

3.2.2.1.5 - Cloretos

Os valores médios das concentrações de cloretos foram muito aproximados na B1 e B2 ou seja 307 e 304 mg Cl^-/l respectivamente. Os valores mínimos e máximos foram de 288 e 319 mg Cl^-/l para B1 e 284 e 322 mg Cl^-/l para B2.

A água do jato (tabela XVIII), apresentou um valor médio de $297 \text{ mg Cl}^-/\ell$.

3.2.2.1.6 - Dureza

Os valores médios de dureza foram aproximados nas piscinas B1 e B2, $229 \text{ mg CaCO}_3/\ell$ na B2 e $234 \text{ mg CaCO}_3/\ell$ na B1. Os valores mínimos e máximos foram de 202 e $279 \text{ mg CaCO}_3/\ell$ na B1 e de 205 e $274 \text{ mg CaCO}_3/\ell$ na B2.

A água do jato (tabela XVIII), apresentou valor médio de $221 \text{ mg CaCO}_3/\ell$. Portanto, não houve variação acentuada de dureza na água das piscinas com relação a fonte de alimentação das mesmas.

3.2.2.1.7 - Alcalinidade total

Os valores médios de alcalinidade foram de $94,8$ e $98,2 \text{ mg CaCO}_3/\ell$ para as piscinas B1 e B2 respectivamente. Os valores mínimos e máximos foram de 83 e $103 \text{ mg CaCO}_3/\ell$ na B1 e de 89 e $109 \text{ mg CaCO}_3/\ell$ na B2.

A água que alimenta as piscinas B1 e B2 (tabela XVIII), apresentou valor médio de $94 \text{ mg CaCO}_3/\ell$ e bem próximo aos valores médios das mesmas.

3.2.2.2 - Indicadores bacteriológicos

A tabela XIX mostra os valores médios, mínimos e máximos dos indicadores bacteriológicos para o balneário (piscinas B1 e B2) do município de Boqueirão.

A figura XII apresenta, em forma de histograma, os valores médios dos indicadores bacteriológicos na água de alimentação (jato, com ponto de captação a 35m da superfície do Açude Epitácio Pessoa) e nas piscinas B1 e B2.

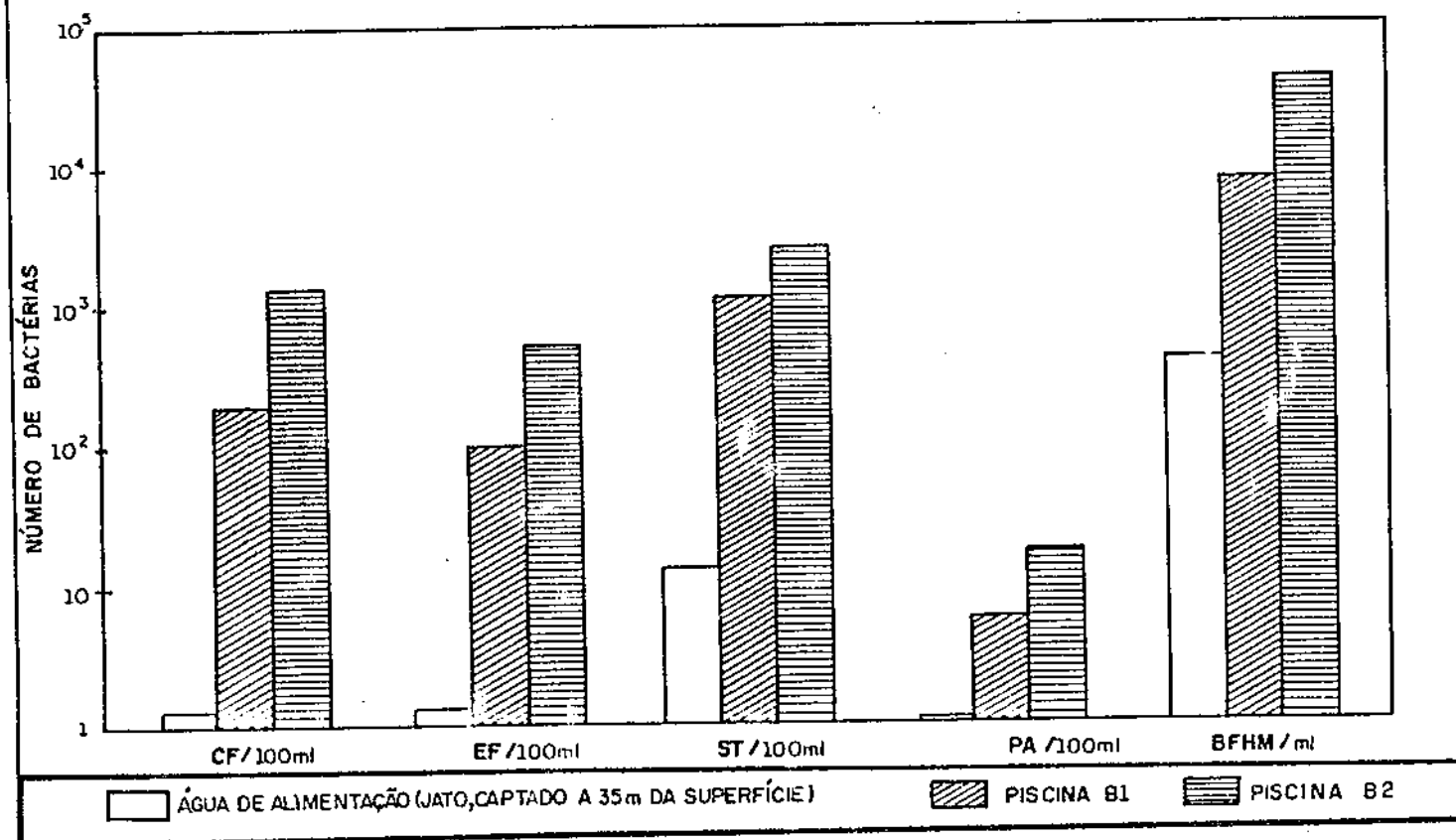
3.2.2.2.1 - Coliformes fecais (CF)

Os valores médios de coliformes fecais, foram de 310,5 CF/100mℓ na B1 e 2.337 CF/100mℓ na B2. Os valores mínimos e máximos foram de 33,3 e 505 CF/100mℓ na B1 e de 141 e 6.673 CF/100mℓ na B2.

A tabela XX mostra que na água do jato o valor médio de coliformes fecais foi de 1,32 CF/100 mℓ.

Na B1, houve um aumento de coliformes fecais de aproximadamente 235 vezes em relação ao jato e na B2 um aumento de aproximadamente 7,5 vezes em relação a B1, e de 1.770 vezes em relação ao jato.

FIGURA XII - VALORES MÉDIOS DOS INDICADORES BACTERIOLÓGICOS DA ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO E DAS PISCINAS B1 E B2, NO PERÍODO DE JULHO A DEZEMBRO DE 1987.



3.2.2.2.2 - *Streptococcus* fecais (EF)

Os valores médios de estreptococos fecais foram de 149 EF/100ml na B1 e de 911 EF/100ml na B2. Os valores mínimos e máximos foram de 20 e 575 EF/100ml na B1 e de 117 e 3.600 EF/100ml na B2. Na água de alimentação das piscinas (tabela XX), o valor médio de estreptococos fecais foi de 1,38 EF/100ml com mínimo de 0,0 EF/100ml e máximo de 4,3 EF/100ml. Portanto, na B1 houve um aumento de estreptococos fecais de aproximadamente 108 vezes em relação ao jato e na B2, um aumento de aproximadamente 6,1 vezes em relação a B1 e 660 vezes em relação ao jato.

3.2.2.2.3 - *Staphylococcus* spp (ST)

Os valores médios de *Staphylococcus* spp foram de 2.073 ST/100ml na B1 e de 5.033 ST/100ml na B2. Os valores mínimos e máximos obtidos foram de 123 e 4.300 ST/100ml na B1 e de 1.600 e 7.000 ST/100ml na B2.

A tabela XX, mostra que o valor médio da água de alimentação das piscinas foi de 16,5 ST/100 ml. Portanto, houve um aumento de *Staphylococcus* spp de 125 vezes na B1 com relação ao jato, de 2,4 vezes de B2 em relação a B1 e, de 304 vezes de B2 em relação ao jato.

3.2.2.2.4 - *Pseudomonas aeruginosa* (PA)

O valor médio de *P. aeruginosa* foi de 7,0 PA/100ml na B1 e de 23 PA/100ml na B2. Os valores mínimos e máximos foram 2,0 e 15,3 PA/100ml na B1 e 0,0 e 78 PA/100ml na B2.

A tabela XX mostra que *P. aeruginosa* não foi detectada na água que alimenta as piscinas. Foram detectadas 7,0 *P. aeruginosa* por 100ml na B1 e um aumento de 3,3 vezes na B2 com relação a B1.

3.2.2.2.5 - Bactérias Facultativas
Heterótrofas Mesófilas
(BFHM)

As bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, apresentaram valores médios de 16.233 e 94.617 BFHM/ml na B1 e B2 respectivamente.

O valor médio de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas na água de alimentação das piscinas foi de 589 BFHM/ml (tabela XX). Portanto houve um aumento de 28 vezes na B1 com relação ao jato, de 6 vezes na B2 com relação a B1 e 161 vezes na B2 com relação ao jato.

Tabela XV - Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos das piscinas públicas do município de Boqueirão, Paraíba.

Piscinas	Temperatura		pH		Turbidez		Cloretos		Dureza		Alcalinidade total	
	Nº	(°C)	Nº	(unidades)	Nº	(NTU)	Nº	(mg Cl ⁻ /ℓ)	Nº	(mg CaCO ₃ /ℓ)	Nº	(mg CaCO ₃ /ℓ)
PHO	7	24 (22-26)	7	8,6 (8,3-8,9)	7	4,7 (2,0- 8,0)	3	313 (291-350)	6	236 (187-280)	6	96,8 (77-108)
B1	6	24,5 (22-26)	6	8,3 (7,9-8,7)	6	4,6 (3,5- 5,0)	3	307 (288-319)	5	234 (202-279)	5	94,8 (83-103)
B2	7	25,0 (22-27)	7	8,3 (8,3-8,6)	7	6,6 (3,0-10,0)	3	304 (284-322)	6	229 (205-274)	6	98,2 (89-109)

Nº - Número de determinações; NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Tabela XVI - Observações de transparência das piscinas públicas do município de Boqueirão, Paraíba.

Piscinas	Nº total de Observações	Transparências					
		+		⊥		-	
		Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)
PHO	7	0	(0)	2	(28,6)	5	(71,4)
B1	6	0	(0)	0	(0)	6	(100)
B2	7	0	(0)	0	(0)	7	(100)
Total	20	0	0	2	(20)	18	(90)

(*) - quando se observavam nitidamente detalhes da parte mais funda; (⊥) - quando detalhes da parte mais funda eram vistos com dificuldade (turvo); (-) - quando não era possível visualizar detalhes da parte mais funda; Nº - Número de determinações.

Tabela XVII- Análise comparativa de transparência e turbidez das piscinas públicas do município de Boqueirão, Paraíba.

Piscinas	Nº total de determinações	Nº de determinações com transparência (+)	Turbidez (NTU)	Nº de determinações com transparência (±)	Turbidez (NTU)	Nº de determinações com transparência (-)	Turbidez (NTU)
PHD	7	0	-	2	2,0-2,5	5	4,0-5,0- 5,5-6,0- 8,0
B1	6	0	-	0	-	6	3,5-4,5- 4,6-5,0- 5,0-5,0
B2	7	0	-	0	-	7	3,0-6,0- 6,0-6,5- 7,5-7,5- 10,0
Total e (%)	20	0	(0)	2	(10%)	18	(90,0%)

(+) - quando se observavam nitidamente detalhes da parte mais funda; (±) - quando detalhes da parte mais funda eram vistos com dificuldade (turvo); (-) - quando não era possível visualizar detalhes da parte mais funda; NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Tabela XVIII- Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos da água de alimentação das piscinas do município de Boqueirão, Paraíba.

Água de alimentação Piscinas	pH		Turbidez		Cloratos		Dureza		Alcalinidade total	
	Nº	(unidades)	Nº	(NTU)	Nº	(mg Cl ⁻ /ℓ)	Nº	(mg CaCO ₃ /ℓ)	Nº	(mg CaCO ₃ /ℓ)
Açude/PIIO	3	8,4 (8,3-8,6)	3	3,2 (2,0-5,0)	3	304 (350-310)	3	236 (229-249)	3	95 (87-101)
Jato/B1 e B2	4	8,3 (8,2-8,5)	4	2,5 (1,5-4,0)	3	297 (283-320)	4	221 (184-237)	4	94 (88- 94)

Nº - Número de determinações; NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Tabela XIX - Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros bacteriológicos das piscinas públicas do município de Boqueirão, Paraíba.

Piscinas	Coliformes fecais		Streptococos fecais		Staphylococcus spp		P. aeruginosa		BFHM	
	Nº	CF/100ml	Nº	EF/100ml	Nº	ST/100ml	Nº	PA/100ml	Nº	BHM/ml
PHO	6	134 (2,18- 405)	6	22,0 (1,26-87,0)	4	165 (46- 323)	4	13,0 (0,0- 49)	6	15204 (3710- 37350)
B1	6	310,5 (33,30- 505)	6	149 (20- 575)	4	2075 (123-4300)	4	7,0 (2,0-13,3)	6	16233 (5400- 36000)
B2	6	2337 (141-6673)	6	911 (117-3600)	4	5033 (1600-7000)	4	23,0 (0,0- 78)	6	94617 (9000-280000)

BFHM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas; Nº - Número de determinações.

Tabela XX - Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros bacteriológicos da água de alimentação das piscinas do município de Boqueirão, Paraíba.

Água de alimentação Piscinas	Coliformes fecais		Estreptococos fecais		Staphylococcus spp		P. aeruginosa		BFHM	
	Nº	CF/100mℓ	Nº	EF/100mℓ	Nº	ST/100mℓ	Nº	PA/100mℓ	Nº	BFHM/mℓ
Açúde/P110	4	6,85 (0,46-14,56)	4	0,42 (0,16-0,7)	4	19,3 (0,0- 32)	4	0,25 (0,0-1,0)	3	1768 (930-3200)
Jato/B1 e B2	4	1,32 (0,0 - 2,91)	4	1,38 (0,0 -4,3)	4	16,5 (7,0- 29)	4	0,0	4	589 (245- 965)

BFHM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas; Nº - Número de determinações.

3.2.3 - Frequência de bactérias indicadoras.

A tabela XXI mostra a frequência das bactérias indicadoras nas piscinas do município de Boqueirão, Paraíba.

Os coliformes fecais, estreptococos fecais, *Staphylococcus* spp e as bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, estiveram presentes em 100% das amostras analisadas nas três piscinas estudadas. *P. aeruginosa* foi a espécie menos frequente. Contudo esteve presente em 75% das amostras da piscina PHO e B2 e em 100% das amostras na B1.

Nos locais de banho da cidade de Boqueirão foi observada uma frequência elevada dos indicadores bacteriológicos.

3.3 - Identificação bioquímica dos indicadores bacteriológicos.

3.3.1 - Coliformes fecais

Foram identificados bioquimicamente 624 colônias de coliformes fecais, isolados com a técnica de membrana de filtração e incubação a 44,5°C. Dentre elas 566 (90,7%) foram confirmadas como *E. coli*. As 59 (9,3%) colônias restantes foram indentificadas como, *Enterobacter* spp 27(4,53%),

Tabela XXI- Frequência de bactérias indicadoras das piscinas públicas do município de Boqueirão, Paraíba.

Piscinas	Coliformes fecais		Estreptococos fecais		<i>P. aeruginosa</i>		<i>Staphylococcus spp</i>		BFHM	
	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)	NP/Nt	(%)
PHO	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{3}{4}$	(75)	$\frac{4}{4}$	(100)	$\frac{6}{6}$	(100)
B1	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{4}{4}$	(100)	$\frac{4}{4}$	(100)	$\frac{6}{6}$	(100)
B2	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{6}{6}$	(100)	$\frac{3}{4}$	(75)	$\frac{4}{4}$	(100)	$\frac{6}{6}$	(100)

NP/Nt - Número de amostras positivas/número total de amostras analisadas BFHM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas.

Klebsiella spp 27 (4,32%) e *Citrobacter* spp 5 (0,8%).

3.3.2 - *Streptococcus* fecais

Foram submetidas a testes bioquímicos 205 colônias, sendo todas confirmadas como *Streptococcus* fecais.

3.3.5 - *Staphylococcus* spp

Foram submetidas a testes bioquímicos 862 colônias, de *Staphylococcus* spp. Dentre elas, 663 (76,9%) foram confirmadas como *S. aureus*.

3.3.4 - *Pseudomonas aeruginosa*

Foram analisadas bioquimicamente 598 colônias das quais 494 (82,6%) foram identificadas como *P. aeruginosa*.

3.4 - Relação entre número de banhistas e bactérias indicadoras.

A tabela XXII mostra os coeficientes de correlação entre o número de banhistas e o número de bactérias indicadoras. Utilizou-se um pacote estatístico MICROSTAT versão 2.3.

Das 14 piscinas estudadas, 11 (78,6%) apresentaram correlação positiva para coliformes fecais, 10 (71,4%) para *Streptococcus* fecais, 12 (85,7%) para *P. aeruginosa* e

Tabela XXII- Coeficientes de correlação entre número de banhistas e bactérias indicadoras.

Piscinas	r_{nb} ; CF	r_{nb} ; EF	r_{nb} ; ST	r_{nb} ; PA	r_{nb} ; BFHM
* PA2	0,3308	-0,4059	-0,4688	0,0524	0,2663
* PI2	0,4569	0,7039	0,7110	0,7375	0,5093
* PA3	-0,4125	0,2947	-0,0990	0,6818	0,0805
* PI3	0,8603	0,0279	-0,2150	0,8506	-0,0895
* PA5	0,2737	-0,1869	-0,6189	0,5604	0,2288
PA1	0,1730	0,7789	0,2324	0,8182	0,7621
PI1	0,8500	0,5925	-0,1542	0,6966	0,2868
PA4	-0,1884	-0,1874	-0,7908	-0,5548	0,0108
PI4	0,6171	0,5330	0,5836	0,2263	-0,1976
PA6	0,5660	0,4763	0,5335	0,8128	0,8544
PI6	0,8155	0,8675	0,8000	0,8775	0,8298
PHO	0,5244	0,6113	0,9547	0,3224	0,6909
B1	0,9222	0,8542	0,5958	0,1716	0,9559
B2	-0,7187	-0,4535	0,9559	-0,6342	0,0518

r - Coeficiente de correlação; nb - número de banhistas; CF - coliformes fecais; EF - estreptococos fecais; ST - *Staphylococcus* spp; PA - *Pseudomonas aeruginosa* e BFHM - Bactérias Facultativas Heterótrofas Mesófilas.

* - piscinas com os sistemas de recirculação e filtração funcionando na hora da coleta.

bactérias facultativas heterótrofas mesófilas e 8 (57%) para *Staphylococcus* spp.

Estes resultados sugerem que a medida que aumenta o número de banhistas, existe a tendência de aumentar o número de bactérias indicadoras.

Aplicando o teste t - Student ($\alpha = 0,05$) para as correlações positivas, verificou-se que, para coliformes fecais 36% das piscinas apresentaram resultados significativos, estreptococos fecais 40%, *Staphylococcus* spp, 13%, *P. aeruginosa* 25% e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas 34%.

Diversos fatores estariam influenciando na falta de uma maior associação:

- o número relativamente pequeno de amostras coletadas para cada piscina;
- a estimativa do número de banhistas;
- a eficiência do tratamento aplicado a cada uma das piscinas (recirculação e filtração no momento da coleta);
- grau de contaminação de cada usuário;
- introdução de bactérias a partir de outras fontes, que não os banhistas.

Com relação ao número de banhistas, é importante observar que o valor registrado corresponde ao de indivíduos dentro da piscina durante a coleta das amostras. No entanto, o número de bactérias presentes nas amostras inclui

também as bactérias deixadas na massa de água pelo conjunto de banhistas que utilizaram a piscina antes da coleta e que sobreviveram às condições ambientais. A recirculação e filtração durante as horas de banho diminuem de forma apreciável as bactérias presentes na massa de água como é evidenciado neste trabalho: nas piscinas com recirculação e filtração o percentual de correlações positivas que resultaram significativas (test t-Student, $\alpha = 0,05$), foi de 25% para coliformes fecais, 34% para estreptococos fecais e 20% para *P. aeruginosa*, não havendo associação significativa para bactérias facultativas heterótrofas mesófilas e *Staphylococcus* spp. Nas sem recirculação e filtração, as correlações significativas foram bem maiores ou seja 43% para coliformes fecais e estreptococos fecais, 14% para *Staphylococcus* spp, 29% para *P. aeruginosa* e 50% para bactérias facultativas heterótrofas mesófilas.

4.0 - DISCUSSÃO

A utilização de piscinas e balneários está ocasionalmente associada com o surgimento de doenças de origem bacteriana, viral e fúngica. Para evitar a presença de microrganismos de transmissão hídrica, estes centros recreacionais devem satisfazer padrões de qualidade físico-químicas e bacteriológicas. De acordo com o código nacional de saúde, estes padrões são estabelecidos por autoridades sanitárias competentes (estaduais ou municipais).

Segundo MONTEIRO (1984), são poucos os estados que dispõem de legislação específica sobre construção, tratamento e fiscalização de piscinas. Entre eles, destacam-se os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Pernambuco que possuem regulamentação para o uso das piscinas coletivas, públicas e privadas e a Portaria 536 de 07/12/1976 do Ministério do Interior, que estabelece normas para água de balneabilidade. Estas regulamentações estabelecem padrões de pH, cloro residual livre e combinado, transparência e bacteriológicos para as piscinas submetidas a tratamento e pH, visibilidade e bacteriológicos para balneários.

No presente trabalho foi analisada a qualidade bacteriológica de 11 piscinas de uso coletivo restrito, alimentadas com água da rede de distribuição pública, sendo

6 para adultos e 5 infantis, pertencentes a 6 clubes do município de Campina Grande e 3 piscinas de uso público, alimentadas com água bruta do açude Epitácio Pessoa, sendo uma do tipo encher e esvaziar, pertencente a um hotel e duas de passagem pertencentes a um balneário, localizadas no município de Boqueirão, Paraíba.

Levando-se em consideração os diferentes comportamentos das piscinas (com ou sem recirculação e filtração, tratamentos aleatórios, diversidade de produtos químicos etc), torna-se difícil uma comparação precisa dos parâmetros analisados.

4.1 - Parâmetros físico-químicos

Piscinas dos clubes (Campina Grande, Paraíba).

Foi verificado que a grande maioria das piscinas dos clubes estavam fora das normas para todos os parâmetros analisados.

Com relação a temperatura, as piscinas com os sistemas de recirculação e filtração funcionando na hora da coleta, apresentaram valores médios variando entre 25 e 26,5°C, enquanto que nas demais os valores médios foram maiores ou iguais a 27°C (com exceção das piscinas do clube 1). Isto sugere que a recirculação e filtração contribuem para diminuir a temperatura da água.

Os valores elevados de pH ao longo de todo período

de amostragem, favoreceram a diminuição da eficiência da desinfecção. Os experimentos realizados nos dias 11 e 12/09/1987 nos clubes 1 e 5, mostraram que a aplicação do desinfetante foi feita em condições inadequadas de pH.

Os valores detectados de cloro residual livre e combinado em todas as piscinas foram bem inferiores ao mínimo recomendado de 0,2-0,4 ppm. A ausência de cloro e os elevados valores de turbidez, favoreceram a presença de bactérias.

Segundo VICTORIN (1974), a maioria dos países controlam a qualidade higiênica de piscinas através de exames bacteriológicos, os quais não são feitos com a frequência adequada. Já o controle da concentração do desinfetante é um processo simples e pode ser feito pelo piscineiro todos os dias, inclusive várias vezes ao dia, para conferir se pelo menos os valores mínimos de desinfetante são atingidos e conservados ao longo do período de uso. O autor cita que, na Suíça, foram estabelecidos os seguintes padrões de cloro residual livre e pH: para pH entre 6,5 e 7,5 o cloro residual livre deve ser maior ou igual a 0,4 ppm; para pH entre 7,5 e 8,5 o cloro residual livre deve ser maior ou igual a 0,8 ppm e para pH maior ou igual a 8,5, o cloro residual livre deve ser maior ou igual a 1,5 ppm. Contudo, estudando 4 piscinas públicas nesse país, ele achou que em 55% das amostras com cloro residual livre maior que 0,8ppm havia bactérias facultativas heterótrofas mesófilas em nú-

meros superiores a 100/mℓ (sendo que na Suíça o limite estabelecido é de 100/mℓ), enquanto que em 53% das amostras com cloro residual livre menor que 0,4 ppm não havia bactérias facultativas heterótrofas mesófilas. O autor considera que as contagens altas de bactérias em amostras com elevados teores de cloro residual livre poderiam ser explicadas por conglomerados bacterianos rodeados de uma camada protetora que dificultaria o acesso do desinfetante até as bactérias. Pode-se concluir que as determinações de cloro e pH e a manutenção dos valores padrões destes parâmetros são importantes, contudo não substituem os controles bacteriológicos.

Com relação à transparência, 73,1% das observações estiveram fora das normas, sendo que as piscinas infantis apresentaram condições mais deficientes. As piscinas com recirculação e filtração, apresentaram maior frequência de transparência positiva: das 25 observações nas piscinas para adultos apenas 4 (16%) foram de transparências média e negativa, enquanto que nas sem recirculação e filtração, das 26 observações, 25 (96%) corresponderam a transparência média e negativa. Nas piscinas infantis a porcentagem de transparência média e negativa foi bem mais acentuada: 88% nas piscinas com recirculação e filtração e 96% nas sem recirculação e filtração. O mesmo comportamento foi observado nas leituras de turbidez. Os valores médios mais elevados nas piscinas infantis podem ser atribuídos às descar

gas introduzidas pelas crianças (urina e mucos, por exemplo) e sujeiras trazidas nos pés, nas constantes entradas e saídas da água. As diferenças de turbidez nas piscinas para adultos e infantis dos clubes 2 e 3 mostraram a grande deterioração destas últimas: no clube 2, a piscina para adulto teve turbidez média de 0,63 NTU e no clube 3 de 0,68 NTU, enquanto que nas infantis, o clube 2, apresentou turbidez de 2,5 NTU e o clube 3 de 1,3 NTU. Os dois clubes aplicam o mesmo tipo de tratamento em ambas as piscinas e apresentaram recirculação e filtração na hora da coleta.

Verifica-se que a recirculação e filtração diminuem consideravelmente, a turbidez e, conseqüentemente, melhoram as condições de transparência. É interessante observar os resultados de turbidez nas piscinas para adultos dos clubes 2 e 4 (PA2 e PA4): ambas tem capacidade aproximadamente igual e apresentaram número médio de banhistas semelhante (650 m^3 - 28 banhistas e 640 m^3 - 26 banhistas, respectivamente). A piscina PA2 teve recirculação e filtração. Observa-se que a turbidez média na primeira foi de 0,65 NTU e na segunda 3,4 NTU ou seja, 5,4 vezes mais alta. A piscina PA4 apresentou uma carga bacteriana bem superior a PA2: 20,5 vezes mais coliformes fecais, 1,8 vezes mais estreptococos fecais, 5,4 vezes mais bactérias facultativas heterótrofas mesófilas e 3,9 vezes mais *Staphylococcus* spp. Isto mostra que a filtração além de ter removido a turbidez, também removeu bactérias.

Por outro lado, uma menor capacidade, um número médio elevado de banhistas e a ausência de filtração e recirculação favorecem a deterioração da água: a piscina PA6 tem 459 m³, apresentou um número médio de 46 banhistas, não teve os sistemas de recirculação e filtração funcionando nas horas das coletas e teve a máxima carga bacteriana. A piscina infantil deste clube, também foi a que apresentou as condições mais deficientes de todos os parâmetros estudados.

VICTORIN (1974), observou que águas de piscinas submetidas a precipitação com sulfato de alumínio pelo menos uma vez por semana e com filtros de areia lavados cada dois dias, apresentaram menos de 10 BFHM/mL. No entanto em piscinas submetidas apenas a filtração diária e com filtros lavados a cada quatorze dias, altas contagens bacterianas eram encontradas, exceto no primeiro dia após a lavagem dos filtros.

Neste trabalho, observou-se que todos os clubes (exceto o clube 2), utilizaram sulfato de alumínio e em 50% deles os sistemas de recirculação e filtração estavam funcionando na hora da coleta. Contudo, a aplicação dos produtos químicos era feita de maneira aleatória. Estas condições deficientes de funcionamento e tratamento contribuíram para uma alta deterioração da água.

Apesar de não existir um padrão de turbidez para água de piscinas, o STANDARD METHODS (1985), recomenda uma tur

bidez máxima de 1,0 NTU e alguns pesquisadores aplicam a faixa de turbidez para água potável de abastecimento, que admite até 5,0 NTU. A análise comparativa entre as observações de transparência e as leituras de turbidez, permitiu concluir que valores de turbidez maiores que 3,0 NTU estiveram associados a transparência negativa em 86,1% das observações. Em todas as ocasiões a água se apresentou escura (turva). Os objetivos para se manter uma transparência positiva, que correspondeu a uma turbidez de 1,0 NTU em 100% das observações, são: a) fornecer uma água límpida e mais atrativa para os banhistas; b) contribuir para evitar acidentes e d) favorecer o desempenho do desinfetante. Nenhuma dessas condições foram satisfeitas quando a turbidez foi maior ou igual a 3,0 NTU. Os resultados sugerem que valores na faixa de 1,5 a 2,0 NTU poderiam ser aceitos como de turbidez máxima, já que eles corresponderam a transparência média em aproximadamente 60% dos casos. Contudo, a adoção de um valor máximo, como é sugerido, deve ser estudado em relação à influência na desinfecção e nas determinações bacteriológicas.

Os cloretos são considerados por alguns autores como indicadores da poluição introduzida pelos banhistas nas piscinas através do suor e da urina. Além desses dois fatores, a própria água de abastecimento público contribui também para o aumento de teores de cloretos. Os cloretos acumulados nas piscinas não são removidos durante o tratamen

to. A única forma de eliminá-los seria pela substituição completa de sua água por outra com teores baixos de cloretos. Portanto, em piscinas de recirculação e tratamento é de se esperar, ao longo do tempo, uma salinização crescente da massa de água. Nas piscinas onde parte do volume de água é removida periódicamente por ocasião da lavagem dos filtros e da aspiração, há um retardamento na salinização através de diluições frequentes, geralmente semanais, por ocasião da reposição da água perdida na lavagem dos filtros e da aspiração da piscina, com água do abastecimento público. Já nas piscinas onde a água de lavagem e da aspiração é transferida para um tanque de reaproveitamento, verificou-se um aumento considerável na concentração de cloretos. Foi o caso observado nas piscinas do clube 3, que apresentaram menores números médios de banhistas, menor turbidez média e pouca contaminação bacteriana, no entanto houve uma grande concentração de cloretos. Portanto, nas piscinas de recirculação e filtração submetidas a tratamento químico, não foi possível relacionar diretamente valores elevados de cloretos com poluição de origem humana. Por outro lado, os resultados mostraram que o padrão de $250 \text{ mgCl}^-/\ell$ adotado por alguns pesquisadores, não seria possível de ser atingido, visto que a água do abastecimento público, possui uma concentração média de cloretos na ordem de $311 \text{ mgCl}^-/\ell$.

Todas as piscinas apresentaram alcalinidade total su

perior ao máximo recomendado de 100 mg CaCO_3/ℓ , com exceção das piscinas do clube 4, que apresentaram valores inferiores ao mínimo recomendado de 50 mg CaCO_3/ℓ . Provavelmente esta baixa alcalinidade se deve a que essas piscinas são enchidas com uma mistura de água potável e água proveniente de um poço artesiano localizado próximo a elas.

O maior valor médio foi observado nas piscinas do clube 3, o qual reaproveita suas águas após um tratamento simples. Este tratamento não eliminaria a alcalinidade e desta forma, estaria contribuindo com os altos valores observados. Os valores médios de alcalinidade total das piscinas foram superiores aos valores médios de alcalinidade da água de alimentação dos reservatórios de distribuição e estes, por sua vez, superiores aos valores médios da água do açude Epitácio Pessoa. Conclui-se que durante o tratamento na estação potabilizadora (ETA), houve um aumento na alcalinidade de aproximadamente 10 mg CaCO_3/ℓ em relação à água de origem e em média de 56 mg CaCO_3/ℓ nas piscinas com relação a água da rede de distribuição, causada provavelmente pelo tratamento químico aplicado.

Relacionando os valores médios de alcalinidade total com os de pH, observa-se que as piscinas do clube 4, apresentaram tendência para excesso de alcalinidade a bicarbonato e as dos clubes restantes, para bicarbonato e carbonato com tendências para excesso de carbonato.

Os bicarbonatos de cálcio e de magnésio e os sulfato

tos de cálcio e de magnésio são os principais sais responsáveis pela dureza da água. Os carbonatos de cálcio, especialmente, tendem a formar precipitados os quais prejudicam as operações de limpeza e o funcionamento dos sistemas de recirculação e filtração.

Foi verificado que a alcalinidade elevada em quase todas as piscinas, junto com os valores altos de pH, favoreceram a presença de íons carbonatos. Estes resultados, unidos às características de dureza das águas das piscinas (valores típicos de águas duras e muito duras) forneceram condições adequadas para a precipitação de sais de cálcio (CaCO_3) e formação de incrustações.

Os valores médios de dureza nas piscinas foram bem próximos aos da água do manancial (açude Epitácio Pessoa), com exceção das piscinas do clube 6, que teve os maiores valores. Estas piscinas apresentaram as piores condições de tratamento químico, deficiências acentuadas nos processos de aspiração (limpeza do fundo), não foram observadas recirculação e filtração e suas águas foram as mais turvas (com aspecto leitoso em todas as visitas). Estas condições de funcionamento, junto ao uso de hipoclorito de cálcio na desinfecção teriam contribuído para essa dureza elevada.

Os resultados de alcalinidade total, dureza e pH, sugerem que as características da água de alimentação favorecem a deterioração dos sistemas de tubulações das piscinas. Contudo, este assunto deve ser estudado mais profundamente.

Piscinas públicas (Boqueirão, Paraíba).

Não existe uma regulamentação específica para piscinas de águas naturais. Para fins de análises, aplicou-se os padrões de água de balneabilidade. Por outro lado, apesar de não existir padrões para turbidez, transparência, dureza, alcalinidade total e cloretos, suas determinações foram realizadas para seu estudo comparativo com a água de alimentação.

Os valores médios de temperatura e pH estiveram, na maioria das ocasiões, dentro do recomendado. A visibilidade foi negativa em todas as observações. Foi verificada uma acentuada deterioração da turbidez nas três piscinas com relação à água de alimentação. As águas da piscina do hotel apresentaram-se com a cor esverdeada intensa, devido à abundância de algas e as do balneário com a cor marrom escura, devido à agitação dos sedimentos do fundo, ocasionado pelos banhistas.

A exemplo da análise comparativa entre as leituras de turbidez e observações de transparência feita nas piscinas dos clubes, o mesmo estudo foi realizado nestas piscinas. Os resultados mostraram que 100% das observações foram de transparências médias e negativas as quais corresponderam a valores de turbidez maiores ou iguais a 2,0 NTU. Portanto, estes resultados reforçam a proposta de que uma turbidez máxima desta ordem seria a recomendada.

Os valores médios de dureza, foram aproximados aos das piscinas dos clubes e aos da água de alimentação (açude). Valores estes elevados e característicos de água dura.

Os valores médios de alcalinidade total, não sofreram praticamente alterações com relação à água de alimentação, assim como os de cloretos.

4.2 - Parâmetros bacteriológicos

Piscinas de clubes (Campina Grande, Paraíba).

Um monitoramento bacteriológico adequado em piscinas exige a análise de amostras representativas. A maioria das amostras de rotina são coletadas em apenas um ponto da piscina e transferidas ao laboratório. No entanto, a distribuição de microrganismos na massa de água não é homogênea, como foi mostrado por diversos pesquisadores. MALLMANN (1962), observou grande variedade na incidência de cocos num mesmo ponto da piscina, o que foi atribuído a descargas provenientes da boca e nariz dos nadadores que passavam perto do ponto de amostragem e a posterior diluição dos microrganismos na água ou a sua destruição pelo desinfetante. CRONE & TEE (1974), observaram grandes flutuações dos números de estafilococos em coletas feitas em locais diferentes da piscina. Já MARTINI *et alii* (1982), analisando amostras de diferentes profundidades em piscinas de clubes em Londrina, PR, encontraram maior contaminação com bactérias

e fungos nas águas mais profundas enquanto que SCHIEMANN (1985), detectou variações significativas no número de bactérias aeróbias, estreptococos fecais e estafilococos em amostras coletadas em diferentes pontos da piscina, num mesmo horário. Este último sugeriu a coleta de amostras compostas. Também observou que o filme superficial, que concentra um número elevado de bactérias era difícil de ser desinfetado adequadamente.

No presente trabalho adotou-se a técnica de coleta de amostras compostas como foi sugerido por SCHIEMANN (1985) e foram avaliadas amostras coletadas a 30cm da superfície, como é indicado pelos manuais e até um metro de profundidade, incluindo-se o filme superficial.

Os resultados de 49 amostragens simultâneas pelos dois procedimentos mostraram que as duas técnicas eram equivalentes. Atribui-se a semelhança dos resultados, às amostras compostas coletadas, que permitiram reduzir a variabilidade das amostras individuais.

Os padrões bacteriológicos para água de piscinas submetidas a tratamento, baseiam-se no índice de coliformes totais e número de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas. Esses padrões são os mesmos exigidos para água potável tratada.

As piscinas estudadas não possuem coberturas ou seja, são construídas ao ar livre e portanto, submetidas à ação dos ventos que transportam poeiras e folhas, recebem

água da chuva etc. Desta forma, as piscinas podem ser con
taminadas com coliformes totais proveniente do meio ambien
te. Se os teores de desinfetante nas piscinas estão baixos
ou ausentes, obviamente serão detectados coliformes totais
e em números relativamente elevados. Portanto, em piscinas,
a presença de coliformes totais não é necessariamente indi
cativo de poluição fecal. Serve apenas, como indicativo de
que não há residuais adequados de desinfetante.

No presente trabalho foram pesquisados os coliformes
fecais seguindo-se as recomendações do STANDARD METHODS
(1985), que considera este grupo de bactérias como os prin
cipais indicadores de contaminação fecal em piscinas desco
bertas. Obviamente se os coliformes fecais estão presentes,
também estarão os coliformes totais. Foram também quantifi
cados os estreptococos fecais, como indicadores adicionais
de poluição fecal. Os *Staphylococcus* spp e as *P. aeruginosa*
foram pesquisadas por constituírem, atualmente os indicado
res bacteriológicos mais adequados, da presença de micror
organismos responsáveis por infecções de olhos, garganta, ou
vidos, nariz e pele. Servem também como indicadores da efi
ciência do tratamento, por serem mais resistentes ao cloro
que os coliformes. As bactérias facultativas heterótro
fas mesófilas, foram determinadas por fornecerem uma estimativa glo
bal das bactérias presentes.

Desta forma, foram seguidas as recomendações de
DUTKA (1973), que sugeriu o emprego de mais de um sistema

de organismos indicadores, a fim de se obter informações sobre os diferentes riscos à saúde que uma água recreacional pode oferecer.

Os cinco indicadores bacteriológicos estiveram presentes em todas as piscinas, com frequência variável de isolamento.

O isolamento de coliformes fecais em todas as piscinas mostra que houve contaminação fecal, sendo que as infantis apresentaram concentrações médias mais elevadas. Contudo, na maioria das ocasiões, as concentrações médias em todas as piscinas, foram inferiores aos valores médios de estafilococos. SCHIEMANN (1985), observou que a presença de coliformes fecais em piscinas submetidas a tratamento se verifica apenas quando todas as outras bactérias indicadoras, estão presentes. Neste trabalho, o mesmo comportamento foi observado, ou seja, os coliformes fecais estiveram acompanhados por estreptococos fecais, estafilococos e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, inclusive, sempre que as *P. aeruginosa* estiveram presentes, foram isolados coliformes fecais.

O mesmo autor considera que bactérias coliformes não são indicadoras sensíveis do grau de poluição em piscinas, porque elas não são introduzidas regularmente na água e sua presença seria apenas indicadora de deterioração acentuada de sua qualidade.

Neste trabalho verificou-se a tendência do aumento

de coliformes fecais à medida que aumentava o número de banhistas, o que coincide com as observações de CRONE & TEE (1974), que detectaram aumento na frequência de isolamento de coliformes fecais em amostras coletadas com banhistas dentro das piscinas. Nas piscinas estudadas, verificou-se também, que a presença de coliformes fecais é indicadora de água altamente deteriorada, porque, amostras com números médios baixos de coliformes fecais apresentaram números elevados dos outros indicadores bacteriológicos (exceto *P. aeruginosa*).

A identificação bioquímica dos coliformes fecais isolados a 44,5°C, mostraram que o grupo está constituído em 90,7% por *E. coli*. É interessante observar que, embora em porcentagens baixas, foram isolados *Enterobacter* spp, *Kleb*si*ella* spp e *Citrobacter* spp, os quais se mostraram termotolerantes. Seria de interesse pesquisar as porcentagens destas enterobactérias termotolerantes em outros ambientes aquáticos, no solo e em fezes com a finalidade de se conhecer a composição regional do grupo de coliformes fecais.

A frequência de isolamento de estreptococos fecais , foi mais elevada que a dos coliformes fecais na maioria das piscinas, sendo bem mais acentuada nas piscinas infantis. Inclusive, os valores médios de estreptococos fecais, foram mais elevados em 6(55%) das 11 piscinas dos clubes.

Visto que os estreptococos fecais estão em números mais baixos nas fezes que os coliformes fecais (1 grama de

de fezes humanas contém 3×10^6 estreptococos e $1,3 \times 10^7$ coliformes fecais - MARA, 1974), os maiores valores médios obtidos e a maior frequência de isolamento estariam indicando que eles sobreviveram mais que os coliformes fecais. No presente trabalho foi verificado que os estreptococos fecais não foram afetados por valores de pH acima de 8,5 unidades, enquanto que em algumas piscinas observou-se que esses valores de pH diminuíram a frequência de isolamento de coliformes fecais. São um bom exemplo os resultados obtidos na piscina PA3, que teve o menor número médio de banhistas e apresentou em média 0,4 coliformes fecais/100 ml e 2,0 estreptococos fecais/100ml, com frequência de isolamento de 28% para o primeiro e de 85,6% para o segundo. O pH médio desta piscina foi de 8,9 unidades. Estes resultados concordam com as referências bibliográficas, onde se registram que estreptococos fecais (exceto *S. bovis* e *S. equinus*) podem sobreviver em pH de até 9,6 unidades, além de serem resistentes às concentrações elevadas de cloreto de sódio e ao cloro residual (TRABULSI, 1986; DUTKA, 1973; FAVERO *et alii*, 1964).

Os resultados deste trabalho sugerem fortemente que os estreptococos são indicadores mais adequados de poluição fecal em piscinas, que os coliformes fecais. Uma outra vantagem dos estreptococos fecais sobre as bactérias coliformes, reside na sua menor capacidade de reprodução fora do trato intestinal. Sua detecção pode ser de gran-

de valor em piscinas onde os coliformes dão resultados negativos, embora se suspeite de falhas na filtração ou na desinfecção.

Sendo bactérias indicadoras de poluição fecal, coliformes fecais e estreptococos fecais devem estar ausentes nas águas de piscinas bem tratadas. Sua presença nas piscinas estudadas evidenciou falhas graves no tratamento.

Os *Staphylococcus* spp se apresentaram em todas as piscinas com frequência de 100% de isolamento e os valores médios variaram de 26 até 833 ST/100ml. Foram identificados como *S. aureus* 76,9% dos estafilococos isolados. Em todas as ocasiões, os estafilococos estiveram acompanhados por bactérias de origem fecal, seja coliformes fecais ou estreptococos fecais ou ambos. Estes resultados coincidem com os de FAVERO *et alii* (1964), os quais, estudando 12 piscinas públicas e privadas ao longo de 2 anos observaram que as bactérias intestinais estavam sempre presentes quando havia valores elevados de estafilococos. Eles também observaram que era comum o isolamento de estafilococos em amostras negativas para coliformes e estreptococos fecais e com números baixos de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas. Estes autores concluíram que os padrões baseados no índice de coliformes e de bactérias totais (atualmente bactérias facultativas heterótrofas mesófilas) eram inadequados e propuseram a adoção de um índice de menos de 100 ST/100ml. Anteriormente, SELIGMAN

(1951) citado por FAVERO *et alii* (1964) tinha proposto um índice de cocos (estreptococos e estafilococos) na ordem de 15 cocos/100mℓ. KEIRN & PUTMAN (1968), propuseram 30 ST/100mℓ em menos de 15% das amostras coletadas num determinado período.

As propostas dos autores sobre a adoção de um índice de estafilococos para piscina baseia-se na facilidade de sua detecção e na maior resistência ao cloro destas bactérias sobre as bactérias de origem fecal. Desta forma, a ausência de estafilococos implicaria na ausência de coliformes e conseqüentemente de patogênicos intestinais. Por serem indicadores válidos de poluição proveniente da boca, nariz, garganta e pele (e por ser o *S. aureus* um patogênico potencial), sua ausência ofereceria maior garantia de uma água bacteriologicamente segura.

Neste trabalho, os valores médios de estafilococos na faixa de 26 até 55 ST/100mℓ apresentaram valores médios de coliformes fecais de 0,2 até 2,0 CF/100mℓ e de 2,0 até 6,0 EF/100mℓ. Para valores médios de estafilococos de 146,7 até 833 ST/100mℓ os valores médios de coliformes fecais variaram de 8,5 a 226 CF/100mℓ e os de estreptococos fecais de 7,4 até 103 EF/100mℓ. De acordo com estes resultados, o índice de estafilococos proposto por FAVERO *et alii* (1964), não seria adequado para as piscinas estudadas visto que valores de 26 ST/100mℓ estiveram associados a bactérias intestinais (coliformes fecais e ou estreptococos fecais).

Contudo, as piscinas pesquisadas apresentaram-se com ní-
veis muito baixos de cloro residual livre e combinado, fa-
vorecendo a proliferação bacteriana. É provável que em pis-
cinas com cloro residual livre acima de 0,2 ppm (e preferen-
cialmente superior a 0,4 ppm) possa ser aplicado o índice
de estafilococos de FAVERO *et alii* (1964), visto que os es-
tafilococos são mais resistentes ao cloro. Considerando os
baixos teores de cloro na hora de máxima carga de banhis-
tas nas piscinas estudadas, um índice mais seguro seria o
proposto por SELIGMAN (1951), citado por FAVERO *et alii*
(1964) e por KEIRN & PUTMAN (1968), de aproximadamente 15
ST/100ml. Este valor, aparentemente, poderia garantir uma
água isenta de contaminação fecal, visto que as amostras
com 26 ST/100ml apresentaram apenas 0,2-0,4 CF/100ml e
2,0-3,3 EF/100ml.

Neste trabalho foi observada a persistência de *S.*
aureus à desinfecção com hipoclorito de sódio nas piscinas
PA1 e PA5. Na PA5, 5,0 *S. aureus*/100ml foram isolados após
aproximadamente 40 minutos à aplicação do desinfetante e
quando o cloro residual livre era superior a 3,0 ppm. Na
PA1, ainda foram detectados *S. aureus* às 08:00 horas do
dia seguinte, isto é, a aproximadamente 14 horas após a de-
sinfecção. Nessas duas ocasiões, coliformes fecais, estrept-
tococos fecais e *P. aeruginosa* tinham sido eliminados e as
bactérias facultativas heterótrofas mesófilas estavam pre-
sentes em números muito baixos.

Estes resultados mostram que os estafilococos são bons indicadores do grau de desinfecção em piscinas, como é sugerido por CRONE & TEE (1974). Estes autores observaram grandes variações dos números de estafilococos, em piscinas. Inclusive isolaram estafilococos em números baixos em piscinas onde os sistemas de recirculação e filtração estavam funcionando, os banhistas estavam ausentes e o cloro residual livre era de 1,0 ppm. Quando o cloro residual livre era de 1,0 ppm, a piscina tinha recebido tratamento, estava com recirculação e filtração e tinha permanecido fora de uso durante 10 horas, os estafilococos estavam ausentes. Os autores concluíram que, a alta resistência ao cloro, inibe seu uso como indicadores de contaminação e limitam seu valor como indicadores de desinfecção eficiente.

P. aeruginosa, foram as bactérias detectadas com menor frequência e em números médios mais baixos.

Todas as amostras com *P. aeruginosa* apresentaram bactérias fecais, coliformes ou estreptococos ou ambos, indicando alto grau de deterioração da água, sendo que as piscinas infantis tiveram as maiores concentrações destas bactérias.

Na maioria das ocasiões os valores médios mais elevados de *P. aeruginosa*, corresponderam às piscinas com os maiores valores médios de indicadores fecais e com turbidez alta.

As amostras com temperaturas superiores a 25°C apresentaram maior frequência de isolamento de *P. aeruginosa*. Um grande número de pesquisadores citam altas frequências de isolamento de *P. aeruginosa*, em piscinas aquecidas. SEYFRER & FRAZER (1980), relatam que os valores mais altos, isolados em piscinas de vários tipos, foram registrados com carga de banhistas superior a 10, cloro residual livre 0,0 ppm e temperatura de 31°C. HIGSMITH *et alii* (1985), detectaram 20 surtos de infecções por *P. aeruginosa* ao longo de 6 anos em piscinas aquecidas de hidromassagem. Esses autores relatam que *P. aeruginosa* pode sobreviver e proliferar na água, sendo capaz de colonizar os sistemas de tubulação através da secreção de material mucilaginoso extracelular o qual lhe permite sua aderência à superfície. KEIRN & PUTMAN (1968), observaram o aparecimento de *P. aeruginosa* numa piscina universitária após aplicar algicidas a base de sais quaternários de amônio. As *P. aeruginosa*, teriam ficado adsorvidas ao algicida, o que por sua vez ficou retido no filtro de diatomita e passou a liberar concentrações elevadas de *Pseudomonas* spp nas piscinas.

A presença de *P. aeruginosa* em piscinas não é desejada por ser agente etiológico de diversas infecções e por ser produtora de "limo" o qual fica aderido às paredes e quando não é perfeitamente eliminado se transforma num fornecedor contínuo de novas *Pseudomonas*. Portanto, em piscinas, o índice de *P. aeruginosa* deve ser zero.

As bactérias facultativas heterótrofas mesófilas (BFHM), mostraram-se indicadoras úteis para avaliar a qualidade bacteriológica da água. Suas contagens foram elevadas nas piscinas onde também estavam presentes coliformes e estreptococos fecais, estafilococos e *P. aeruginosa*. As piscinas infantis apresentaram os valores médios mais altos e maior frequência de isolamento. Durante a desinfecção, nos experimentos dos dias 11 e 12/09/87, sua concentração diminuiu substancialmente após o contato com o hipoclorito de sódio, ficando ainda algumas bactérias após terem sido eliminados os outros indicadores (exceto *S. aureus*). Este resultado coincide com os de SHIEMANN (1985) e os de LECHEVALLIER *et alii* (1980), que consideram as bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, como valiosos indicadores do processo de desinfecção. Neste trabalho, foi verificado em 50% das piscinas sem recirculação e filtração, associação significativa entre o aumento do número de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, com o aumento do número de banhistas. Estes resultados mostram que nestas circunstâncias, as bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, são boas indicadoras do grau de poluição proveniente dos banhistas.

FAVERO *et alii* (1984), observaram que o limite de 200 BFHM/ml como é exigido pela maioria das normas é facilmente ultrapassado, ainda em piscinas bem tratadas e com níveis adequados de cloro. As principais bactérias sobreviventes à desinfecção são esporuladas, não patogênicas e

bactérias saprófitas, como *Alcaligenas fecais* e *Pseudomonas alcaligenes*, todas elas introduzidas por poeiras, folhas e sujeiras, em geral transportadas pelo vento e água da chuva.

Neste trabalho foram também verificadas porcentagens elevadas de bactérias esporuladas entre as isoladas.

No presente trabalho não foram detectadas amostras com bactérias facultativas heterótrofas mesófilas na ordem de 200/ml. Os menores valores foram de 300/ml (PA3), onde havia também estreptococos fecais (0,35 EF/100ml) e de 365/ml (PA1), onde havia coliforme e estreptococos fecais (0,64 CF/100ml e 0,17 EF/100ml).

O escasso número de amostras com baixos valores de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, dificultam a análise de um valor padrão. Pode-se apenas dizer que amostras com bactérias facultativas heterótrofas mesófilas na ordem de 300 BFHM/ml, apresentaram um número baixo das outras bactérias indicadoras.

A análise da relação entre indicadores bacteriológicos e parâmetros físico-químicos, mostrou que temperaturas superiores a 25°C e turbidez maior que 1,0 NTU, favoreceram um ligeiro aumento da frequência de isolamento de coliformes fecais, *P. aeruginosa* e estreptococos fecais. Valores de pH superiores a 8,5 unidades, diminuíram significativamente a frequência de isolamento dos dois primeiros indicadores, enquanto que os estreptococos fecais não foram

afetados. Estes resultados coincidem com as referências bibliográficas. Com relação a *P. aeruginosa*, apenas o trabalho de SEYFRIGD & FRASER (1980) registra aumento destas bactérias com pH superior a 7,8 e cloro residual livre elevado. Os autores explicam estes resultados pela possibilidade de sobrevivência das *P. aeruginosa* dentro da camada de mucilagem por elas produzida e à possível reinoculação da água com bactérias provenientes do exterior (piso, vestiários, filtros mal lavados).

Concluiu-se que a manutenção dos valores de temperatura e turbidez dentro dos valores padrões, contribuiriam para manter a qualidade bacteriológica da água. No entanto, estes parâmetros não podem ser considerados isolados e a preservação da qualidade da água se consegue com controles integrados de todos os indicadores.

O estudo da relação entre número de banhistas e bactérias indicadoras mostrou que, em linhas gerais, há uma tendência de aumento do número de bactérias com o aumento do número de usuários. Nas piscinas sem recirculação e filtração, a melhor correlação positiva significativa foi encontrada para as bactérias facultativas heterótrofas mesófilas (50% das piscinas) e para coliformes e estreptococos fecais (43%). Para estafilococos houve correlação apenas em 14% das piscinas. Nas piscinas com recirculação e filtração às correlações positivas significativas foram bem menores, o que se explica pela eliminação de bactérias no

processo de filtração.

Um estudo feito entre 1979-1980, sobre as condições sanitárias de cinco piscinas para adultos pertencentes a clubes da cidade de Campina Grande (MARQUES, 1983), mostrou que essas piscinas, tanto antes da abertura dos clubes, quanto nas horas de máxima carga de banhistas, apresentaram apenas traços de cloro residual livre e combinado, elevada turbidez e altos valores médios de coliformes, bactérias facultativas heterótrofas mesófilas, estafilococos e *Pseudomonas* spp.

No presente trabalho verificou-se que essa situação pouco se modificou. Contudo, os valores de turbidez e de bactérias indicadoras foram inferiores aos detectados há 8 anos. Isto pode ser resultado de uma melhora real no tratamento ou as técnicas aqui utilizadas, tanto de amostragem como de quantificação de bactérias que foram mais acuradas. Já as determinações de cloro residual livre e combinado e de turbidez foram feitas pelos mesmos métodos.

Piscinas públicas (Boqueirão, Paraíba).

Não existem padrões de indicadores bacteriológicos para piscinas alimentadas com água não tratada. Admite-se apenas que elas devem manter a qualidade da água pela renovação periódica (piscinas de encher e esvaziar) ou pela circulação contínua da mesma (piscinas de passagem). O critério de "preservação da qualidade da água" poderia ser interpretado como a manutenção das concentrações bacterianas

próximas as da água de alimentação.

A água do manancial Epitácio Pessoa, apresentou qualidade bacteriológica excelente, pertencendo à categoria de 3 estrelas de acordo com o decreto 536 de 07/12/1976 do Ministério do Interior. Nas piscinas alimentadas com esta água observou-se uma deterioração acentuada de todos os indicadores bacteriológicos, mostrando alto grau de contaminação, causada principalmente pelos banhistas. Contudo, deve ser considerada a poluição proveniente das áreas próximas às piscinas, as quais frequentemente se apresentaram muito sujas e contaminadas com detritos humanos e de animais.

Uma qualidade bacteriológica melhor e mais próxima à da água do açude, poderia ser obtida na piscina PHO, diminuindo o tempo de retenção de 48 para 24 horas. Também, poder-se-ia optar por um tratamento físico-químico (filtração e desinfecção). Nas piscinas B1 e B2, a vazão da água do jato não parece ser suficiente para produzir uma circulação adequada e suficiente para remover toda a massa de água. Inclusive, a própria estrutura das piscinas permite a formação de cantos mortos que favorecem a acumulação de detritos e o fundo das piscinas apresenta uma camada espessa de lodo e areia, os quais ao serem agitados pelos banhistas, conferem à água aspecto desagradável, além de fornecer condições adequadas para a proliferação de microrganismos. Um aumento da vazão e uma modificação no projeto

destas piscinas poderiam contribuir para uma melhoria substancial da qualidade bacteriológica da água.

Aplicando-se os padrões para água de balneabilidade, os teores de coliformes fecais nas piscinas PHO e B1, permitem classificá-las como águas próprias para o banho (estes padrões admitem até 1000 CF/100ml), enquanto que a piscina B2, apresentou uma qualidade imprópria para o banho.

As modificações sugeridas poderiam fornecer uma água mais segura do ponto de vista da saúde do usuário, já que as piscinas são alimentadas com água de escassa contaminação. No entanto, seria também necessário a instalação de vestiários, duchas e um posto médico.

A limpeza das áreas próximas às piscinas torna-se muito importante para diminuir a contaminação proveniente das partes externas.

5.0 - CONCLUSÃO

Os dados experimentais relativos às piscinas estudadas, permitiram concluir que:

- 1 - Todas as piscinas dos clubes, apresentaram condições físico-químicas e bacteriológicas deficientes nas horas de máxima carga de banhistas, caracterizadas por:
 - a) ausência de cloro residual livre e combinado;
 - b) valores elevados de pH;
 - c) elevada turbidez;
 - d) elevadas concentrações e frequência de isolamento de bactérias.

Foi constatada deficiências na operação e manutenção das piscinas, verificadas pela desinfecção com pH elevado e ausência de recirculação e filtração durante as horas de uso (em 50% das piscinas). Isto favorece a presença de bactérias as quais são introduzidas principalmente pelos banhistas.

- 2 - Os maiores graus de contaminação foram verificados nas piscinas infantis, principalmente devido a:
 - a) constantes entradas e saídas da água das crianças;

- b) menores volumes de água nestas piscinas;
- c) descargas frequentes de urina e mucos, natural em crianças.

3 - As três piscinas públicas apresentaram deterioração acentuada da visibilidade e das condições bacteriológicas em relação a água de alimentação. Os fatores que podem ter contribuído para esta deterioração são:

- a) a falta de higiene nas áreas vizinhas;
- b) as bactérias trazidas pelos banhistas;
- c) o elevado tempo de retenção da água na piscina do hotel (PHO);
- d) a circulação deficiente nas piscinas do balneário (B1 e B2).

6 - SUGESTÕES

- 1 - Os órgãos regionais de saúde, deveriam proceder a fiscalização periódica de piscinas e balneários. Para isto, é de grande importância a elaboração, por parte das autoridades sanitárias, de manuais normativos. Com base na revisão bibliográfica e nos resultados aqui obtidos, podem-se sugerir os seguintes critérios:
 - a) adoção da técnica de coleta de amostras compostas, constituídas de amostras individuais coletadas em pelo menos 10 pontos ao redor do perímetro da piscina, a 30cm da superfície.
 - b) os parâmetros físico-químicos mais importantes seriam:
 - cloro residual livre e combinado, com leituras de pelo menos três vezes ao dia (antes, durante e após a utilização da piscina);
 - pH, cujas determinações devem acompanhar as do desinfetante;
 - transparência (e se possível turbidez), diariamente;
 - alcalinidade total (pelo menos uma vez por mês).

c) os parâmetros bacteriológicos mais adequados seriam:

- coliformes fecais e bactérias facultativas heterótrofas mesófilas (pelo menos uma vez por semana ou mais frequentemente se houver suspeita de poluição da água);
- estreptococos fecais (quando os coliformes fecais estiverem ausentes ou quando a contagem de bactérias facultativas heterótrofas mesófilas for alta);
- os demais indicadores bacteriológicos (estafilococos, especialmente *S. aureus* e *P. aeruginosa*), poderiam ser pesquisados em intervalos maiores de tempo, para se ter um controle mais seguro da eficiência do tratamento.

d) a exigência do funcionamento dos sistemas de recirculação e filtração, principalmente nas horas de uso.

Com relação a frequência de monitoramento, a sugestão de pelo menos três vezes ao dia para cloro residual livre e combinado e pH e de uma vez para transparências ou turbidez, está fundamentada nas variações diárias destes parâmetros, devido ao uso das piscinas, à exposição ao sol, chuva e ventos e por está de acordo com os manuais mais recentes.

Com referência a frequência de monitoramento para análise bacteriológica, sugere-se, numa fase inicial, uma análise semanal, visto que 50% das piscinas aplicam tratamento uma vez por semana. Posteriormente, e com base nos dados obtidos, pode-se definir uma frequência mais acurada.

Com referência aos valores padrões a serem adotados, a bibliografia e os resultados deste trabalho mostram como mais adequados para piscinas com recirculação e tratamento, os seguintes:

- cloro residual livre	(ppm)	0,4 - 0,7
- cloro residual combinado	(ppm)	1,5 - 2,0
- pH	(unidades)	7,2 - 7,6
- alcalinidade total	(mg CaCO ₃ /ℓ)	80 - 100
- turbidez	(NTU)	≤ 1,0 e máxima de 2,0.
- transparência	(+) e provavelmente(⊥)	(⊥) sempre que não corresponda a turbidez > 2,0 NTU.
- BFHM	(em 1,0mℓ)	200- 300
- Coliformes fecais	(em 100mℓ)	ausentes
- estreptococos fecais	(em 100mℓ)	ausentes
- estafilococos	(em 100mℓ)	15 - 30
- <i>P. aeruginosa</i>	(em 100mℓ)	ausentes

Com relação a manutenção dos residuais de cloro, seria recomendável aplicar a cloração contínua ou o emprego de estabilizadores de cloro.

2 - Para melhorar as condições higiênicas nas piscinas públicas do município de Boqueirão, sugere-se o seguinte:

- a) diminuição do tempo de retenção da água da piscina do hotel (PHO) e ou tratamento físico-químico;
- b) aumento da vazão e modificação do projeto do balneário;
- c) adoção de, pelo menos, as normas estabelecidas para águas de balneabilidade, com controle sanitário periódico. Todavia, visto que a água de alimentação corresponde a uma qualidade excelente (3 estrelas), deveria-se exigir que a qualidade das águas das piscinas, tanto do hotel como do balneário, sejam próximas a ela.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Swimming pools and other places (1949). Recommended practice for design, equipment and operation. In: PISCINAS DE USO COLETIVO. USP. OMS. OPS. São Paulo. 1968. ANEXO I, 31p.

AZEVEDO NETTO, J.M. Tratamento de água de piscinas. In: PISCINAS DE USO COLETIVO. USP, OMS, OPS. São Paulo, 1968. Cap. 5, p. 1-12.

AZEVEDO NETTO, J.M. Alcalinidade e dureza das águas. Controle de corrosão. In: TÉCNICA DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA. 2a. ed. São Paulo, CETESB, 1979. V.2, p.931 - 938.

BATALHA, B.L. Controle da qualidade da água para consumo humano. CETESB. São Paulo, 1977. 197p.

BRANCO, S.M. Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária. 2ª ed. CETESB, São Paulo, 1978. 620p.

CABELLI, V.J., KENNEDY, H. & LEVIN, M.A. *Pseudomonas aeruginosa-fecal-coliform* relationships in estuarine and fresh recreational waters. JWPCF, 1976. V.48, p.367-376.

CHAVES, C.M. Condições sanitárias de águas de piscinas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Tese de doutorado. Deptº de Saúde Ambiental - Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 1984. 130p.

CRONE, P.B. & TEE, G.M. *Staphylococci* in swimming pool water. J. Hyg Camb. 1974, V.75, p. 215-220.

DAVIS, D.B.; DULBECCO, R.; EISEN, N.H.; GINSBERG, S.H. Microbiology, 3th edition, HARPER INTERNATIONAL, USA 1980. 1355p.

DECRETO Nº 13.166, de 23 de janeiro de 1979. Aprova norma técnica especial (NTE) relativa a piscinas. Leis e decreto Estado de São Paulo. In: PISCINAS MANUTENÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA. MONTEIRO, C.E. São Paulo, CETESB/ASCETESB, 1984. p. 63-70.

DUTKA, B.J. Coliforms are an inadequate index of water quality. J. Environ. Hlth. 1973. V.36, p.39-46.

FAVERO, M.S.; CHARLES, D.H. & RANDALL, G.B. Use of *Staphylococci* as indicators of swimming pool pollution. Public Health Reports. Vol. 79, 1964. p. 61-70.

FEACHEM, R.G.; BRANDLEY, D.J.; GARELICK, H. & MARA, D.D. Sanitation and disease health aspects of excreta and wastewater management. John Wiley & Sons, 1983. 501p.

FITZGERALD, G.P. & Der VARTANIAN, M.E. *Pseudomonas aeruginosa* for the evaluation of swimming pool chlorination and algicides. *Appl. Microbiol.* 1969. V.17, p.415-421.

FORATTINI, O.P. Aspectos epidemiológicos relativos às piscinas. In: PISCINAS DE USO COLETIVO. USP, OMS, OPS. São Paulo. 1968. Cap. 2, p.1-11.

HIGHSMITH, A.K.; NHAN Le, P.; KHABBAZ, R.F. & MUNN, V. P. Characteristics of *Pseudomonas aeruginosa* isolates from whirlpools and bathers. *Infection Control.* 1985. V.6, p. 410-411.

KEIRN, M.A. & PUTMAN, M.D. Resistance of *Staphylococci* to halogens as related to a swimming pool environment. *Health Lab. Science*, 1968. V.5, p.180-193.

LeCHEVALLIER, M.W.; EVANS, T.M. & SEIDLER, R.J. Effect of turbidity on chlorination efficiency and bacterial persistence in drinking water. *App. Envirom. Microb.* 1981. V.42, p.159-167.

LeCHEVALLIER, M.W.; SEIDLER, R.J. & EVANS, T.M. Enumeration and characterization of standard plate count bacteria in chlorinated and raw water supplies. *App. Envirom. Microb.* 1980. V.40, p.922-930.

LEVIN, M.A. & CABELLI, V.J. Membrane filter technique for enumeration of *Pseudomonas aeruginosa*. Appl. Microbiol. 1972. V.24, p.864-870.

MALLMAN, W.L. Cocci test for detecting mouth and nose pollution of swimming pool water. Amer. J. Publ. Hlth. 1962. V.52, p. 2001-2008.

MARA, D.D. Bacteriology for sanitary engineers. Churchill Livingstone, 1974. 209p.

Manual de Piscinas de Uso Coletivo - USP - OMS - OPS. São Paulo. 1968. 235p.

MARTINI, A.S.; ITON, S.; ITINOSE, M.A.; DOI, L. M. & BORSATO, M.R. Pesquisa de bactérias e fungos em águas de piscinas da cidade de Londrina, PR. Revista Brasileira de Farmácia. Jan-Mar. 1982, p.34-39.

MENDONÇA, C.P. & RUFF, S.D. Estudo das condições sanitárias das águas de piscinas públicas e particulares, na cidade de Araraquara, São Paulo. Revista de Saúde Pública. São Paulo, 1978. V.12, p.113-121.

MARQUES, M.S.P. Condições sanitárias das águas de piscinas de Campina Grande - Dissertação de Mestrado - UFPb, 1983. 82p.

- MONTEIRO, C.E. Piscinas, Manutenção e Tratamento da Água. São Paulo, CETESB/ASCETESB, 1984. 80p.
- OLIVEIRA, W.E. Saneamento de piscinas. In: PISCINAS DE USO COLETIVO. USP, OMS, OPS. São Paulo, 1968. Cap. 1, p.1-9.
- PERA, A.F. Características físicas, químicas e bacteriológicas da água de piscinas: Padrões. Cloro residual. In: PISCINAS DE USO COLETIVO. USP, OMS, OPS. São Paulo, 1968. Cap. 3, p. 1-8.
- PORTARIA Nº 536, de 7 de dezembro de 1976. Ministério do Interior - Legislação Federal sobre o Controle da Poluição Ambiental. CETESB, São Paulo, 1984. 67p.
- ROBINTON, E.D. & MOOD, E.W. A quantitative and qualitative appraisal of microbial pollution of water by swimmers: a preliminary report. J. Hyg. 1974. V.73, Nº 2, p. 213-220.
- ROSSIN, C.R. Desinfecção. In: TÉCNICA DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA. 2^a ed. CETESB, São Paulo, 1977, V.2, p. 883-929.
- SAWYER, C.N. & McCARTY, P.L. Chemistry for environmental engineering. McGraw-Hill Book Company. 3th. 1985.532p.

SCHIEMANN, A.D. Experiences with bacteriological monitoring of pool water. INFECTION CONTROL, 1985, V.6, p.413-417.

SEUX, R.; WEICHERDING, J.; BESSE, P.; ALQUINI, Z. & CLEMENT, M. Étude quantitative et qualitative de la pollution apportée par les baigneurs. Réactions globales avec le chlore. In: Piscines et Santé. Recueil des actes du Colloque National. Rennes, 17-18-19 Juin 1985. p.92-103.

SEYFRIED, P.L. & FRASER, D.J. Persistence of *Pseudomonas aeruginosa* in chlorinated swimming pools. CAN J. Microbiol, 1980, V.26, p.350-355.

SIEGEL, S. Estatística não paramétrica. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo. 1979. 350p.

SOUSA, B.A. Avaliação da qualidade sanitária das águas minerais comercializadas em Campina Grande, Paraíba - Dissertação de Mestrado - UFPb, 1984. 86p.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16th edition, Washington, 1985. 1268p.

TRABULSI, L.R. Microbiologia - Livraria Atheneu, Rio de Janeiro/São Paulo, 1986. 355p.

VICTORIN, K. A field study of some swimming - pool waters with regard to bacteria, available chlorine and redox

potencial. J. Hyg. Camb. 1974. V.72, p. 101-110.

WHEATTER, D.W.; MARA, D.D.; JAWAD, L. & ORAGUI, J. *Pseudo*
monas aeruginosa and *Escherichia coli* in sewage and
freshwater - Water Research, 1980. V.14, p.713-721.