

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Jeane Correia de Espindula

**CARACTERIZAÇÃO BACTERIOLÓGICA E FÍSICO-  
QUÍMICA DAS ÁGUAS DO AQÜÍFERO FREÁTICO DO  
CEMITÉRIO DA VÁRZEA - RECIFE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
2004

JEANE CORREIA DE ESPINDULA

CARACTERIZAÇÃO BACTERIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO  
AQÜÍFERO FREÁTICO DO CEMITÉRIO DA VÁRZEA - RECIFE

Dissertação que apresentou ao Programa de Pós-graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Almany Costa Santos e co-orientada pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Janete Magali de Araújo, como preenchimento parcial dos requisitos para obter o grau de Mestre em Geociências, área de concentração em Hidrogeologia, defendida e aprovada em 18 de fevereiro de 2004.

RECIFE, PE

2004

À memória dos meus avós maternos, João Zito e Anatólia, e avós paternos, Dromira e Domingos, sobretudo, meu avô materno, com quem aprendi o valor da verdade e da honestidade.

Aos meus sobrinhos, Flávio e Bruno.

## APRESENTAÇÃO

O trabalho ora apresentado foi desenvolvido no Cemitério da Várzea – Recife-PE e adjacências, e atende requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geociências, na área de concentração Hidrogeologia, da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE.

As atividades desenvolvidas durante o estudo contaram com a colaboração da Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH, o Programa Enxoval da Universidade Federal de Pernambuco e o Laboratório de Processos Fermentativos do Departamento de Antibióticos da UFPE.

## RESUMO

Este trabalho visou a caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea-Recife/PE, com ênfase em indicadores de contaminação, sobretudo, do ponto de vista bacteriológico. O referido cemitério localiza-se na zona oeste do município do Recife e está assentado sobre terrenos de origem quaternária, cujo solo, especialmente, os três metros mais superficiais, é constituído por sedimentos predominantemente finos, variando granulometricamente entre areias, siltes e argilas. A metodologia aplicada compreendeu: a) construção de poços de observação no interior do cemitério bem como levantamento de poços rasos residenciais no entorno do mesmo; b) medição da superfície freática nesses poços; c) amostragem de água subterrânea para realização de análises bacteriológicas e físico-químicas. A superfície freática no interior do cemitério foi igual ou maior que 2,9 metros e variou, aproximadamente, 2,0 metros, sendo diretamente influenciada pela precipitação pluviométrica. A condutividade elétrica apresentou-se mais elevada no poço construído próximo às sepulturas com inumações realizadas há um ano ou menos, o que pode estar associado à decomposição dos corpos. Nas amostras de água subterrânea do aquífero freático, em especial, dos poços construídos na área interna do cemitério foi maior a ocorrência de bactérias heterotróficas ( $\approx 172 \times 10^3$  UFC/ml), bactérias proteolíticas ( $\geq 2400$  NMP/100ml) e clostrídios sulfito-redutores ( $> 23$  NMP/100ml). Nesses poços, observou-se uma maior concentração dos íons bicarbonato, cloreto, sulfato, sódio, cálcio e potássio. Contudo apenas o potássio excedeu os valores comumente considerados como de ocorrência natural para essas águas ou definidos na legislação vigente.

**PALAVRAS-CHAVE:** cemitério, aquífero freático, indicadores de contaminação, bactérias proteolíticas, bactérias heterotróficas.

## ABSTRACT

This work sought the bacteriological and physical-chemical characterization of the unconfined aquifer of the Várzea cemetery, with emphasis in the contamination indicators, especially in the bacteriological point of view. The already mentioned cemetery is located on the Western side of Recife and is located on terrains of quaternary origin. The soil, especially three meters to the surface, is constituted predominately by fine sediments which grains that change between sand, silt and clay. The applied methodology consisted of: a) construction of the monitoring wells in the Várzea cemetery and a survey of the shallow wells in the homes near the cemetery; b) measuring of the depth of the water level in the wells; c) groundwater sampling for execution of bacteriological and physical-chemical analysis. The depth of the water level inside the cemetery was equal or higher than 2.9 meters and varied approximately 2.0 meters, being directly influenced by the precipitation of the rain. An electric conductivity presented itself higher in the well built near of the graves which had been dug in a year or less. This could be associated with the decomposition of the bodies. In the samples of the groundwater of the unconfined aquifer, especially those wells built in the internal area of the cemetery, there was a greater occurrence of heterotrophic bacteria ( $\approx 172 \times 10^3$  UFC/ml), proteolytic bacteria ( $\geq 2400$  NMP/100ml) and sulfite reducer clostridia ( $> 23$  NMP/100ml). In these wells, a higher concentration of bicarbonate, chloride, sulfate, sodium, calcium and potassium was observed. However only the potassium concentration exceeded the values normally considered as a natural occurrence in these waters or defined in law.

## SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
INTRODUÇÃO.....	12
Objeto de Estudo.....	12
Objetivos.....	13
Metodologia do Estudo .....	13
Estrutura da Dissertação.....	14
I TRABALHOS ANTERIORES .....	15
II ÁREA DE ESTUDO .....	22
II.1 Localização .....	22
II.2 Geomorfologia .....	22
II.3 Clima .....	24
II.4 Recursos Hídricos Superficiais.....	26
II.5 Uso e Ocupação do Solo .....	29
II.5.1 Cemitério da Várzea .....	29
II.5.2 Entorno Imediato do Cemitério .....	30
III GEOLOGIA .....	33
III.1 Geologia Regional .....	33
III.2 Geologia Local .....	35
IV HIDROGEOLOGIA E INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....	39

IV.1 Contexto Regional .....	39
IV.2 Contexto Local .....	40
IV.3 Contaminação das Águas Subterrâneas .....	41
IV.3.1 Indicadores Físico-químicos .....	44
IV.3.2 Indicadores Biológicos .....	48
IV.3.3 Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas .....	50
V MATERIAL E MÉTODOS... ..	55
V.1 Levantamento de Poços Residenciais no Entorno do Cemitério .....	55
V.2 Construção de Poços de Observação .....	56
V.3 Medição da Superfície Freática dos Poços .....	59
V.4 Amostragem da Água Subterrânea .....	60
V.5 Parâmetros Analisados .....	60
V.5.1 Físico-químicos .....	60
V.5.2 Bacteriológicos .....	62
VI RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	64
VI.1 Características dos Sedimentos na Área do Cemitério .....	64
VI.2 Superfície Freática dos Poços .....	66
VI.3 Indicadores Físico-químicos .....	69
VI.4 Indicadores Bacteriológicos .....	74
VII CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	79
AGRADECIMENTOS .....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
ADENDO.....	88
ANEXOS .....	92

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Qualidade da Água Subterrânea em Relação a Distância dos Túmulos e os Pontos de Amostragem .....	15
Quadro 2 –	Valores Máximos e Mínimos dos Diferentes Indicadores Bacteriológicos e do Nitrato, em Amostras de Água; a Superfície Freática e as Características Sedimentares dos Terrenos de Três Cemitérios do Estado de São Paulo .....	17
Quadro 3 –	Parâmetros Avaliados em Poços de Amostragem Construídos no Cemitério da Paz – São Paulo .....	18
Quadro 4 –	Doenças Causadas por Microrganismos Veiculados pela Água.....	43
Quadro 5 –	Alguns Parâmetros Físico-químicos de Avaliação da Qualidade de Água .....	46
Quadro 6 –	Ocorrência, em Flora Fecal, dos Indicadores Bacteriológicos de Contaminação de Água .....	48
Quadro 7 –	Parâmetros Biológicos de Avaliação da Qualidade da Água .....	49
Quadro 8 –	Classificação da Permeabilidade de Acordo com a Granulometria dos Sedimentos .....	51
Quadro 9 –	Relação entre a Ocorrência da Água Subterrânea e os Valores Numéricos Atribuídos para a Classificação do Índice de Vulnerabilidade .....	52
Quadro 10 –	Relação entre o Grau de Consolidação e Litologia do Aquífero e os Valores Numéricos Atribuídos para a Classificação do Índice de Vulnerabilidade .....	53
Quadro 11 –	Relação entre a Profundidade do Nível Freático ou Topo do Aquífero e os Valores Numéricos Atribuídos para a Classificação do Índice de Vulnerabilidade .....	54
Quadro 12 –	Poços Rasos Residenciais Amostrados durante o Estudo .....	55
Quadro 13 –	Cotas Altimétricas dos Poços Utilizados para Medida de Nível Potenciométrico.....	59

Quadro 14 – Programa de Amostragem da Água Subterrânea nos Poços de Observação e Poços Residenciais .....	61
Quadro 15 – Técnicas e Meios de Cultura Utilizados no Desenvolvimento das Análises Bacteriológicas .....	63
Quadro 16 – Resultados da Análise Granulométrica Realizada nos Sedimentos Coletados durante a Construção do PO-01 .....	64
Quadro 17 – Nível da Água Observado nos Poços Monitorados .....	66
Quadro 18 – Cargas Hidráulicas Calculadas para o Período de Amostragem.	67
Quadro 19 – Condutividade Elétrica, Temperatura e pH dos Poços de Observação e Poços Residenciais .....	69
Quadro 20 – Resultados das Análises Químicas da Água Subterrânea Coletada nos Poços de Observação e em Dois Poços Residenciais .....	71
Quadro 21 – Resultados das Análises Bacteriológicas da Água Subterrânea Coletada nos Poços de Observação .....	74
Quadro 22 – Resultados das Análises Bacteriológicas da Água Subterrânea Coletada nos Poços Residenciais .....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização do Cemitério da Várzea .....	23
Figura 2 –	Valores Médios de Precipitação, Evaporação e Temperatura, no Período de 1962 – 1990, na Estação Meteorológica de Recife .....	25
Figura 3 –	Valores de Precipitação, Evaporação e Temperatura de Outubro de 2002 a Setembro de 2003, na Estação Meteorológica de Recife.....	26
Figura 4 –	Vista Parcial do Lago da UFPE (provável nascente do riacho Cavouco) .....	27
Figura 5 –	Trajectoria do Riacho Cavouco da Nascente até a Foz .....	28
Figura 6 –	Vista Parcial dos Túmulos .....	29
Figura 7 –	Residências cuja Parede Posterior é o Muro do Cemitério.....	31
Figura 8 –	Esgoto a Céu Aberto na Rua Poloni - Lado Leste do Cemitério.....	31
Figura 9 –	Unidades Geológicas .....	36
Figura 10 –	Perfis Litológicos de Alguns Poços Construídos no Campus da UFPE .....	37
Figura 11 –	Perfis dos Poços Construídos no Interior do Cemitério .....	38
Figura 12 –	Principais Causas de Morte Levantadas nos Livros de Registro do Cemitério da Várzea, no Ano de 2002 .....	44
Figura 13 –	Localização dos Poços de Observação e dos Poços Residenciais Amostrados .....	56
Figura 14 –	Poços de Observação Construídos no Cemitério da Várzea .....	57
Figura 15 –	Esquema Construtivo dos Poços de Observação .....	58
Figura 16 –	Granulometria do Poço de Observação 01 .....	65
Figura 17 –	Relação entre as Medidas do Nível Estático nos Poços e a Precipitação Pluviométrica Ocorrida no Período .....	67
Figura 18 –	Mapa Potenciométrico de Abril / 2003 .....	68
Figura 19 –	Mapa Potenciométrico de Julho / 2003 .....	68
Figura 20 –	Localização dos Poços Amostrados em Relação ao Sentido de Fluxo das Águas Subterrâneas .....	73

## INTRODUÇÃO

### OBJETO DE ESTUDO

A água constitui um elemento essencial para a manutenção da vida no Planeta e, embora ocupe 3/4 da superfície da Terra, apenas 0,8% está disponível sob a forma de água doce e não se tem conhecimento de quanto desta fração encontra-se contaminada (CETESB, 1996).

Nas últimas décadas, a preocupação de toda a sociedade com a disponibilidade e qualidade da água decorre do fato de que, por mais abundante que pareça este recurso, não é rara também sua escassez, ora pela ocorrência de períodos prolongados de seca ora pela alta carga poluidora a que é submetido.

Nos centros urbanos de maior porte, a exemplo de Recife, é grande o adensamento populacional e a diversidade de fontes contaminantes. O resultado da combinação desses problemas é o incremento na demanda de água potável e o maior risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas que se tornam, dessa forma, um problema permanente para a saúde pública, na medida em que a água representa um veículo importante de disseminação de diversas doenças.

Em geral, as fontes contaminantes estão associadas à deficiência ou ausência de sistema de esgotamento sanitário, a despejo de efluentes domésticos e industriais bem como à implantação inadequada de aterros sanitários e lixões, para disposição de resíduos sólidos, de cemitérios, de postos de gasolina, dentre outras.

Os cemitérios, quando implantados sem consideração dos aspectos técnicos necessários à proteção das águas subterrâneas, nomeadamente as do aquífero freático, poderão causar impactos ao meio ambiente, como a contaminação dessas águas em decorrência do processo de decomposição dos corpos (Pacheco et al., 1991), quando prolifera uma infinidade de microrganismos. A esse processo, somam-se a permeabilidade dos terrenos, a ocorrência de períodos de maior precipitação pluviométrica, que propiciam o transporte desses microrganismos e a

elevação do nível freático do aquífero, podendo expor suas águas ao contato direto com as sepulturas ou com camadas contaminadas do solo.

É num contexto como este que está inserida a área de estudo – o cemitério da Várzea – e adjacências, localizada no bairro homônimo, na porção oeste do município do Recife.

A escolha dessa fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas, decorre da escassez de estudos sobre o tema, em especial no Estado de Pernambuco, e de dados que substanciem as análises para o processo de licenciamento ambiental desses empreendimentos.

## OBJETIVOS

O objetivo do estudo é a caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea – Recife, destacando-se como objetivos específicos a identificação de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, indicadores de contaminação, a definição do fluxo dessas águas na área de estudo e a proposição de diretrizes para a implantação de cemitérios.

## METODOLOGIA DO ESTUDO

A metodologia do estudo abrangeu três etapas: a primeira, o levantamento e leitura da bibliografia relacionada ao tema, com vistas a fundamentar teoricamente a pesquisa e o levantamento de dados secundários da área de estudo, relativos a geologia, geomorfologia, precipitação pluviométrica, evaporação, temperatura, hidrologia, tendo como fontes de informação relatórios técnicos, mapas topográficos, fotografias aéreas, ortofotocartas, planta do cemitério, entre outros; a segunda etapa compreendeu a obtenção de dados primários através do levantamento de poços residenciais no entorno do cemitério, da construção de poços de observação (piezômetros) no interior do cemitério, da medição da superfície freática dos poços de observação e de alguns poços residenciais; e da amostragem de água subterrânea para realização de análises físico-químicas e

bacteriológicas; e a terceira etapa envolveu a análise e interpretação dos dados de laboratório, cruzamento com os dados secundários e redação dos capítulos da dissertação.

## ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação compõe-se de introdução, onde estão relacionados os elementos gerais relativos ao tema, aos objetivos perseguidos no estudo e à metodologia aplicada ao mesmo, e sete capítulos assim distribuídos: o capítulo um compreende uma síntese dos trabalhos anteriores sobre o tema; o capítulo dois descreve aspectos fisiográficos e da ocupação e uso do solo na área do cemitério e adjacências; o capítulo três trata a geologia da área de estudo, no seu contexto regional e local; o capítulo quatro aborda a hidrogeologia regional e local, bem como os indicadores de contaminação das águas subterrâneas e os riscos de contaminação dessas águas frente às diversas fontes de contaminação; o capítulo cinco apresenta os materiais e métodos aplicados na construção dos poços de observação construídos na área interna do cemitério da Várzea bem como na geração de dados primários para a pesquisa; o capítulo seis contém os resultados obtidos com o tratamento dos dados primários e as discussões que esses resultados suscitaram; e, por fim, o capítulo sete onde estão relacionadas as conclusões e recomendações frente aos resultados obtido.

## I TRABALHOS ANTERIORES

Os estudos relativos a cemitérios e meio ambiente, embora considerados relativamente escassos (Marinho, 1998) e incipientes (Matos, 2001), não parecem ser motivo de preocupação recente entre os pesquisadores. Isto, apesar de Mulder (1954 apud Bouwer, 1978) relacionar a alta incidência de febre tifóide, no período de 1863-1867, ao consumo de água subterrânea por pessoas que viviam nas proximidades de cemitérios da cidade de Berlim. O mesmo autor menciona a captação de água com sabor adocicado e odor desagradável, sem referir o período de ocorrência, em poços localizados próximos a cemitérios na cidade de Paris, principalmente na época do verão.

Ainda em Bouwer (1978) verifica-se o relato de um estudo conduzido por Schraps (1972) em um cemitério implantado em terreno aluvionar da Alemanha Ocidental, onde foi constatado, através de análises químicas e bacteriológicas da água subterrânea, o risco efetivo dessa fonte contaminante, sobretudo a pequenas distâncias dos túmulos - 0,5 a 2,5 metros -, mas rapidamente atenuado com o aumento dessas distâncias (Quadro 1).

**Quadro 1**  
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM RELAÇÃO À DISTÂNCIA DOS TÚMULOS E OS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PARÂMETROS AVALIADOS	DISTÂNCIA DOS TÚMULOS (m)					
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Contagem de bactérias (UFC/ml)	8.000	8.000	6.000	3.600	1.200	180
NH <sub>4</sub> (mg/l)	6	0,75	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> (mg/l)	4,8	0,1	-	-	-	-
DQO (mg/l)	26,7	16,4	15,4	15,4	11,4	11,4

Fonte: Schraps, 1972 apud Bouwer, 1978.

No Brasil, apenas no início da década de 80 foram iniciadas as pesquisas relacionadas com este tema, coordenadas pelo Professor Alberto Pacheco, do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas da Universidade de São Paulo - CEPAS - USP, com o apoio do Instituto de Ciências Biomédicas da USP (Costa et al., 2002).

Em 1986, Pacheco realizou estudos em 22 cemitérios da cidade de São Paulo e alertou para a necessidade de cuidados na implantação dos cemitérios, estabelecendo faixas de proteção sanitária, no sentido de garantir a preservação e potabilidade das águas subterrâneas e superficiais (Marinho, 1998; Matos, 2001).

Mendes et al. (1989) aplicaram métodos geofísicos para estudar a contaminação de água subterrânea por cemitérios e concluíram que as anomalias de condutividade elétrica observadas, resultavam da presença de sais minerais e outras substâncias liberadas durante a decomposição dos corpos.

Pacheco & Mendes (1990), em estudo realizado na área interna de dois cemitérios paulistas, constataram que os mesmos constituíam um risco potencial para as águas subterrâneas, podendo transformar-se em risco efetivo, desde que sua implantação não obedecesse a estudos geológicos e hidrogeológicos prévios.

Pacheco et al. (1991), quando monitoraram a qualidade bacteriológica da água do freático no interior de três cemitérios localizados no Estado de São Paulo, escolhidos de acordo com critérios geológicos e hidrogeológicos, verificaram que as condições geológicas do terreno e o nível da superfície freática têm papel relevante na qualidade bacteriológica dessas águas.

Martins et al. (1991), em estudo realizado para verificar a qualidade bacteriológica das águas subterrâneas de dois cemitérios, Vila Formosa e Vila Nova Cachoeirinha, na cidade de São Paulo e de um cemitério, Areia Branca, na cidade de Santos, constataram que essas águas não apresentavam condições higiênicas e sanitárias satisfatórias, apresentando, em alguns casos, altos níveis de nitrato (Quadro 2).

Migliorini et al (1994) realizaram estudo hidroquímico nas águas subterrâneas do cemitério Vila Formosa da cidade de São Paulo e constataram que a presença desse cemitério contribuiu para o aumento na concentração de produtos nitrogenados e de íons nessas águas.

**Quadro 2**

VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS DOS DIFERENTES INDICADORES BACTERIOLÓGICOS E DO NITRATO, EM AMOSTRAS DE ÁGUA; A SUPERFÍCIE FREÁTICA E AS CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES DOS TERRENOS DE TRÊS CEMITÉRIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

INDICADORES	CEMITÉRIOS					
	Areia Branca		Vila Formosa		Vila Nova Cachoeirinha	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Col. Totais (NMP/100ml)	> 1.600	< 2	> 1.600	< 2	> 1.600	27
Col. Fecais (NMP/100ml)	1.600	< 2	300	< 2	7	< 2
Estreptococos fecais (NMP/100ml)	> 1.600	< 2	1.600	< 2	1.600	< 2
Clostrídios sulfito redutores (NMP/100ml)	> 1.600	< 2	240	< 2	27	2
Bactérias proteolíticas (NMP/100ml)	> 1.600	23	> 1.600	< 2	9.000	220
Bactérias heterotróficas aeróbicas (UFC/ml)	8.100.000	700	710.000	200	53.000	2.800
Bactérias lipolíticas (UFC/ml)	1.200.000	80	1.500	75	36.000	160
Nitrato (mg/l)	75,70	0,48	-	-	2,10	0,04
Superfície freática (m)	2,20	0,60	12,0	4,0	12,0	9,0
Características sedimentares	Arenosas		Alternância de solos argilosos e areno-argilosos		Predominantemente arenosos com níveis mais argilosos	

Fonte: Martins et al., 1991.

Silva (1994) em seu trabalho “Degradação Ambiental Causada por Cemitérios”, apresenta os aspectos geoambientais e geossanitários que devem ser considerados quando da implantação de um cemitério.

Mello et al. (1995) realizaram análises microbiológicas e físico-químicas nas águas de dois poços de observação construídos nas proximidades de jazigos do Cemitério da Paz, primeiro cemitério-jardim implantado no Estado de São Paulo, no ano de 1965, e concluíram que a ausência de estreptococos, clostrídios sulfito-redutores, colílagos e salmonelas bem como a ausência de anomalias nos

parâmetros relacionados às cadeias de fósforo e nitrogênio, sugerem que, até aquela data, não estava ocorrendo contaminação da água subterrânea do aquífero freático por líquidos oriundos dos processos de decomposição dos corpos, nos poços amostrados (Quadro 3).

**Quadro 3**  
PARÂMETROS AVALIADOS EM POÇOS DE AMOSTRAGEM CONSTRUÍDOS NO CEMITÉRIO DA PAZ – SÃO PAULO

PARÂMETRO	POÇO 01	POÇO 02
Coliformes totais	360 NMP/100ml	145 NMP/100ml
Coliformes fecais	Ausência	Ausência
Bactérias heterotróficas	6458 UFC/ml	8168 UFC/ml
Estreptococos fecais	Ausência	Ausência
Clostrídios sulfito redutores	Ausência	Ausência
Colífagos	Ausência	Ausência
<i>Salmonella</i> sp	Ausência	Ausência
Fósforo	0,1 mg/l	0,05 mg/l
Nitrogênio total	0,89 mg/l	0,43 mg/l
Nitrato	0,89 mg/l	0,54 mg/l
Condutividade elétrica	24,8 S/cm	52,7 S/cm

Fonte: Mello et al., 1995.

Pacheco, em reportagem publicada na BIO (1996) intitulada “Cemitérios ameaçam lençóis freáticos”, afirma que o risco da contaminação das águas subterrâneas do aquífero freático por cemitérios existe na maioria das cidades brasileiras, uma vez que os cemitérios municipais, de uma maneira geral, são mal implantados e mal operados.

Carvalho Júnior & Costa e Silva (1997) aplicaram potencial espontâneo e eletrorresistividade ao estudo hidrogeológico do cemitério municipal do Bengui, em Belém do Pará e concluíram que o fluxo da água subterrânea do cemitério segue em direção a área residencial do bairro homônimo.

Marinho (1998), em sua dissertação de mestrado “Contaminação de Aquíferos por Instalação de Cemitérios. Estudo do Caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza - Ceará”, realizou estudos microbiológicos e hidroquímicos na área de influência do cemitério e constatou a presença de produtos nitrogenados e bactérias nas águas subterrâneas do aquífero freático desse cemitério, tendo relacionado esses resultados ao processo de decomposição dos corpos.

Matos et al. (1998) realizaram estudos de investigação no Cemitério Vila Nova Cachoeirinha, no município de São Paulo e constataram o comprometimento da qualidade da água subterrânea naquele cemitério, devido à contaminação advinda do processo de decomposição dos corpos.

WHO (1998) refere-se a uma pesquisa realizada num cemitério da Austrália, por Dent, hidrogeólogo australiano, onde foi constatado um aumento da salinidade nas águas subterrâneas próximas a sepulturas recentes, bem como uma diminuição rápida desses sais à medida que aumentava a distância do cemitério.

Dent (1999), através da análise em amostras de água subterrânea obtidas em nove cemitérios australianos, constatou que a quantidade dos produtos de decomposição dos corpos é tão pequena que não pode ser chamada de poluição, sobretudo em regiões de clima temperado.

Pacheco et al. (1999), em um artigo publicado na Revista Limpeza Pública, “Resíduos de Cemitérios: um problema, também, social”, alertam para a necessidade de destinação adequada dos resíduos funerários, de forma a preservar a saúde pública e manter a qualidade ambiental.

Pacheco & Batello (2000) estudaram a influência dos fatores ambientais sobre os fenômenos transformativos destrutivos e conservadores em cemitérios e concluíram que a salubridade dos cemitérios depende, sobretudo, da criteriosa escolha do local para instalação assim como da operação dos mesmos.

Silva (2000), em artigo técnico, “Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres” refere-se à ocorrência de índices de radioatividade num raio de duzentos metros das sepulturas, onde foram inumados cadáveres que, em vida, submeteram-se a tratamentos radioterápicos ou que usaram marca-passo cardiológico com fontes radioativas.

Braz et al. (2000), em estudo desenvolvido no cemitério do Bengui em Belém do Pará, realizaram análises bacteriológicas da água e aplicaram técnicas geofísicas

para a detecção da direção e sentido de fluxo das águas subterrâneas do aquífero freático, tendo constatado números elevados de coliformes totais e fecais em pontos de amostragem, a jusante daquele cemitério.

Matos & Pacheco (2000), em estudos preliminares realizados no cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, constataram elevada concentração de íons e bactérias nas águas subterrâneas do aquífero freático daquele cemitério. Em 2002, os mesmos autores, constataram a ocorrência de bactérias heterotróficas, bactérias proteolíticas, clostrídios sulfito-redutores, enterovírus e adenovírus nas águas subterrâneas do mesmo cemitério acima citado, assim como um aumento da condutividade elétrica nas águas mais próximas das sepulturas com menos de um ano, sugerindo um enriquecimento dessas águas, em íons.

Matos (2001), em sua tese de doutoramento, “Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo”, constatou que as bactérias heterotróficas, as bactérias proteolíticas e os clostrídios funcionam como bons indicadores da contaminação das águas subterrâneas por cemitérios. Por outro lado, alertou para o fato de que concentrações elevadas de coliformes totais e fecais, a jusante das sepulturas, podem ter outra origem que não os cemitérios. Neste mesmo trabalho, também verificou que os vírus têm uma mobilidade maior que as bactérias e que as mesmas diminuem em concentração com o aumento da distância à fonte de contaminação.

Matos et al. (2002), nos estudos realizados para caracterização hidrogeológica do aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, observaram que o nível freático encontra-se entre 4,0 e mais de 16,0m de profundidade, a condutividade hidráulica varia de  $2,90 \times 10^{-8}$  a  $8,41 \times 10^{-5}$  m/s, o solo é predominantemente argiloso, ácido, pobre em matéria orgânica e com pequena capacidade para troca de cátions, sem, contudo, estabelecer relação entre os dados obtidos.

Costa et al. (2002) constataram, em estudos realizados em dois cemitérios no município de Belo Horizonte, que é bastante significativa a contaminação das águas subterrâneas, nas proximidades desses cemitérios, por metais e pela presença de bactérias, principalmente quando a superfície freática encontra-se a pequena profundidade. No entanto, não apresentam a profundidade da superfície freática observada.

Oliveira et al. (2002), ao realizarem estudo hidrogeológico para implantação de um cemitério na região de Belém – PA, constataram, através de ensaios de infiltração, que o movimento descendente da água subterrânea, na zona não saturada da área de estudo, é lento. Isso acontece devido às condições litológicas (sedimentos argilosos), favorecendo, assim, a biodegradação da matéria orgânica, eliminação dos microrganismos e atenuação de substâncias químicas, sobretudo em regiões de clima equatorial úmido, a exemplo da região acima citada.

Em Pernambuco, os estudos relacionados ao tema são praticamente inexistentes, a exceção de uma citação encontrada no trabalho de Carvalho Júnior & Costa e Silva (1997), que afirma ter sido constatada, em Recife, contaminação de água subterrânea em três grandes cemitérios, sem referência aos nomes dos mesmos. Um outro estudo relacionado ao tema é a monografia de Karla Sales, elaborada para atender requisito parcial do Curso de Especialização em Engenharia de Recursos Hídricos da UFPE, ministrado no ano de 1995. Essa monografia teve a orientação do Professor Jaime Cabral, do Departamento de Engenharia Civil da UFPE. Conforme informação verbal do orientador, na elaboração da monografia acima citada, foram realizadas análises bacteriológicas das águas subterrâneas de poços rasos e cacimbas localizadas no entorno dos cemitérios de Casa Amarela, Santo Amaro, Várzea e Parque das Flores, todos instalados no município do Recife, e constatada a presença de bactérias do grupo coliforme. Entretanto, não foi possível relacionar esse resultado à fonte contaminante considerada, dado o forte adensamento urbano e a inexistência ou deficiência do sistema de esgotamento sanitário nas áreas contíguas aos cemitérios referidos.

Com base nos estudos apresentados, conclui-se que, se por um lado existem alguns trabalhos que não consideram os cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas, por outro, a maior parte deles, confirma essa possibilidade com indicação, inclusive, de parâmetros físico-químicos e microbiológicos que devem ser investigados para acompanhamento de provável contaminação dessas águas.

## II ÁREA DE ESTUDO

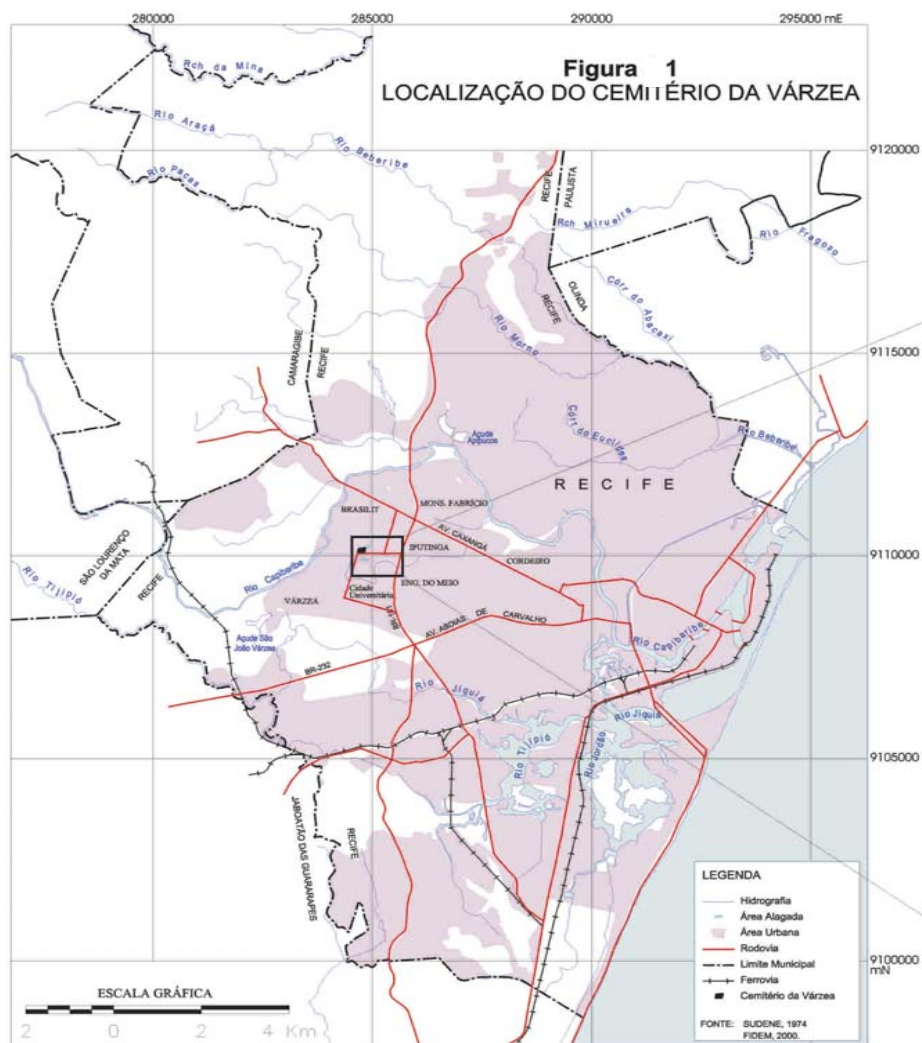
### II.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo é o cemitério da Várzea localizado no bairro homônimo, na porção oeste do município do Recife (coordenadas UTM 284.750mE e 9.110.140mN), ao sul da Avenida Caxangá e contíguo ao campus da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, distando aproximadamente 800 metros a leste da margem direita do rio Capibaribe, (Figura 1). O portão principal, que dá acesso ao interior do cemitério, está situado na Avenida Professor Artur de Sá que limita o Campus da UFPE do lado norte.

### II.2 GEOMORFOLOGIA

No tocante a Geomorfologia, a área objeto do estudo situa-se na Planície Costeira do Recife. Essa Planície é constituída por sedimentos quaternários, limita-se ao norte e ao sul com as colinas da Formação Barreiras, a oeste com os morros do Embasamento Cristalino e a leste com o Oceano Atlântico. Segundo Pedrosa (1995), as oscilações do nível do mar durante o Quaternário foram de fundamental importância na evolução das Planícies Costeiras Brasileiras, dentre as quais está a Planície Costeira do Recife que tem sua origem também relacionada com o Lineamento Pernambuco e a abertura do Oceano Atlântico (Lima Filho et al., 1991; Coutinho et al., 1998).

Compõem a citada Planície unidades geomorfológicas com altitudes que variam entre 0 a 10 metros, constituídas por terraços marinhos, terraços fluviais e flúvio-lagunares, planícies aluviais atuais e mangues (Alheiros, 1998). Na porção oeste dessa Planície, a ação dos rios, sobretudo, o Capibaribe, fortemente meandrante em seu baixo curso, alterou de maneira significativa a disposição do conteúdo sedimen-



FONTE: FIDEM, 1997.

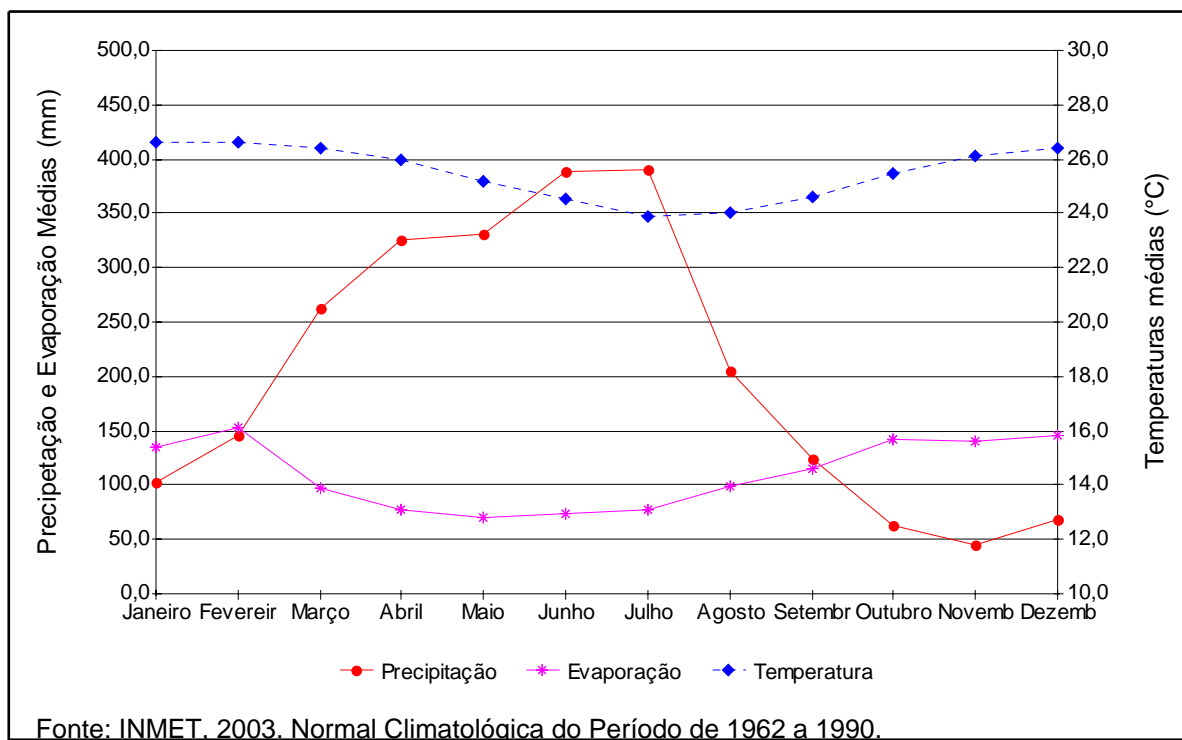
□ Cemitério da Várzea

tar da mesma, descaracterizando sua litologia, que se comporta de forma irregular em subsuperfície, que apresenta, ora areias retrabalhadas ora grandes quantidades de argilas orgânicas depositadas nas antigas planícies de inundação, dando origem a uma unidade indiferenciada com influência, notadamente, flúvio-marinha (Alheiros et al. 1995; Alheiros, 1998).

É nesse contexto que está inserido o cemitério da Várzea, em área de relevo plano, apresentando cotas altimétricas que variam de 10 metros, na porção sudeste, a 11 metros, na porção noroeste da área. De acordo com o perfil litológico de um poço de observação construído a trado manual no interior desse cemitério, com profundidade de 8,0 metros, o mesmo está assentado em terreno constituído por sedimentos clásticos inconsolidados, que, até a profundidade de 3,0 metros, variam, granulometricamente, entre areias finas com siltes e argilas, de coloração escura nos horizontes mais argilosos e clara naqueles mais arenosos; seguidos de sedimentos, predominantemente, arenosos mal selecionados com ocorrência de cascalho de 6,0 a 8,0 metros de profundidade. Ao longo desse perfil, não foi observada ocorrência de fragmentos de concha, o que evidencia a predominância de sedimentos fluviais nas camadas superficiais do terreno onde está assentada a área objeto do estudo.

### II.3 CLIMA

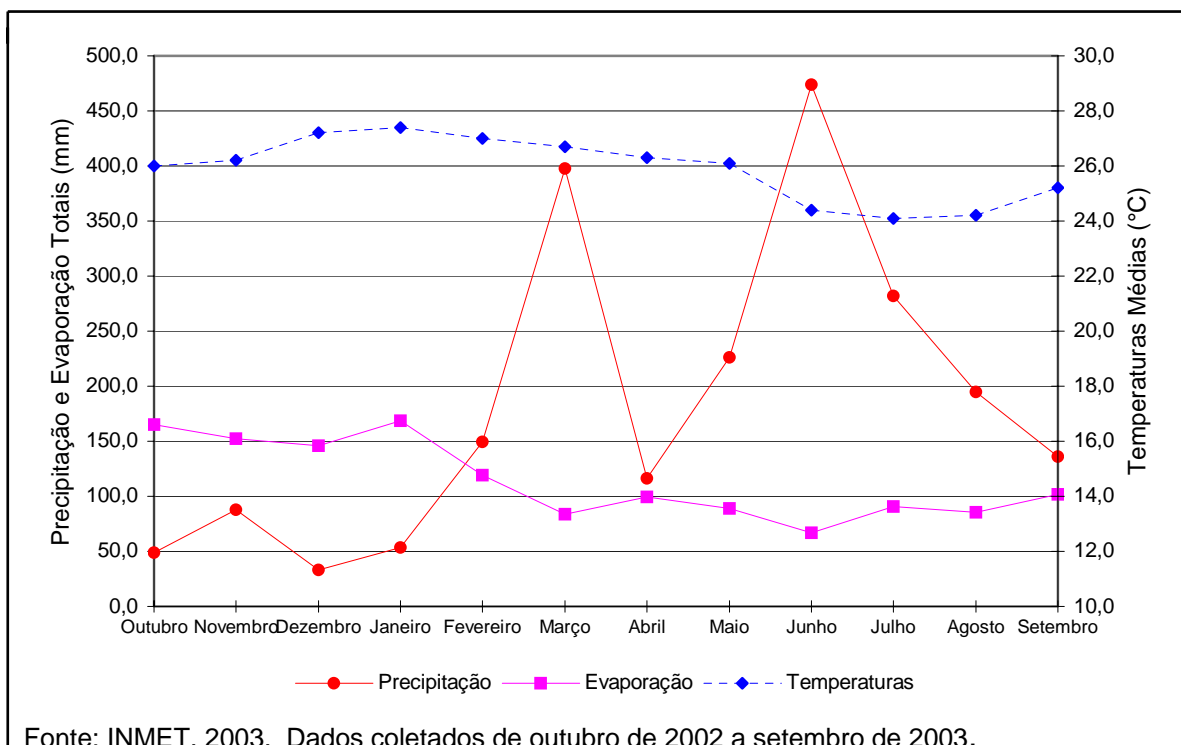
Regionalmente, o clima da área de estudo é do tipo litorâneo úmido com influência de massas tropicais marítimas (CPRM, 2003). Segundo dados coletados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Estação Meteorológica de Recife localizada no bairro do Curado até setembro de 2002, referentes ao período de 1962 a 1990, a precipitação total média é de 2.451 mm por ano, com a maior ocorrência de chuva nos meses de junho e julho, quando concentram-se 32% da precipitação pluviométrica (779 mm) e o período mais seco nos meses de outubro a dezembro, representado por 7% da precipitação (172 mm). A evaporação total média é de 1.323 mm por ano, com maior valor de evaporação média registrada em fevereiro (153,3mm) e temperaturas médias mensais oscilando entre 26,6°C, nos meses de janeiro e fevereiro e 23,9°C, em julho, o que corresponde a uma amplitude térmica inferior a 3°C (Figura 2).



**Figura 2** - VALORES MÉDIOS DE PRECIPITAÇÃO, EVAPORAÇÃO TEMPERATURA, NO PERÍODO DE 1962 A 1990, NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE RECIFE.

Durante o ano hidrológico considerado para o estudo, outubro de 2002 a setembro de 2003, os dados de precipitação pluviométrica, evaporação e temperatura coletados na Estação Meteorológica de Recife localizada, nesse período, no bairro da Várzea, estão representados na figura 3.

Esses dados ao mesmo tempo em que reiteram a ocorrência do período mais úmido entre os meses de junho e julho, indicam, igualmente, a incidência de irregularidades na distribuição anual da precipitação pluviométrica com ocorrência no mês de março de 398 mm de chuva, volume superior à média histórica registrada para esse mês, que é de 262 mm. Apresenta ainda acréscimo de um mês ao período mais seco que, nesse ano, se estendeu de outubro a janeiro, perfazendo um total de precipitação da ordem de 2.199 mm. Nesse mesmo ano, a evaporação total foi de 1.366 mm, valor próximo, porém superior à média histórica, sendo, entretanto, janeiro o mês com maior evaporação total (168,4 mm). A temperatura média mensal, no ano considerado, variou de 27,4°C, em janeiro, a 24,1°C, em julho, valores discretamente elevados em relação às médias históricas registradas.



**Figura 3** - VALORES DE PRECIPITAÇÃO, EVAPORAÇÃO E TEMPERATURA DE OUTUBRO DE 2002 A SETEMBRO DE 2003, NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE RECIFE.

#### II.4 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

O cemitério da Várzea está situado aproximadamente 150 metros ao norte da nascente do riacho Cavouco, embora, haja controvérsia quanto ao local de origem desse riacho. Para alguns, o mesmo nasce à oeste da Avenida Acadêmico Hélio Ramos – Cidade Universitária, enquanto para outros, inclusive a administração da Universidade Federal de Pernambuco, a nascente localiza-se no interior do Campus (lado leste da mesma avenida anteriormente citada), tendo sido desde 1988, transformada em um lago (Figura 4), com delimitação das margens e injeção de água (E.T.S., 2003). Esse lago já recebeu os mais variados dejetos. Contudo, atualmente, só recebe a drenagem da água da chuva e, nos períodos secos, água de bombeamento a fim de que seu volume seja mantido.

O riacho Cavouco é um afluente da margem direita do rio Capibaribe (Figura 5), com uma extensão de, aproximadamente, 5000 metros, da nascente até a foz e largura que varia de 2 a 15 metros (Calado, et al., 2002). Encontra-se canalizado

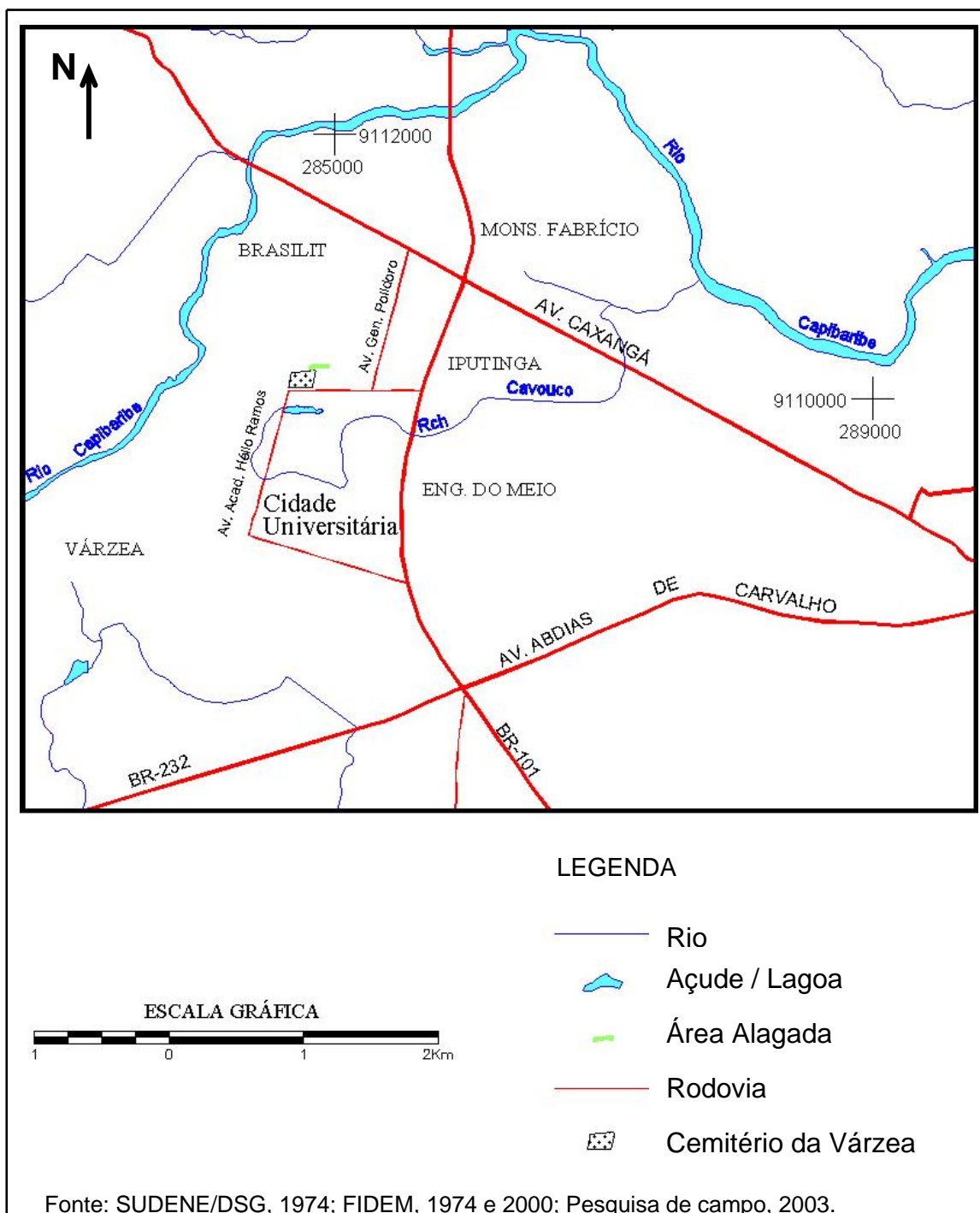


Flávio Neto, 2003

**Figura 4** - VISTA PARCIAL DO LAGO DA UFPE (PROVÁVEL NASCENTE DO RIACHO CAVOUÇO)

em grande parte do trecho que corta o Campus da UFPE e entre a Cidade Universitária e a Avenida Caxangá (JC on line, 2001). Na sua trajetória, o Cavouco atravessa áreas bastante urbanizadas, com sistema de drenagem da água da chuva direcionado para seu leito e ausência de sistema de esgotamento sanitário. Como é comum em áreas urbanas que não possuem sistema de esgotamento sanitário, o citado riacho recebe contribuição de efluentes domésticos, químicos e hospitalares (Calado, et al., 2002).

O Departamento de Engenharia Química da UFPE, através do Laboratório de Engenharia Ambiental e da Qualidade - GEAQ, realizou análises físico-químicas da água do riacho Cavouco nos anos de 1998 a 2001, no trecho em que o mesmo atravessa o Campus e constatou que houve redução da carga poluidora, nesse período, relacionando tal resultado ao planejamento estratégico conduzido pela UFPE, no sentido de minimizar a contribuição do lançamento dos esgotos do Campus nesse riacho (Calado, et al., 2002). Essa redução da carga poluidora, dificilmente, poderá ser observada, pelo menos em prazo curto, no restante do trecho cortado por esse corpo de água (bairros do Engenho do Meio, Iputinga, Monsenhor Fabrí-



**Figura 5** - TRAJETÓRIA DO RIACHO CAVOUCO DA NASCENTE ATÉ A FOZ.

cio), uma vez que o mesmo atravessa áreas que não dispõem de sistema de esgotamento sanitário, sendo, em geral, o corpo receptor dos esgotos gerados nessas áreas.

Afora o riacho Cavouco, encontra-se a aproximadamente 20 metros ao norte do muro do cemitério, um baixio alagado em caráter permanente (Figura 5) que, segundo informação dos moradores locais, tem sua origem associada a uma antiga extração de areia que, posteriormente passou a acumular águas pluviais. Esse baixio tem sua drenagem natural no sentido sudeste, embora, atualmente, encontre-se com suas águas inteiramente estagnadas, devido aos aterros para construção civil, além de, nos dias atuais, receber também esgoto das residências que o circundam.

## II.5 OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

### II.5.1 Cemitério da Várzea

Um dos cinco cemitérios administrados pela Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB) da cidade do Recife, o da Várzea foi implantado no ano de 1953 (EMLURB, 2003). Esse ano, contudo, não parece corresponder ao início das atividades de enterramento no local, dada a referência ao ano de 1868 nas catacumbas da Irmandade Nossa Senhora do Livramento, indicando, dessa forma, que esse cemitério é bem mais antigo.

O cemitério da Várzea ocupa uma área de 21.700 m<sup>2</sup>, distribuída em dezoito quadras e três blocos de catacumbas, perfazendo um total de 3.519 túmulos (EMLURB, 2003). Nas quadras, embora, predominem as covas rasas (caixões colocados diretamente no solo) (Figura 6) com escavações de 0,6 a 0,8 metros de profundidade, existem também túmulos em blocos pré-moldados, constituídos por dois compartimentos revestidos com placas de alvenaria sem reboco, que alcançam a profundidade de 1,5 metros. Nos blocos de catacumba, os túmulos compreendem gavetas revestidas internamente por cimento e, em sua maioria, acima da superfície do terreno.

Nesse cemitério, as sepulturas, em sua maior parte, não são perpétuas, havendo reutilização das mesmas após um período mínimo de dois anos, quando os restos mortais são retirados e em seguida procedida nova inumação. Após esse período, caso o corpo não tenha sido completamente decomposto, ocorrência de-



Jeane Espindula, 2003

**Figura 6** - VISTA PARCIAL DOS TÚMULOS.

signada pelos coveiros como “deu carne” (corpo em estado de conservação), o mesmo permanece no local por mais dois anos para que o processo de decomposição seja efetivado.

Nos últimos cinco anos (1998-2002), segundo levantamento realizado nos livros de registro do cemitério da Várzea, o número de sepultamentos ocorrido foi de 7.581 corpos, com média anual de 1.516 enterramentos e o percentual médio de corpos exumados, em estado de conservação, foi de aproximadamente 9% ao ano.

### II.5.2 Entorno Imediato do Cemitério

Os cemitérios, em geral, são implantados fora dos perímetros urbanos. Contudo, a expansão urbana tende a diminuir essa distância, envolvendo-os e inserindo-os na malha urbana. Tal é o caso do cemitério da Várzea que, nos dias atuais, está em área completamente urbanizada, havendo, inclusive, construções que utilizam parte de seus muros como uma das paredes (Figura 7).



Jeane Espindula, 2003

**Figura 7** - RESIDÊNCIAS CUJA PAREDE POSTERIOR É O MURO DO CEMITÉRIO

Observa-se nas ruas de entorno do cemitério da Várzea, a irregularidade que caracteriza a ocupação do solo na área, haja vista a ocorrência de vielas, ruas sem saída e o avanço das construções sobre as ruas, enfim, ausência de atendimento a parâmetros urbanísticos mínimos. Ainda assim, a área dispõe de serviços de fornecimento de energia elétrica, de abastecimento de água, de coleta de resíduos sólidos, embora isso não impeça a disposição de parte dos resíduos, pela população, em locais inadequados. Segundo informação verbal de um engenheiro da Divisão de Esgotos Cabanga, da COMPESA, a área não dispõe do serviço de esgotamento sanitário. Dessa forma, os esgotos das residências ou estão ligados à rede de drenagem de água pluvial ou drenam a céu aberto (Figura 8), principalmente, nas ruas sem pavimentação e/ou rede de drenagem, existindo, nessas ruas, algumas residências atendidas por fossa sanitária.

No entorno do cemitério em questão, a ocupação está constituída, de forma predominante, por unidades habitacionais de baixa renda, seguidas por unidades comerciais de pequeno porte (bares, barracas, lanchonetes, armazém, revenda de água mineral), por unidades prestadoras de serviços (cabeleireiro, chaveiro, oficinas), além de uma escola (a Escola Municipal Henfil), uma empresa de inspe-



Jeane Espindula, 2003

**Figura 8** - ESGOTO A CÉU ABERTO NA RUA POLONI, LATERAL LESTE DO CEMITÉRIO.

ção veicular (CIPETRAN – PE), uma indústria cerâmica (a BRASILIT) e o Campus da UFPE.

### III GEOLOGIA

#### III.1 GEOLOGIA REGIONAL

Regionalmente, a área de estudo localiza-se na porção sudoeste da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, renomeada por Lima Filho (1998, apud Lima Filho et al., 2002) como Bacia Sedimentar Paraíba, situada ao norte do Lineamento Pernambuco, importante zona de falhamento e principal feição estrutural da Região Metropolitana do Recife. Essa Bacia tem sua origem relacionada à deposição de sedimentos fluviais e marinhos que, de acordo, com a composição e período de deposição, integram as Formações Beberibe, Gramame e Maria Farinha, da base para o topo.

A Formação Beberibe está constituída por sedimentos de origem fluvial, depositados no período Cretáceo (Santoniano – Campaniano), representados por arenitos de granulação grosseira a fina e, por vezes, conglomerática, de coloração cinza claro a creme amarelado, mal selecionados e quartzosos (CPRM, 2003). Assenta-se diretamente sobre as rochas cristalinas, representadas por gnaisses, cataclasitos e granitos, substrato que embasa todo o município do Recife (Coutinho et al., 1998; Alheiros et al., 1995).

As Formações Gramame e Maria Farinha têm origem, respectivamente, no período Cretáceo Superior (Maastrichtiano) e Terciário Inferior (Paleoceno – início do Eoceno) e recobrem de forma concordante e gradacional os sedimentos da Formação Beberibe. Constituem-se por sedimentos marinhos, sendo a Formação Maria Farinha, de acordo com o conteúdo fossilífero, originária de ambiente litorâneo ou marinho raso (Beurlen, 1967 apud CPRM, 2003). A Formação Gramame é composta por calcários, calcários margosos, margas e argilas, apresentando, na sua porção basal, horizontes fosfáticos que se interdigitam com calcarenitos. O conteúdo fossilífero, dessa Formação, é representado por fauna marinha abundante e variada, a exemplo dos gastrópodes, lamelibrânquios e cefalópodes (CPRM, 2003). A

Formação Maria Farinha compõe-se, na base, por calcários fossilíferos, puros e, na porção superior, por calcários margosos, argilas e calcários dolomitizados (Menor et al., 1977 apud CPRM, 2003). Seu conteúdo fossilífero é representado por gastrópodes, lamelibrânquios, cefalópodes e foraminíferos (CPRM, 2003).

Cobrindo, discordantemente, essas Formações Sedimentares e o Embasamento Cristalino, encontram-se os sedimentos da Formação Barreiras, depositados no período Terciário-Quaternário. Essa Formação é constituída por sedimentos pouco consolidados, areno-argilosos, de coloração variegada, com níveis lateritizados e caulínicos (CPRM, 2003). E, por fim, os sedimentos quaternários representados por cascalhos, areias, siltes e argilas que compõem os terraços marinhos, mangues, depósitos flúvio-lagunares e depósitos aluvionares.

A origem dos Terraços Marinhos está associada a eventos decorrentes de mudanças climáticas globais (glaciações e degelos), ocasionando períodos de transgressão marinha (avanço do mar sobre o continente) e regressão marinha (reco do mar). Assim, esses Terraços apresentam características particulares, conforme a idade e posição que ocupam em relação à linha de preamar atual.

Os Terraços Marinhos Pleistocênicos, originaram-se durante o período de regressão marinha ocorrido após a penúltima transgressão (120.000 anos atrás), situam-se, nos dias atuais, em terrenos com cotas que variam de 6 a 10 metros de altitude e constituem-se de areias quartzosas claras e inconsolidadas, em superfície e compactas e escuras, em profundidade (Lima Filho, et al., 1991; Alheiros et al., 1995). Dentro dessa unidade geológica, Alheiros et al. (1995) classificam os Terraços Pleistocênicos Modificados, constituídos de sedimentos, ora de origem marinha ora de origem fluvial.

Os Terraços Marinhos Holocênicos, originaram-se durante o período de regressão marinha ocorrido após a Última Transgressão (5.000 anos atrás), situam-se, nos dias atuais, em cotas que variam entre de 1 a 5 metros de altitude e constituem-se de areias quartzosas inconsolidadas, bem selecionadas, com fragmentos de conchas e outros detritos orgânicos marinhos (Lima Filho, et al., 1991; Alheiros et al., 1995; Alheiros, 1998).

Os Manguezais constituem um ecossistema tropical costeiro de grande importância ambiental por suas características geológicas e biológicas específicas. Encontram-se em áreas morfologicamente mais baixas submetidas à ação das

marés e ricas em sedimentos argilo-siltosos com grande quantidade de matéria orgânica. Apresentam uma flora e fauna típicas, cujos processos de sedimentação e sucessão vegetal demonstram estreita relação. Daí, porque uma alteração desse padrão de sedimentação alterará as características biológicas destes ambientes. (Schuler et al., 2000).

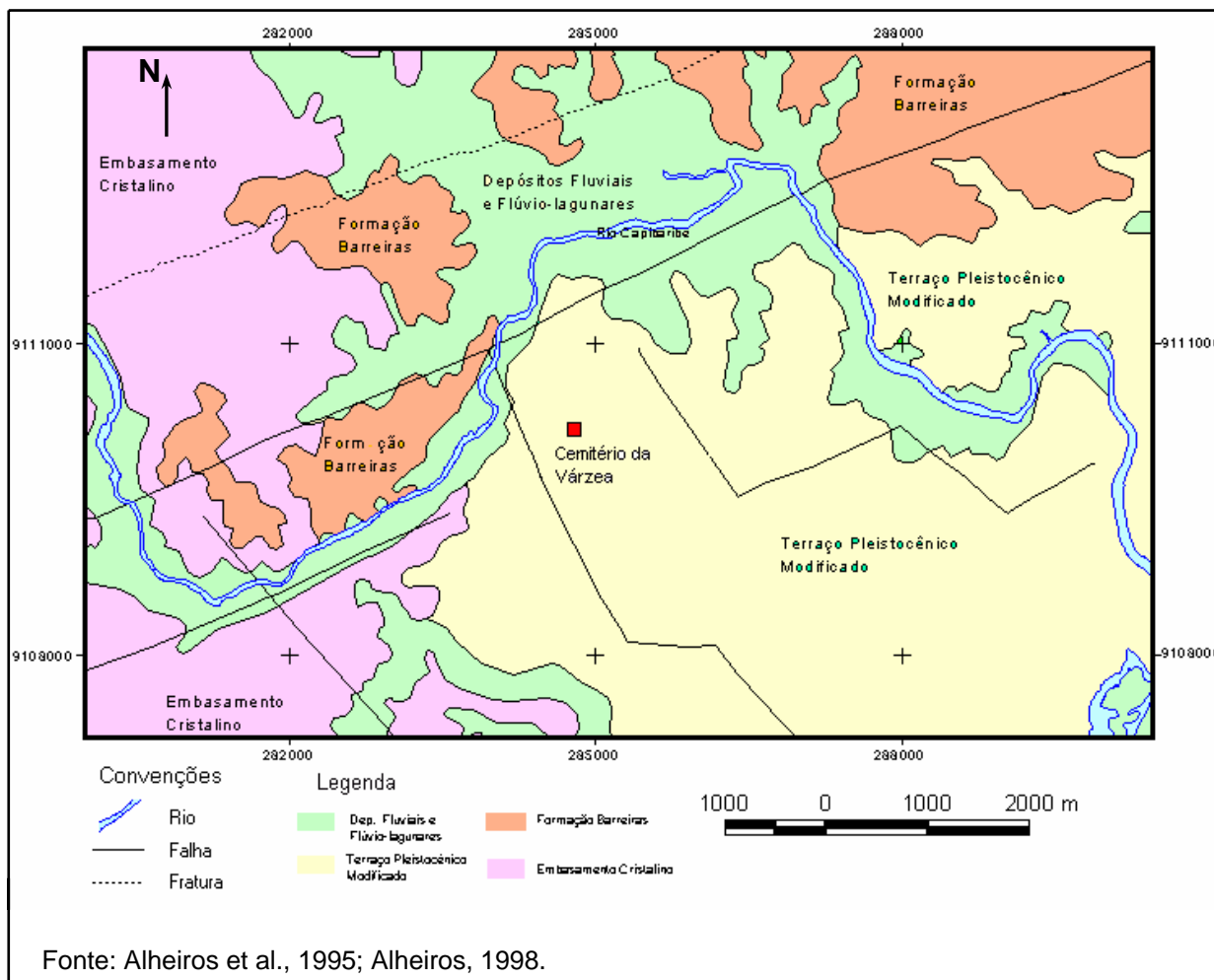
Por fim, os depósitos flúvio-lagunares, compostos de areias finas, siltes, argilas e sedimentos turfáceos. Também instalados em áreas morfologicamente mais baixas, distinguindo-se dos mangues pela ausência de vegetação típica e pela menor quantidade de matéria orgânica (Alheiros et al., 1995; Alheiros, 1998). E os depósitos aluvionares, localizados ao longo dos principais rios e compostos por sedimentos com características arenosas a areno-argilosas (CPRM, 2003).

### III.2 GEOLOGIA LOCAL

Geologicamente, a área de estudo está assentada sobre os sedimentos quaternários que compõem a Planície Costeira do Recife, mais especificamente aqueles classificados por Alheiros et al. (1995) como Terraços Pleistocênicos Modificados (Figura 9), que nada mais são que os próprios Terraços Pleistocênicos com sua sedimentação alterada pela contribuição e retrabalhamento da rede fluvial, a qual introduziu, nesses terraços, areias fluviais e espessos depósitos de argila.

Descrições litológicas de quatro poços tubulares construídos no Campus da UFPE, distando, aproximadamente, 400 metros (mínima) e 1200 metros (máxima) ao sul da área estudada, mostram que esse terraço indiferenciado encontra-se recoberto as rochas do embasamento cristalino (Figura 10). Essas, por sua vez, encontram-se a 36 metros (mínimo) e 54 metros (máximo) de profundidade e estão recobertas por materiais que se alternam entre argilas, areias de granulometria variada, com ocorrência de fragmentos de conchas em alguns horizontes.

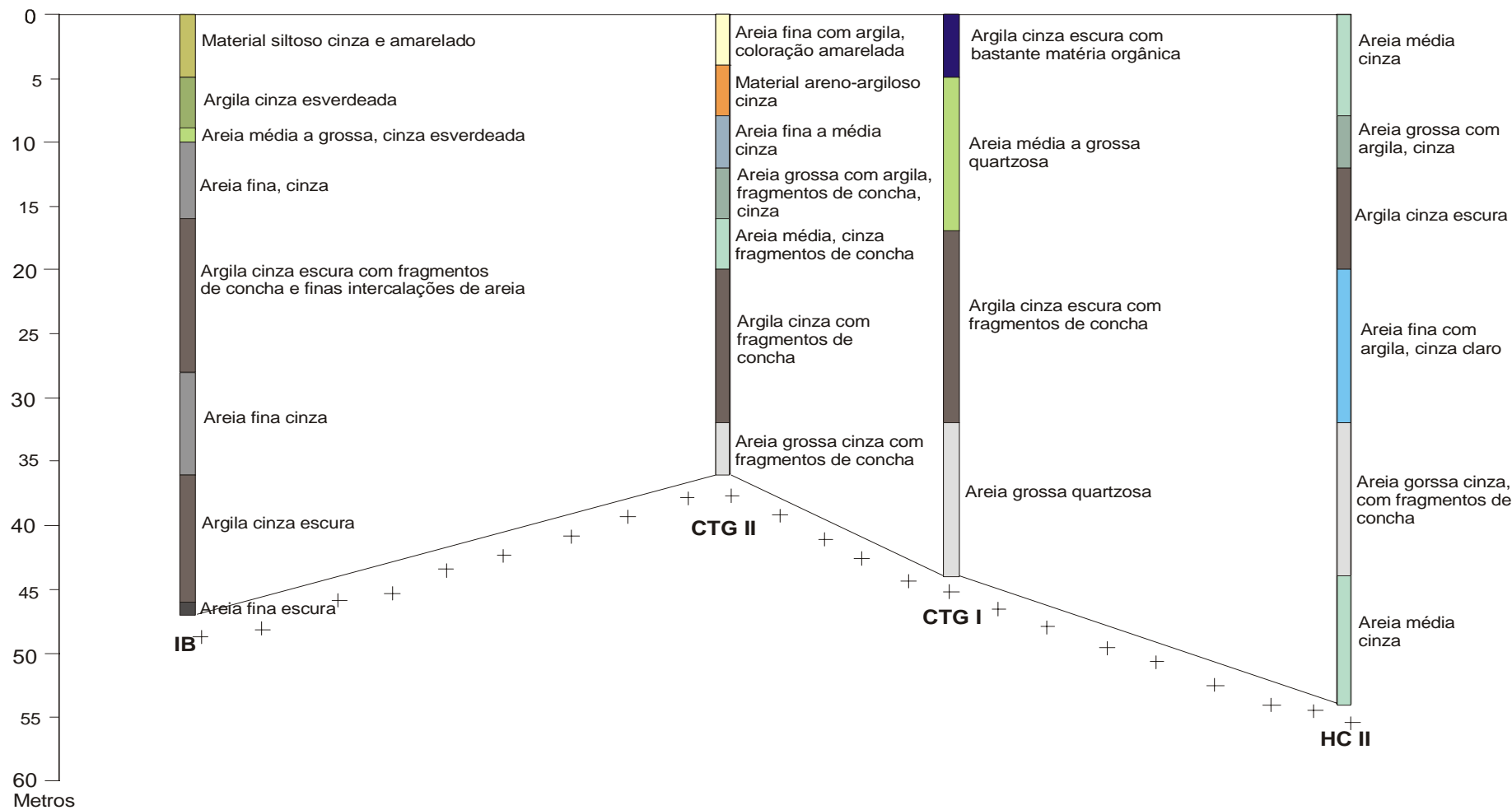
Estratigraficamente, essas camadas, nem sempre, são coincidentes em espessura e disposição ao longo dos perfis analisados, indicando a ocorrência, em tempos pretéritos, de áreas mais baixas que foram preenchidas pela sucessão de



**Figura 9 - UNIDADES GEOLÓGICAS**

sedimentos, ora depositados pelo mar ora pelos rios, formando uma unidade geológica, notadamente, de origem flúvio-marinha.

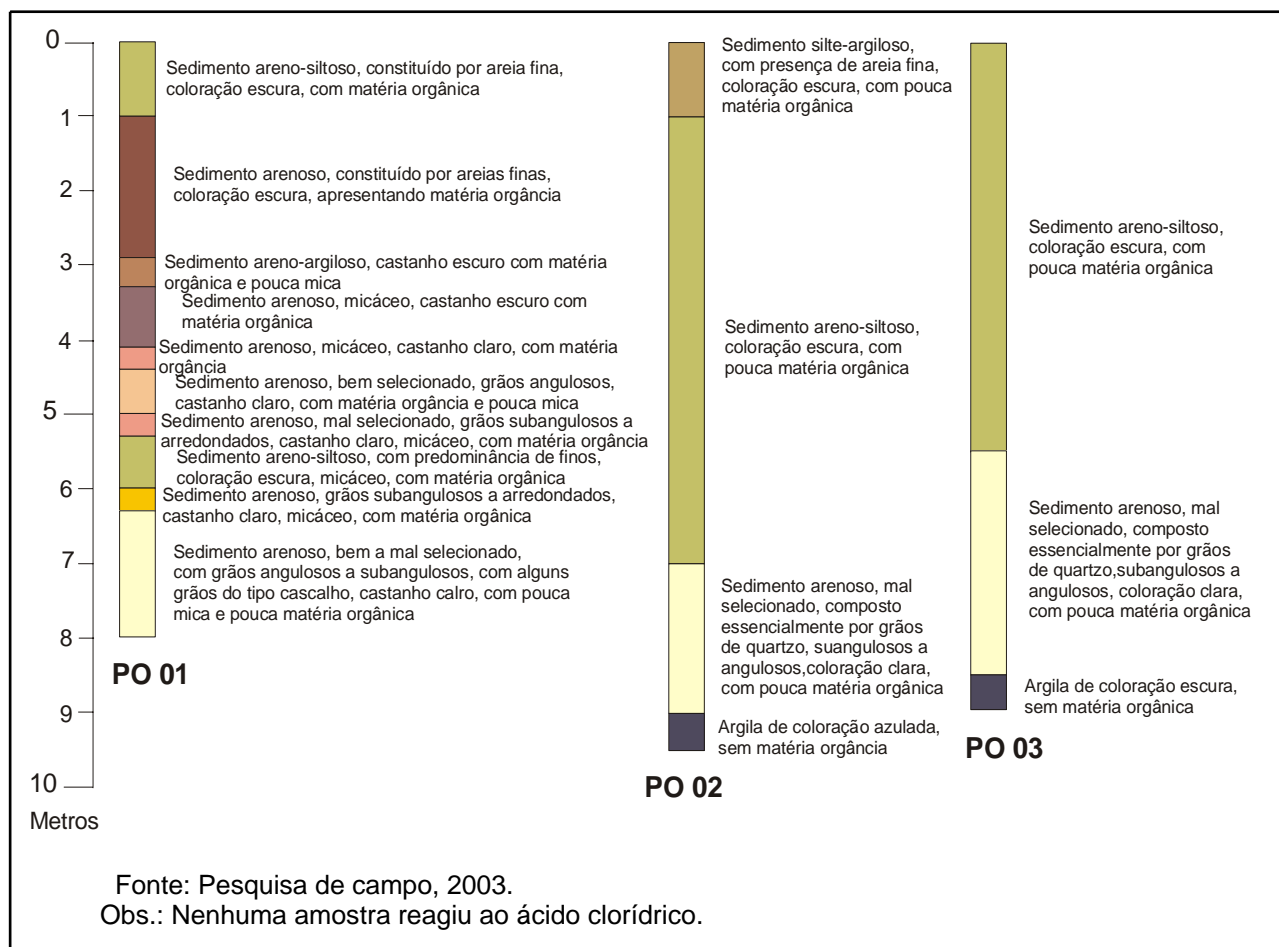
Segundo perfis litológicos dos poços de observação construídos no interior do cemitério da Várzea (Figura 11), nos primeiros 6,0, 7,0 e 5,5 metros de profundidade, dos poços PO-01, PO-02 e PO-03, respectivamente, predominam sedimentos clásticos tais como areias finas e médias, areias siltosas, areias argilosas e areias silte-argilosas. Abaixo dessa camada, numa espessura de aproximadamente 2,0 metros, os sedimentos apresentam-se bastante arenosos com grãos do tipo cascalho e com coloração castanho clara, o que parece indicar depósitos de fundo de canal. Na base do perfil, numa espessura de aproximadamente 0,5 metros (PO-02 e PO-03), foi constatada a presença de argila de coloração escura, característica de ambiente lacustre.



Fonte: CONESP, 1973; COPERSON, 1996; WB Perfurações de Poços, 2002.

**IB** – Instituto Básico; **CTG** – Centro de Tecnologia e Geociências; **HC** – Hospital das Clínicas.

**Figura 10** - PERFIS LITOLÓGICOS DE ALGUNS POÇOS CONSTRUÍDOS NO CAMPUS DA UFPE



**Figura 11** - PERFIS DOS POÇOS CONSTRUÍDOS NO INTERIOR DO CEMITÉRIO.

## IV HIDROGEOLOGIA E INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### IV.1 CONTEXTO REGIONAL

No município do Recife as águas subterrâneas são captadas em rochas sedimentares pertencentes a Bacia Pernambuco-Paraíba e a Bacia Cabo, bem como em sedimentos inconsolidados associados a essas Bacias. Dada a inserção da área de estudo na Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, serão tratadas aqui as Formações aquíferas que compõem essa Bacia bem como a Formação Barreiras e sedimentos quaternários associados a mesma.

Na Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, encontram-se a Formação Beberibe que constitui aquífero intersticial e as Formações Gramame e Maria Farinha que constituem aquíferos cárstico-fissurais, embora suas águas não sejam de boa qualidade. Sotopostas as rochas sedimentares que formam essa Bacia, encontram-se as rochas do Embasamento Cristalino, consideradas como o substrato impermeável daquelas rochas (Santos, 2000). Sobrepostos discordantemente às Formações da Bacia Pernambuco-Paraíba e ao Embasamento Cristalino, ocorrem os aquíferos intersticiais da Formação Barreiras e dos sedimentos quaternários.

O aquífero Beberibe é o principal aquífero da Região Metropolitana do Recife e ocupa uma área de 520 km<sup>2</sup>, com espessura média de 180 metros e vazões que variam de 1m<sup>3</sup>/h a 180 m<sup>3</sup>/h (CPRM, 2003). Costa (1998) apresentou os seguintes valores médios para os parâmetros hidrodinâmicos desse aquífero: transmissividade de  $2,2 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s; condutividade hidráulica de  $2,2 \times 10^{-5}$  m/s; porosidade eficaz de  $1,0 \times 10^{-1}$ ; e coeficiente de armazenamento de  $2,0 \times 10^{-4}$ . Suas águas são de boa qualidade, apresentando resíduo seco inferior a 300 mg/L (Santos et al., 2000).

As condições de ocorrência desse aquífero variam conforme as características das áreas que o recobrem, podendo apresentar-se como: freático ou livre, constituídos pelos afloramentos da Formação Beberibe; confinado não drenante, quando está sotoposto aos calcários das Formações Gramame e Maria Farinha; e

confinado drenante, quando está sotoposto aos sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras ou às areias argilosas, siltes e argilas das coberturas quaternárias.

O aquífero Barreiras apresenta condição de armazenamento e permeabilidade variável, com vazões médias da ordem de 13 m<sup>3</sup>/h em algumas áreas, caindo para 3 m<sup>3</sup>/h em outras, demonstrando, assim, sua heterogeneidade (Costa Consultoria, 2002). Apresenta espessura variável, tendo, em média, 50 metros, transmissividade de  $1,7 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, nas áreas mais arenosas, e resíduo seco de 160 mg/L (Santos et al., 2000).

Por fim, ocorrem os sedimentos quaternários, portadores de água, denominados por Costa & Santos (1990) como aquífero Boa Viagem. Esse aquífero ocupa quase a totalidade da Planície do Recife, recobrando, em alguns trechos da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, o aquífero Beberibe e, na porção oeste desta Planície, as rochas do Embasamento Cristalino (Costa, 1998). É sobre esses sedimentos que está assentada a área de estudo.

## IV.2 CONTEXTO LOCAL

Os sedimentos indiferenciados sobre os quais assenta-se o cemitério da Várzea integram o aquífero Boa Viagem. Esse aquífero tem nível freático próximo de 6,0 metros, espessura média de 50 metros nos bairros da Várzea e Cidade Universitária, vazão média de 17 m<sup>3</sup>/h e vazão específica média de 4,5 m<sup>3</sup>/h/m (CPRM, 2003). Costa (1998) determinou, através de testes de aquífero, os parâmetros hidrodinâmicos referentes a transmissividade (T), a condutividade hidráulica (K) e a porosidade eficaz ( $\mu$ ) do aquífero Boa Viagem, cujos valores médios correspondem, respectivamente, a  $7 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s,  $1,7 \times 10^{-4}$  m/s e 0,10.

Esse aquífero, por ser livre, tem sua recarga principal proveniente das águas pluviais, além dos rios, dos vazamentos das redes de esgotos e das perdas na rede de abastecimento público. Embora suas águas apresentem, em geral, boa qualidade, com resíduo seco inferior a 300 mg/L, há riscos elevados de contaminação por efluentes de fossas sanitárias residenciais e outras fontes de contaminação presentes nos grandes centros urbanos.

Estudos geotécnicos realizados pelo Instituto Tecnológico de Pernambuco - ITEP-, em outubro de 2001, no interior do cemitério da Várzea, indicaram que o nível da superfície freática não foi alcançado até 4,0 metros de profundidade (ITEP, 2001). A construção de um poço de observação, a trado manual, no interior desse cemitério, em fevereiro 2003, possibilitou a determinação do nível da água em subsuperfície, o qual encontrava-se a 6,0 metros de profundidade.

Na área do entorno desse cemitério é significativa a ocorrência de poços rasos residenciais. Esses poços apresentam profundidade que variam de 9 a 15 metros e são utilizados, em geral, como complementação do abastecimento público realizado pela Companhia Pernambucana de Saneamento e Abastecimento – COMPESA -, ocorrendo com menor frequência os casos em que, tais poços, são a única fonte de abastecimento. Nesses casos, o consumo é pouco significativo, sendo citado como da ordem de 2000L/dia, em média. Segundo os usuários dessas águas, as mesmas apresentam-se, eventualmente, escurecidas, salobras e com odor desagradável, embora não tenha sido mencionada a ocorrência simultânea dessas alterações.

#### IV.3 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

É comum, as diversas ações humanas alterarem a qualidade das águas, razão pela qual as águas superficiais são mais susceptíveis a contaminação que as águas subterrâneas. Estas, em geral, são de boa qualidade, embora não sejam estéreis.

Nos cemitérios, é citada na bibliografia a contaminação das águas subterrâneas por produtos oriundos dos processos de coligação a que são submetidos os cadáveres. Esses produtos, segundo Silva (1998 apud Marinho, 1998), são constituídos por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas complexas e tóxicas. No entanto, para os profissionais de saúde, o risco de contaminação por produtos resultantes da decomposição dos corpos decorre mais da presença de microrganismos e sua patogenicidade que da toxicidade das substâncias liberadas (Ottmann,1987).

Embora não se tenha conhecimento da composição microbiológica desses produtos, admite-se, com base em sua constituição e origem, que seja elevado o número de microrganismos de natureza, ora degradadora ora patogênica. Daí

decorrem os riscos para a saúde caso alcancem as águas subterrâneas, na medida em que a água se constitui em um importante fator de veiculação de diversas doenças (Quadro 4). Dentre estas, além das gastroenterites que têm origem entre as bactérias, vírus e protozoários, figuram a febre tifóide, a leptospirose e a cólera causadas por bactérias; a hepatite e meningite causadas por vírus e as diarreias causadas por protozoários.

Dentre os agentes causadores de doenças de veiculação hídrica, estão os que provocam infecções graves com índices significativos de mortalidade, especialmente em crianças, a exemplo das bactérias do gênero *Shigella* e vírus do grupo Rotavírus, até aqueles que causam, freqüentemente, infecções assintomáticas como os protozoários dos gêneros *Entamoeba* e *Giardia* e, por essa razão, permanecem sendo disseminados no meio ambiente, sobretudo, em regiões que apresentam deficiências nas condições sanitárias.

Além das doenças transmitidas pela água, existem aquelas relacionadas à ocorrência de substâncias químicas em concentrações, geralmente, superiores às preconizadas nos padrões de qualidade da água para consumo humano.

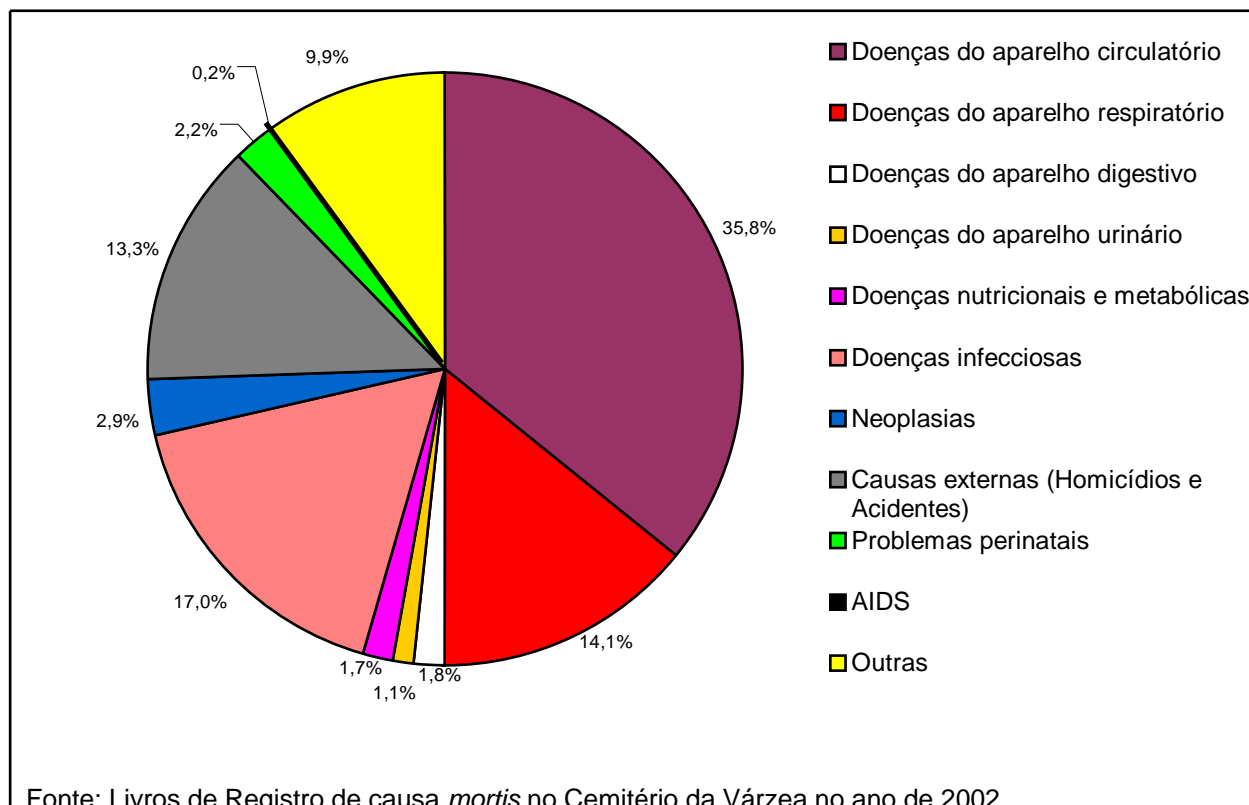
No caso específico do cemitério da Várzea, as principais causas de morte, levantadas nos livros de registro de óbito desse cemitério, para o ano de 2002, foram as doenças relacionadas ao aparelho circulatório (35,8%), seguidas pelas doenças infecciosas (17,0%), doenças respiratórias (14,1%), homicídio e acidentes (13,3%), neoplasias (2,9%), problemas perinatais (2,2%), doenças do aparelho digestivo (1,8%), doenças nutricionais e metabólicas (1,7%), doenças do aparelho urinário (1,1%), AIDS (0,2%) e outras (9,9%) (Figura 12).

Nota-se na figura 12 que o percentual relativo a outras causas de morte (9,9%) é bastante acentuado, superando inclusive os percentuais relacionados às neoplasias e a síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS). Entretanto, aproximadamente metade desse percentual foi definido com base no número encontrado sob a referência de falência múltipla dos órgãos, enfermidade que, em geral, acomete pacientes que apresentam processos neoplásicos ou AIDS. Outro percentual que chama atenção é aquele relacionado às doenças infecciosas (17,0%), composto, em sua maioria, pelos processos septicêmicos.

**Quadro 4**  
DOENÇAS CAUSADAS POR MICRORGANISMOS VEICULADOS PELA ÁGUA

DOENÇAS	AGENTES CAUSADORES		
	Grupo	Espécies	Características
Febre tifóide	Bactérias	<i>Salmonella typhi</i>	Bacilo Gram-negativo, anaeróbio facultativo
Gastrenterite, diarreia		<i>Shigella dysenteriae</i> , <i>S. flexneri</i> , <i>S. sonnei</i>	Bacilo Gram-negativo, anaeróbio facultativo, imóveis
Pode provocar pneumonia		<i>Legionella pneumophila</i>	Bacilo Gram-negativo, aeróbio
Leptospirose		<i>Leptospira interrogans</i>	Em forma de hélice flexível, Gram-negativo, aeróbio
Cólera		<i>Vibrio cholerae</i>	Bacilo reto ou curvo, Gram-negativo, anaeróbio facultativo
Infecções de ouvido, olhos e hospitalares		<b><i>Pseudomonas aeruginosa</i></b>	Bacilo Gram-negativo, aeróbios
Gastrenterites		<i>Clostridium perfringens</i>	Bacilo Gram-positivo, esporulados, anaeróbio
Pode provocar diarreia, dores abdominais		<i>Escherichia coli</i>	Bacilo reto, Gram-negativo, anaeróbio facultativo
Poliomielite, meningite, infecções assintomáticas		Vírus	<i>Enterovírus</i>
Gastrenterites	<b><i>Rotavírus grupo B</i></b>		Icosaédrico, estável até pH 3,0 e relativamente resistente ao calor
Hepatite infecciosa	<i>Hepatite A</i>		Isocáedrico, muito estável, resistente em meio ácido e em temperatura elevada
Infecções respiratórias, conjuntivites	<i>Adenovírus</i>		Isocáedrico, resistente no ambiente.
Amebíase (diarreia amebiana)	Protozoários	<i>Entamoeba histolytica</i>	Locomove-se e alimenta-se por pseudópodes. As formas infectantes são císticas.
Giardíase (diarreia e cólica)		<i>Giardia lamblia</i>	Flagelado com simetria bilateral
Criptosporidiose (gastrenterite)		<i>Cryptosporidium</i>	Resistente a cloração

Fonte: Pelczar Jr. et al., 1996; CETESB, 1996; Soares & Maia, 1999; Matos, 2001.



**Figura 12** - PRINCIPAIS CAUSAS DE MORTE LEVANTADAS NOS LIVROS DE REGISTRO DE ÓBITO DO CEMITÉRIO DA VÁRZEA, NO ANO DE 2002.

#### IV.3.1 Indicadores Físico-químicos

As características físicas da água são representadas pela temperatura, cor, odor, sabor, turbidez e sólidos em suspensão; são de natureza estética e em altas concentrações podem causar repugnância nos consumidores, contudo, nas águas subterrâneas raramente são perceptíveis (Santos, 1997).

O material geológico, no qual estão armazenadas as águas subterrâneas influencia na composição das mesmas. Em primeiro lugar, as características químicas dessas águas dependem da composição das águas de recarga e, em segundo, das litologias que atravessam (CETESB, 2001). Naturalmente, a água subterrânea ao atravessar os solos e as rochas se enriquece em sais minerais, em decorrência das baixas velocidades de circulação e das maiores pressões e temperaturas a que estão submetidas, podendo ocorrer, em alguns casos,

concentrações mais elevadas de componentes químicos específicos, dependendo da composição desses solos e rochas.

Do ponto de vista químico, as variações naturais de qualidade das águas subterrâneas são pequenas. Assim, resultados elevados ou diferentes dos esperados poderão indicar a ocorrência de situações anormais do meio no qual a água circula. Daí decorre a necessidade do conhecimento prévio dos parâmetros químicos das formações aquíferas para se distinguir o que é natural do que é oriundo de fontes antropogênicas (CETESB, 2001).

Nesse contexto, inserem-se as águas do aquífero freático em áreas de cemitérios que poderão ter alguns dos seus parâmetros químicos alterados em decorrência da contaminação oriunda da decomposição dos corpos, com alteração nas concentrações de compostos nitrogenados ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$ ) (Migliorini et al., 1994; Marinho, 1998) e de bicarbonatos, cloretos, sódio e cálcio (Migliorini et al., 1994; Matos & Pacheco, 2002), bem como da contaminação por metais (ferro, cromo, manganês, alumínio, cádmio, chumbo, zinco) provenientes do desprendimento de tintas, vernizes e guarnições utilizadas nos ataúdes (Migliorini et al., 1994; Costa et al. 2002). Dentre os parâmetros citados, destacam-se o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e o chumbo (Pb). O primeiro quando ingerido em altas concentrações, pode trazer conseqüências danosas à saúde de crianças recém-nascidas e adultos mais vulneráveis, além de vir sendo apontado como um dos responsáveis pelas taxas de incidência de câncer gástrico (Chapelle, 1992). O chumbo (Pb), quando presente na água ou mesmo no ar, em concentração elevada, pode provocar o saturnismo, uma espécie de envenenamento crônico com efeitos sobre o sistema nervoso central de adultos e crianças (Campos, 2003).

Costa (2002) no relatório sobre “Análise de Risco de Contaminação de Mananciais Hídricos” na área do Cemitério Sete Torres no bairro da Várzea - Recife, embora considere praticamente nula a possibilidade de contaminação desses mananciais pelos produtos decorrentes da decomposição dos cadáveres, recomenda um monitoramento semestral das águas subterrâneas, devendo ser avaliados, nesse monitoramento, os parâmetros referentes à cor, turbidez, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, dureza e alguns íons (carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, nitritos, nitratos, cálcio, magnésio, sódio, potássio e ferro).

No Brasil, alguns desses parâmetros físico-químicos são adotados para avaliação da qualidade da água para consumo humano e estão relacionados na Portaria nº 1469/2000 (Ministério da Saúde – MS, 2000), além de serem recomendados pela Organização Mundial da Saúde – OMS, no que tange à potabilidade da água (Santos,1997) (Quadro 5).

**Quadro 5**  
**ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS	
	Portaria nº 1469 / 2000 - MS	OMS
Cor	15uH <sup>1</sup>	15 Pt/l
Turbidez	5 UT <sup>2</sup>	5 UT
pH	6,0 – 9,5	6,5 – 8,5
Dureza	500 mg/L	500 mg/L
Cloreto	250 mg/L	250 mg/L
Amônia	1,5 mg/L	-
Nitrito	1 mg/L (como N)	-
Nitrato	10 mg/L (como N)	10 mg/L (como N)
Sulfato	250 mg/L	400 mg/L
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L	1000 mg/L
Sódio	200 mg/L	200 mg/L
Ferro	0,3 mg/L	0,3 mg/L
Cromo	0,05 mg/L	0,05 mg/L
Manganês	0,10 mg/L	0,10 mg/L
Alumínio	0,20 mg/L	0,20 mg/L
Cádmio	0,005 mg/L	0,005 mg/L
Chumbo	0,01 mg/L	0,05 mg/L
Zinco	5,0 mg/L	5,0 mg/L

Fonte: SANTOS, 1997; BRASIL – Ministério da Saúde, 2000.

(1) uH - Unidade Hazen (mg Pt-Co/l); (2) UT - Unidade de turbidez.

Dentre os parâmetros físico-químicos relacionados no quadro 5, observa-se que a OMS não define valores de referência para o nitrito e a amônia. Contudo, a presença do nitrito nas águas subterrâneas, é citada por Santos (1997) como indicativo de poluição recente, o que, provavelmente, pode ser referido também para a amônia, uma vez que esses compostos, em meios oxidantes, são instáveis e

tendem a se oxidar, convertendo-se em nitratos. Além disso, a faixa admitida para variação do valor do potencial hidrogeniônico (pH), na Portaria nº 1469/2000–MS, é superior a recomendada pela OMS. Entretanto, o acréscimo de 1,5 (um e meio) ponto na escala do pH não parece constituir aumento significativo capaz de oferecer risco à saúde dos consumidores.

Os demais parâmetros físico-químicos referidos por Costa (2002) para o monitoramento das águas subterrâneas na área do Cemitério Sete Torres - Recife estão relacionados aos íons potássio, cálcio e magnésio. O primeiro, em geral, ocorre nas águas subterrâneas em pequenas concentrações (1 a 5 mg/L); os outros dois são mais abundantes, ocorrendo, respectivamente, nas concentrações de 10 a 100mg/L e 1 a 40 mg/L, sendo ainda os principais responsáveis pela dureza dessas águas (Custódio & Llamas, 1983 apud Santos, 1997). Além desses íons, são referidas, ainda, a condutividade elétrica, cuja medida está relacionada ao teor de sais dissolvidos nas águas e à alcalinidade, que tem relação direta com a presença e/ou ausência de carbonatos e bicarbonatos (Santos, 1997).

A recomendação de avaliar alguns parâmetros físico-químicos em águas subterrâneas das áreas de cemitérios é reiterada pelos resultados obtidos em estudos desenvolvidos em cemitérios do Estado de São Paulo bem como da Austrália, os quais relacionam as alterações físico-químicas observadas nas águas subterrâneas dessas áreas, sobretudo nas águas colhidas em poços construídos próximo das sepulturas, aos processos de decomposição dos cadáveres (Migliorini et al., 1994; WHO, 1998; Matos & Pacheco, 2002).

Se considerarmos que os processos de coliquação que ocorrem nas áreas de cemitérios podem incrementar a disponibilidade da matéria orgânica passível de alcançarem as águas subterrâneas, sobretudo aquelas armazenadas em sedimentos arenosos imediatamente subjacentes a esses cemitérios, pode-se pressupor que as concentrações dos íons relacionados às cadeias de fósforo (P), nitrogênio (N) e enxofre (S), podem estar alteradas, sem necessariamente excederem os valores referenciais. Contudo, para que isso se verifique, é necessário o conhecimento prévio desses parâmetros nos aquíferos existentes nessas áreas.

### IV.3.2 Indicadores Biológicos

Em água mineral natural, são citadas como flora autóctone bactérias pertencentes aos gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus* (Varnam & Sutherland, 1994 apud Cabrini & Gallo, 2001). Análises realizadas em água de nascente, no Estado de Pernambuco, para avaliar o comportamento da flora autóctone, mostraram que, imediatamente após a captação, o número de bactérias que constituem essa flora é baixo, aproximadamente 75 UFC/ml (Pires et al., 2001). Resultados semelhantes foram observados em amostras de águas minerais comercializadas em Portugal - 24,9 +/- 5,0 UFC/ml a 22°C e 9,1 +/- 5,3 UFC/ml a 37°C (Morais & Da Costa, 1990).

Em geral, na avaliação da qualidade da água, não é necessária a identificação completa dos microrganismos presentes, mas apenas a determinação de grupos de significado higiênico e sanitário que, na maior parte dos casos, não são patogênicos. Dessa forma, as bactérias usualmente empregadas como indicadoras de contaminação das águas são os coliformes totais (*Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*), os coliformes fecais (*Escherichia coli*), os estreptococos fecais (*Enterococcus*) e os clostrídios (*Clostridium perfringens*) (Soares & Maia, 1999) (Quadro 6).

**Quadro 6**  
OCORRÊNCIA, EM FLORA FECAL, DOS INDICADORES BACTERIOLÓGICOS DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA

INDICADORES	GÊNERO/ESPÉCIE	MÉDIA ( UFC/g)
Coliformes totais	<i>Citrobacter</i>	$1 \times 10^6$
	<i>Klebsiella</i>	$5 \times 10^4$
	<i>Enterobacter</i>	$1 \times 10^5$
Coliforme fecal	<i>Escherichia coli</i>	$4 \times 10^8$
Estreptococos fecais	<i>Enterococcus</i>	$2 \times 10^8$
Clostrídios	<i>Clostridium</i>	$4 \times 10^6$

Fonte: CETESB, 1996.

Esses indicadores são definidos com base na prevalência dessas bactérias em flora fecal de origem humana ou animal e na possibilidade de quantificação por

métodos laboratoriais simples e rápidos. A presença, em elevadas concentrações, desses microrganismos nas análises de água, sugere a ocorrência de agentes de doenças infecciosas e parasitárias. Esses agentes, por ocorrerem em número reduzido e de forma intermitente na água não se constituem em indicadores adequados, além de exigirem, para sua identificação, procedimentos laboratoriais onerosos e, algumas vezes, complexos, tornando inviável sua aplicação para avaliação da qualidade da água do ponto de vista bacteriológico (CETESB, 1996).

O quadro 7 contém os parâmetros biológicos adotados, no Brasil, na avaliação da qualidade da água para consumo humano, estabelecidos na Portaria nº 1469/2000 do Ministério da Saúde.

**Quadro 7**  
PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

PARÂMETROS	INSTRUMENTO REGULADOR
	Portaria nº 1469/2000-MS
<i>E. coli</i> , coliformes (fecais) termotolerantes	Ausência em 100 ml
Coliformes Totais	Ausência em 100 ml
Bactérias heterotróficas	500 UFC <sup>1</sup> /ml
Recomenda-se ainda: enterovírus. <i>Giardia</i> spp e <i>Cryptosporidium</i> sp	Ausência

Fonte: BRASIL - Ministério da Saúde, 2000.

(1) UFC – Unidades Formadoras de Colônias

Como indicadores eficientes para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas passíveis de contaminação pelos produtos de coligação dos cemitérios, acrescentam-se às bactérias heterotróficas, já relacionadas e recomendadas no instrumento regulador adotado no país, os clostrídios e as bactérias proteolíticas (Martins et al., 1991; Matos, 2001), bem como as bactérias lipolíticas (Martins et al., 1991). As duas últimas são responsáveis, respectivamente, pela degradação de proteínas e lipídeos.

As bactérias proteolíticas e as lipolíticas são mais comumente estudadas na microbiologia de alimentos como decompositoras de carnes e outros produtos de

origem animal (Marinho, 1998) e são ausentes ou encontradas em quantidades mínimas nos poços construídos em áreas que não apresentam ocorrência de fontes de contaminação ou nos poços que captam água de aquíferos confinados (Martins et al., 1991; Marinho, 1998).

É evidente entre os indicadores considerados de maior especificidade para avaliação da contaminação de águas subterrâneas em áreas de cemitérios, o predomínio de grupos de bactérias degradadoras de matéria orgânica, que não apresentam, à primeira vista, relação com essa fonte específica de contaminação, mas com qualquer fonte que resulte em aumento da disponibilidade de matéria orgânica no meio, além de não constituírem, por si só, indicadores da presença de patógenos. Contudo, não se pode desprezar os cemitérios como possível fonte de contaminação dessas águas, tendo em vista o potencial de patogenicidade que ela representa.

#### IV.3.3 Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas

Originam-se na superfície do solo a grande maioria das ações antrópicas capazes de contaminar as águas subterrâneas. Assim, as águas do aquífero freático ou livre, sobretudo, se o seu nível for pouco profundo, encontram-se mais expostas à contaminação que aquelas armazenadas nos aquíferos confinados drenantes e não drenantes, uma vez que esses últimos apresentam, recobrando-os, camadas de sedimentos consolidados ou não consolidados, com características semi-permeáveis e impermeáveis, que dificultam ou impedem o alcance dessas águas por líquidos oriundos das diversas fontes de contaminação.

Os contaminantes antes de alcançarem o aquífero (zona saturada) movimentam-se através da zona não saturada, quando, então, sofrem uma série de processos de atenuação, capazes de provocar diluição, retardação ou, até mesmo, eliminação dos mesmos. Em relação aos microrganismos, essa capacidade de atenuação da camada não saturada, depende de alguns fatores como a litologia, a aeração, a espessura da camada não saturada, a redução de umidade, os nutrientes, o pH, a temperatura, além de demonstrar uma relação inversa com a permeabilidade (Marinho, 1998).

A permeabilidade, por sua vez, está relacionada ao tipo de material poroso, à granulometria e à disposição estrutural do mesmo. Assim, sedimentos com partículas de tamanho maior definirão maiores permeabilidades, ao mesmo tempo que tamanhos menores de grãos e grandes variações desses tamanhos, indicarão menores permeabilidades (Cabral, 1997) (Quadro 8).

**Quadro 8**  
CLASSIFICAÇÃO DA PERMEABILIDADE DE ACORDO COM A GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS

GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS	PERMEABILIDADE	
	Coeficiente k (m/s)	Classificação
Cascalho	$10$ a $10^{-2}$	Muito boa
Areia	$10^{-3}$ a $10^{-5}$	Boa
Areia muito fina, areia siltosa e areia argilosa	$10^{-6}$ a $10^{-9}$	Má
Argila	$10^{-10}$ a $10^{-11}$	Fraca a muito fraca (impermeável)

Fonte: Ottmann, 1987.

Sedimentos argilosos apresentam características impermeáveis, conferindo aos mesmos capacidade de retenção dos líquidos e microrganismos bem como fixação de certos íons e substâncias orgânicas. Por outro lado, a boa permeabilidade apresentada pelos sedimentos arenosos, torna-os mais susceptíveis à infiltração dos contaminantes. Contudo, convém referir a utilização dos materiais com essa granulometria nos tratamentos de água, quando desempenham a função de filtros, e a possibilidade de retenção de até 99% das bactérias de origem fecal por areia de praia com aproximadamente quatro metros de espessura (Ottmann, 1987).

Assim, o risco de contaminação das águas subterrâneas resulta da interação de dois fatores. Primeiro, a vulnerabilidade natural do aquífero, que pode ser definida como a sensibilidade do estrato geológico frente a uma carga contaminante (Hirata, 1996 apud Da Silva & Santos, 2003) e, segundo, a própria carga contaminante que, como resultado de atividade antrópica, é capaz de provocar alteração na qualidade dessas águas.

Normalmente, a vulnerabilidade de um dado aquífero é avaliada através do estabelecimento de índices de vulnerabilidade, calculados com base em diferentes metodologias. Entretanto, segundo Costa (2002), o método mais utilizado, quando os dados são escassos e mal distribuídos espacialmente, é o GOD. Esse método considera a análise de três parâmetros, cujas iniciais, em inglês, compõem a denominação do mesmo: a) forma de ocorrência da água subterrânea (**G**roundwater occurrence) (Quadro 9); b) caracterização quanto ao grau de consolidação e litologia do aquífero (**O**verall aquifer class) (Quadro 10); c) profundidade do nível freático ou topo do aquífero (**D**epht of groundwater) (Quadro 11).

**Quadro 9**

RELAÇÃO ENTRE A OCORRÊNCIA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E OS VALORES NUMÉRICOS ATRIBUÍDOS PARA A CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE

FORMA DE OCORRÊNCIA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	VALORES NUMÉRICOS ATRIBUÍDOS
Ausência	0
Confinado surgente	0,1
Confinado não drenante	0,2
Confinado drenante (semi-confinado)	0,4
Livre ou freático (coberto)	0,6
Livre ou freático	1,0

Fonte: Foster et al., 1987 apud Da Silva & Santos, 2003.

O produto dos valores numéricos atribuídos a cada parâmetro permite a determinação do índice de vulnerabilidade das águas subterrâneas que poderá ser definido como ausente (0,0) quando não há ocorrência de formação aquífera, insignificante (0,1), baixo (0,2 a 0,3), moderado (0,4 a 0,5), alto (0,6 a 0,7) e extremo (0,8 a 1,0) (Foster et al., 1988). Dentre os valores numéricos apresentados, verifica-se que o maior deles corresponde a 1,0 e está relacionado à ocorrência de aquífero livre e superfície freática rasa, o que confere as águas de aquíferos freáticos maior susceptibilidade à contaminação.

**Quadro 10**  
**RELAÇÃO ENTRE O GRAU DE CONSOLIDAÇÃO E LITOLOGIA DO AQUÍFERO E OS VALORES**  
**NUMÉRICOS ATRIBUÍDOS PARA A CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE**

GRAU DE CONSOLIDAÇÃO DOS MATERIAIS		LITOLOGIA	VALORES NUMÉRICOS ATRIBUÍDOS
Não Consolidados (Sedimentos)		Argila	0,3
		Solo residual	0,4
		Silte aluvial	0,5
		Areias e cascalhos aluviais, areias eólicas e flúvio-glaciais	0,6 a 0,7
		Cascalho coluvial	0,8
Consolidados	Rochas Porosas	Folhelhos	0,5
		Siltitos e Tufos vulcânicos	0,6
		Arenitos	0,7 a 0,8
		Carbonatitos, calcários e calcarenitos	0,9
	Rochas Densas	Ígneas, Metamórficas e Vulcânicas antigas	0,6 a 0,7
		Lavas vulcânicas recentes	0,8 a 0,9
		Calcretes e outros calcários	1,0

Fonte: Foster et al., 1987 apud Da Silva & Santos, 2003.

Daí, provavelmente, decorra a referência constante nos estudos realizados em áreas de cemitérios, à necessidade de avaliação das condições geológicas e hidrogeológicas das áreas escolhidas para implantação de futuras necrópoles, sobretudo, as horizontais, de maneira a impedir que essa fonte específica venha a transformar-se em risco efetivo de contaminação das águas subterrâneas, notadamente, aquelas armazenadas no aquífero freático.

**Quadro 11**  
RELAÇÃO ENTRE A PROFUNDIDADE DO NÍVEL FREÁTICO OU TOPO DO AQÜÍFERO E OS VALORES NUMÉRICOS ATRIBUÍDOS PARA A CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE

PROFUNDIDADE DO NÍVEL FREÁTICO OU TOPO DO AQÜÍFERO (m)	VALORES NUMÉRICOS ATRIBUÍDOS
> 100	0,4
50 - 100	0,5
20 - 50	0,6
10 - 20	0,7
5 - 10	0,8
2 - 5	0,9
< 2	1,0

Fonte: Foster et al., 1988 apud Costa, 2002.

## V MATERIAL E MÉTODOS

Os dados primários foram obtidos através de pesquisa realizada em campo e em laboratório, conforme etapas descritas a seguir:

### V.1 LEVANTAMENTO DE POÇOS RESIDENCIAIS DO ENTORNO DO CEMITÉRIO

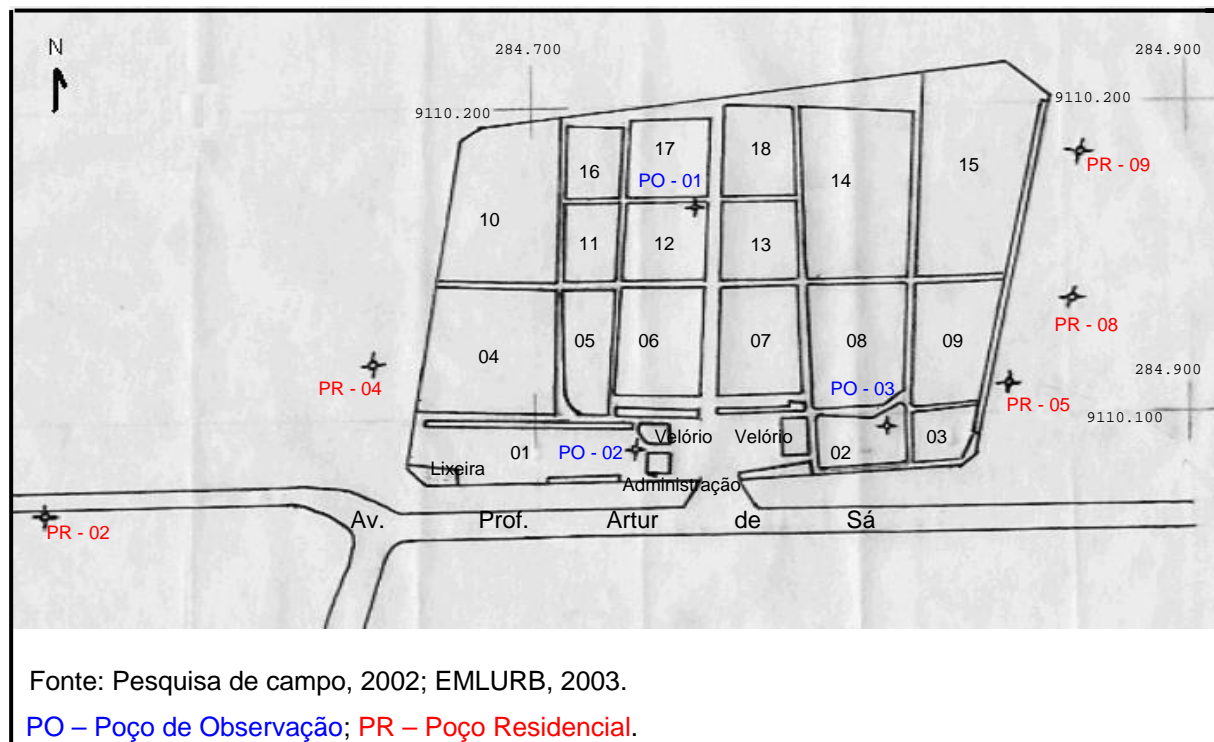
Visitas às residências localizadas nas ruas do entorno do cemitério permitiram o cadastramento de um total de 15 poços rasos, com profundidades que variaram, segundo informações dos proprietários, de 9 a 15 metros. No entanto, não foi possível obter perfil litológico e construtivo desses poços. Tomando como critério as menores profundidades informadas, foram selecionados 05 poços (Quadro 12), para coleta de água subterrânea destinada à avaliação da qualidade da mesma, principalmente do ponto de vista bacteriológico, dentre os quais 03 poços (PR-04, PR-05 e PR-08) foram utilizados para realização das medidas da superfície freática.

**Quadro 12**  
POÇOS RASOS RESIDENCIAIS AMOSTRADOS DURANTE O ESTUDO

POÇO	PROFUNDIDADE (m)	COORDENADAS (UTM)		DISTÂNCIA DO CEMITÉRIO (m)	ANO DE PERFURAÇÃO
		X (mE)	Y (mN)		
02	9,0	284.549	9.110.073	110 a sudoeste	1998
04	10,0	284.648	9.110.105	15 a oeste	1998
05	10,0	284.843	9.110.110	6 a leste	1998
08	10,0	284.867	9.110.137	20 a leste	1998
09	9,0	284.876	9.110.185	10 a leste	+/- 1982

Fonte: Pesquisa de campo, 2002.

Os poços selecionados localizam-se próximos ao cemitério (Figura 13), estando os poços de nº 04 e 05 construídos em residências que utilizam o muro do cemitério como uma de suas paredes. A exceção do poço 09, construído há vinte anos, todos os outros têm o mesmo tempo de construção (cinco anos).



**Figura 13** - LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO E DOS POÇOS RESIDENCIAIS AMOSTRADOS.

## V.2 CONSTRUÇÃO DE POÇOS DE OBSERVAÇÃO

Foram construídos três poços de observação no interior do cemitério da Várzea, entre os meses de fevereiro e abril de 2003, para monitoramento da superfície freática e da qualidade da água subterrânea do aquífero freático, naquela área (Figura 14).

A localização desses poços foi definida com base no tempo e na frequência de enterramentos. O poço de observação 01 (PO-01) localiza-se na quadra de nº 12 e próximo às quadras de nº 13, 17 e 18. Nessas quadras a maioria dos enterramentos foi realizada há um ano ou menos. O PO-02 localiza-se na quadra com enterramentos realizados há dois anos ou mais (quadra 01), além de ser uma das

duas quadras (nº 01 e 05) que dispõe de maior número de compartimentos pré-moldados para a realização dos enterramentos. O PO-03 está localizado na quadra de nº 02 e próximo à quadra de nº 03, nas quais são sepultadas crianças, cuja frequência é baixa, resultando em uma baixa liberação dos produtos de coligação (Figura 13).

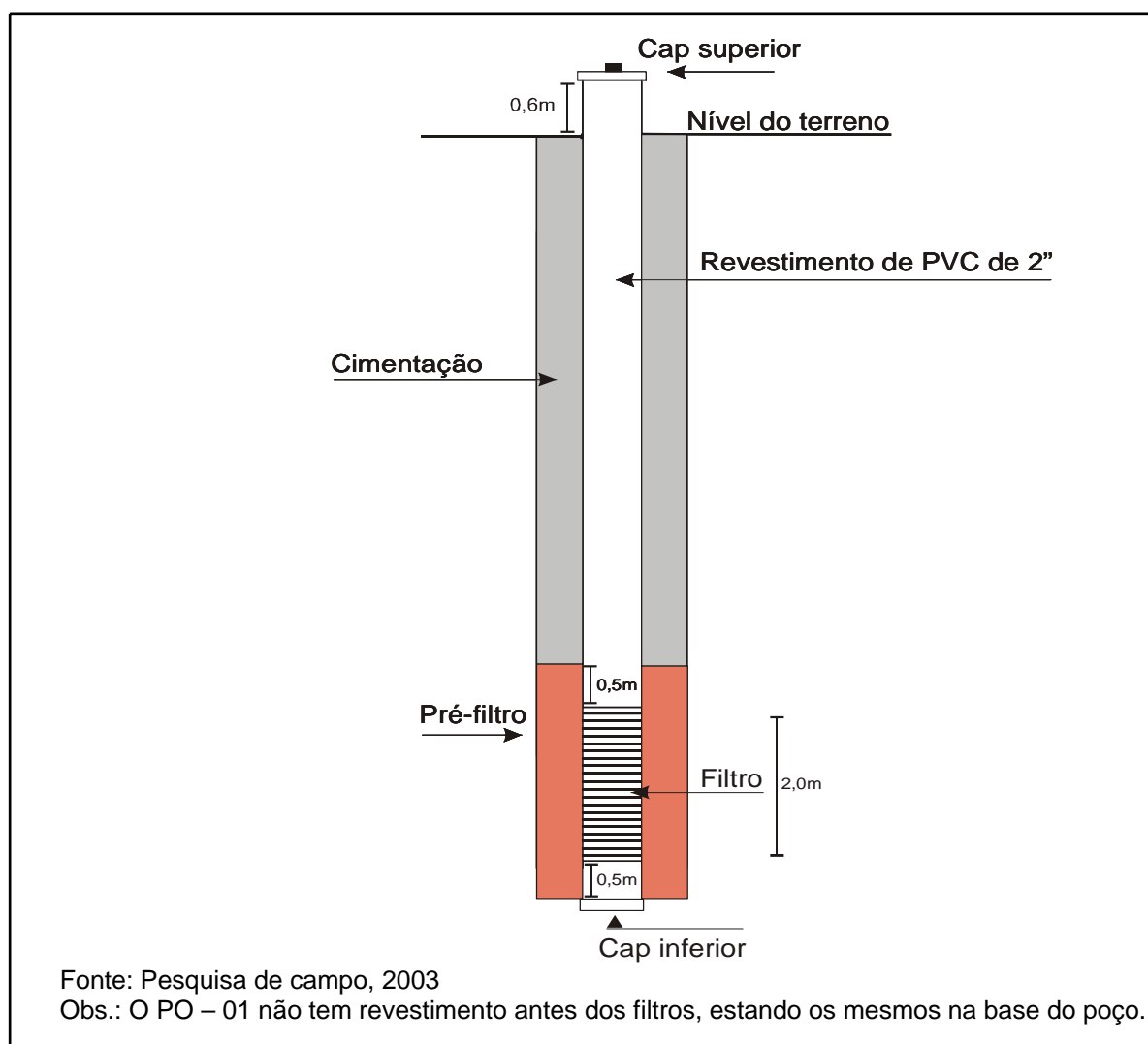


**Figura 14** - POÇOS DE OBSERVAÇÃO CONSTRUÍDOS NO CEMITÉRIO DA VÁRZEA.

O furo do poço PO-01 foi executado com trado manual de quatro polegadas (4") de diâmetro, até a profundidade de 8,0 metros, enquanto os furos dos poços PO-02 e PO-03 foram executados com perfuratriz artesanal para furo em sedimento, a qual utiliza lama (betonita) na perfuração. Esses furos alcançaram a profundidade de 9,5 metros (PO-02) e 9,0 metros (PO-03).

Todos os poços são fechados na base e revestidos com tubos de PVC de duas polegadas (2") de diâmetro. O filtro utilizado nos poços de observação é do tipo geomecânico com ranhuras de 2,0 mm de espessura no PO-01 e 0,50 mm no PO-02 e PO-03. No PO-01, o filtro encontra-se na base e sua seção filtrante envolvida por uma tela de nylon, objetivando impedir o entupimento das ranhuras. Nos poços PO-02 e PO-03, os filtros encontram-se a 0,50 m acima da base, estando esse espaço revestido por tubo de PVC de 2" de diâmetro. O comprimento dos filtros é de

2 metros, em todos os poços. O espaço anelar, entre o furo e o tubo, foi preenchido com cascalho bem selecionado (pré-filtro) até 0,50 m acima da seção filtrante e com uma pasta de cimento (cimento e água), desse ponto até a superfície do terreno, para impedir a contaminação dos poços pela percolação de líquidos superficiais. A extremidade superior (boca) dos poços é fechada com uma tampa (cap) e situa-se, em média, 0,60 m acima do nível do terreno (Figura 15).



**Figura 15** - ESQUEMA CONSTRUTIVO DOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO.

Após a construção, todos os poços foram desenvolvidos (bombeados para limpeza) com compressor 120 libras por um período médio de, aproximadamente, 24 horas. Nos poços PO-02 e PO-03, antes do desenvolvimento, foi adicionado

hexametáfosfato que ficou em repouso por 24 horas para remoção da betonita utilizada na perfuração dos mesmos.

As amostras de sedimentos coletadas durante a construção do poço de observação 01 (PO-01) foram encaminhadas ao Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM – da UFPE para análise granulométrica e classificação das frações.

### V.3 MEDIÇÃO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA DOS POÇOS

As medidas de profundidade da superfície freática da água subterrânea foram realizadas mensalmente, no período de abril a outubro de 2003, nos três poços de observação (PO-01, PO-02 e PO-03) e mais três poços residenciais (PR-04, PR-05 e PR-08). Essas medidas foram realizadas em dias diferentes dos dias de coleta das amostras para análises bacteriológicas e/ou físico-químicas.

As cotas altimétricas desses poços foram determinadas através de levantamento em campo com nível topográfico ZEISS modelo Ni 50, mira graduada centimétrica e trena com 30 metros. O ponto de partida do levantamento tem Referência de Nível (RN) conhecida e igual a 9.096 mm em relação ao nível do mar. A diferença de cota observada entre os poços é pouco significativa (Quadro 13), dada a ocorrência de um relevo plano na área estudada.

**Quadro 13**  
COTAS ALTIMÉTRICAS DOS POÇOS UTILIZADOS PARA MEDIDA DE NÍVEL POTENCIOMÉTRICO.

POÇO	COORDENADAS (UTM)		COTAS (m)
	X (mE)	Y (mN)	
PO-01	284.749	9.110.169	10,5
PO-02	284.731	9.110.089	10,4
PO-03	284.805	9.110.097	9,9
PR-04	284.648	9.110.105	10,7
PR-05	284.843	9.110.110	9,9
PR-08	284.867	9.110.185	10,4

Fonte: Pesquisa de campo, 2003.

PO – Poço de Observação; PR – Poço Residencial.

#### V.4 AMOSTRAGEM DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Nos poços de observação, as amostras de água foram coletadas com amostrador plástico (tipo beiler) preso por um cordão de nylon, ambos, previamente lavados e desinfetados em laboratório. Antes da obtenção da amostra para análise, os amostradores foram introduzidos 05 vezes nos respectivos poços e essas coletas desprezadas, de forma que a amostra não fosse obtida da coluna de água estagnada, tendo sido realizada a análise apenas da água obtida através da sexta introdução do amostrador no poço. Para cada poço foi utilizado um amostrador e, a cada coleta, um par de luvas esterilizadas. Durante o período de amostragem não foi verificada violação dos poços de observação.

Nos poços residenciais, as amostras de água foram coletadas em torneiras localizadas próximo à captação, previamente desinfetadas com álcool a 70% e após escoamento da água por aproximadamente 2 minutos.

As amostras foram armazenadas em frascos estéreis de vidro (500ml) e, logo após, encaminhadas ao Laboratório de Processos Fermentativos do Departamento de Antibióticos da UFPE para proceder as análises bacteriológicas. As amostras destinadas às análises físico-químicas foram armazenadas em frascos plásticos (2000mL), previamente lavados e, imediatamente, encaminhadas ao Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água do Departamento de Engenharia Química – LAMSA – da UFPE, para realização dessas análises.

O período de amostragem compreendeu os meses de janeiro a setembro de 2003 (Quadro 14). Nesse período, coletou-se um total de 32 amostras de água subterrânea nos poços de observação e poços residenciais, sendo 24 amostras para realização de análise bacteriológica e avaliação do pH, temperatura e condutividade elétrica e 08, para realização de análise de outros parâmetros físico-químicos.

#### V.5 PARÂMETROS ANALISADOS

##### V.5.1 Físico-químicos

A condutividade elétrica, a temperatura e o pH foram determinados *in situ*, todas as vezes que foram coletadas amostras para as análises bacteriológicas nos poços de observação e poços residenciais. Para isso, foi utilizado condutivímetro digital portátil da marca HANNA, modelo HI 9635, para determinar a condutividade elétrica e a temperatura e o método colorimétrico para determinação do pH (Anexo 2).

#### Quadro 14

##### PROGRAMA DE AMOSTRAGEM DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO E POÇOS RESIDENCIAIS

MÊS	PARÂMETRO	
	Físico-químico	Bacteriológico
Jan / 2003	PR-02, 08 e 09	PR-08 e 09
Fev / 2003	PR-02, 04 e 05; PO-01	PR-02, 04 e 05; PO-01
Abr / 2003	PO-01, 02 e 03	PO-01, 02 e 03
Jun / 2003	PR-02, 04, 05, 08 e 09; PO-01, 02 e 03	PR-02, 04, 05, 08 e 09; PO-01, 02 e 03
Jul / 2003	PO-01, 02 e 03 (23/07/03)	PO-01, 02 e 03 (14/07/03)
Ago / 2003	PO-01, 02 e 03	PO-01, 02 e 03
Set / 2003	PR-04 e 05; PO-01, 02 e 03	-

PR – Poço Residencial; PO – Poço de Observação.

Outros parâmetros físico-químicos foram avaliados, mas sem a mesma frequência dos acima citados, haja vista o custo dessas análises e, naturalmente, a limitação de recurso. Diante dessa limitação, foram coletadas duas amostras (julho e setembro de 2003) nos poços de observação (PO-01, PO-02 e PO-03) e uma amostra (setembro de 2003) em apenas dois poços residenciais (PR-04 e PR-05), localizados um em cada lado do cemitério.

Nessas amostras, os parâmetros pesquisados correspondem a: sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, carbonatos, bicarbonatos, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos, sulfatos, amônia, nitrito, nitrato e ferro. As análises para avaliação da ocorrência de metais (cobre, zinco, cádmio, níquel, manganês, cromo e chumbo), foram realizadas, apenas para o poço de observação 02 e para o poço residencial 05.

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água – LAMSA -, do Departamento de Engenharia Química da UFPE, e seguiram a metodologia preconizada no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19ª edição, da Associação Americana de Saúde Pública (APHA),

editado em 1995, segundo citação contida nos laudos emitidos por esse Laboratório (Anexo 3).

#### V.5.2 Bacteriológicos

Com base na leitura da bibliografia, foram definidos, para análise, os parâmetros bacteriológicos que seguem:

- Grupo Coliforme – Essas bactérias são muito utilizadas para avaliação da qualidade da água, por se constituírem em bons indicadores de contaminação humana ou animal, sobretudo, por que a sua densidade, na água, decresce na mesma proporção das bactérias patogênicas intestinais. O grupo dos coliformes é representado pelas bactérias dos gêneros *Escherichia* (coliformes fecais ou termotolerantes), *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (coliformes totais). Esses três últimos podem ocorrer no solo e na vegetação, não sendo, portanto, de origem exclusivamente fecal;
- Clostrídios - indicador de contaminação tardia ou remota, condição relacionada à capacidade de esporular apresentada por esses microrganismos frente a ambiente desfavorável ao seu desenvolvimento. Em geral, são bactérias anaeróbias estritas;
- Bactérias Heterotróficas - ocorrem naturalmente na água e no solo. Contudo, a ocorrência em altas concentrações, na água, é relacionada à presença de matéria orgânica;
- Bactérias Proteolíticas - normalmente, utilizadas na microbiologia de alimentos como decompositoras de proteínas. Dentre as bactérias que compõem esse grupo, encontram-se os gêneros *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* e *Proteus* (APHA, 1976).

As análises bacteriológicas foram realizadas no Laboratório de Processos Fermentativos do Departamento de Antibióticos da UFPE e basearam-se, em geral,

na metodologia preconizada no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da Associação Americana de Saúde Pública (APHA), tendo sido desenvolvida conforme apresentação sucinta contida no quadro 15.

**Quadro 15**  
TÉCNICAS E MEIOS DE CULTURA UTILIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS

PARÂMETROS	TÉCNICAS	ENSAIOS	MEIOS DE CULTURA
Coliformes	Tubos Múltiplos <sup>1</sup>	Presuntivo	Clado Lactosado
Coliformes Totais		Confirmativo	Caldo Lactosado Verde Brilhante Bile a 2%
Coliformes fecais ou termotolerantes		Confirmativo (Qualitativo)	Meio EC
Clostrídio sulfito-reductor	Tubos Múltiplos	Presuntivo	Meio DRCM
		Confirmativo	Meio Leite modificado <sup>2</sup>
Bactérias Heterotróficas	Contagem Padrão em Placa	-	Plate Count Agar - PCA
Bactérias Proteolíticas	Tubos Múltiplos	-	Caldo nutritivo enriquecido com 12% de gelatina <sup>3</sup>

1 - A técnica dos tubos múltiplos utilizada para avaliação dos parâmetros está apresentada em anexo (Anexo 1).

2 - Meio de cultura modificado pelo professor José Otamar Falcão de Moraes do Departamento de Antibióticos da UFPE (informação verbal);

3 - Vera & Power, 1980; Martins et al., 1991.

Além dos parâmetros relacionados no quadro 15, foi pesquisada, na última coleta de água realizada nos poços de observação (agosto/2003), a ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa*, uma bactéria proteolítica, citada como responsável por resultados falso-negativos em testes para detecção de coliformes (CETESB, 1996). Na pesquisa dessa bactéria nas amostras de água coletada, foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos (Anexo 1) e os meios de cultura correspondentes a Asparagina nos ensaios presuntivos e Acetamida nos ensaios confirmativos.

## VI RESULTADOS E DISCUSSÕES

### VI.1 CARACTERÍSTICAS DOS SEDIMENTOS NA ÁREA DO CEMITÉRIO

A análise táctil-visual das amostras de sedimentos coletadas durante a construção dos poços de observação, mostrou nos primeiros 6,0 metros de profundidade, a predominância, de forma generalizada, de sedimentos clásticos, com algumas intercalações areno silte-argilosas e coloração variando de castanho clara nos horizontes arenosos a castanho escura nos horizontes mais argilosos. Abaixo desse intervalo, cerca de dois metros de profundidade, os sedimentos apresentaram-se bastante arenosos com presença de grãos do tipo cascalho e com coloração castanho clara. Na base dos poços PO-02 e PO-03, numa espessura de 0,5 metros, foi constatada a presença de argila de coloração escura (Figura 11).

A análise granulométrica realizada pelo Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM - da UFPE nas amostras coletadas durante a construção do PO-01, encontra-se no quadro 16.

**Quadro 16**

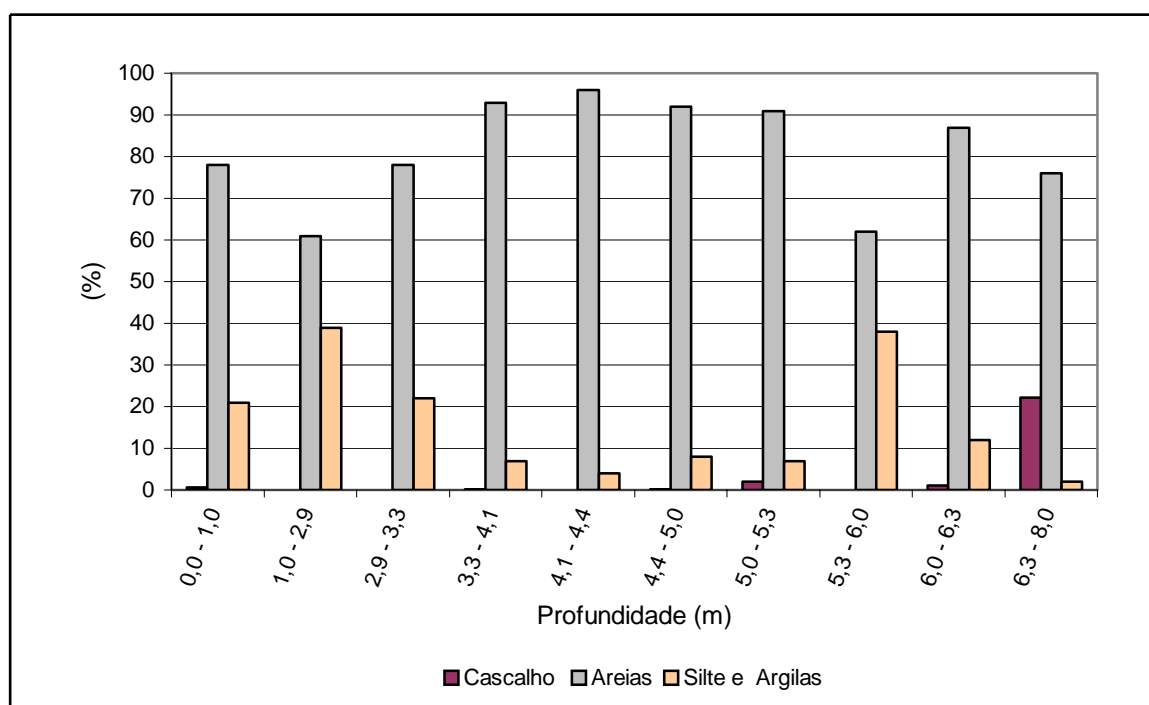
RESULTADOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA REALIZADA NOS SEDIMENTOS COLETADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO DO PO-01

PROF. (m)	SEDIMENTOS (%)						
	Cascalho <sup>1</sup>	Areia muito grossa <sup>2</sup>	Areia grossa <sup>3</sup>	Areia média <sup>4</sup>	Areia fina <sup>5</sup>	Areia muito fina <sup>6</sup>	Silte e Argila
0,0 – 1,0	0,603	0,116	2,696	23,153	34,111	18,901	21,647
1,0 – 2,9	0,0	0,040	0,650	9,908	26,425	24,400	39,194
2,9 – 3,3	0,0	0,084	3,410	24,563	33,599	16,546	22,466
3,3 – 4,1	0,200	0,310	3,859	44,722	36,222	8,241	7,531
4,1 – 4,4	0,0	0,095	8,961	66,478	18,774	2,647	3,714
4,4 – 5,0	0,104	0,275	13,365	47,592	24,244	7,289	7,915
5,0 – 5,3	2,043	13,118	35,537	31,406	8,093	4,586	7,939
5,3 – 6,0	0,0	0,211	5,954	23,845	16,125	16,153	38,350
6,0 – 6,3	1,135	2,990	13,722	43,520	20,758	6,792	12,931
6,3 – 8,0	22,128	37,171	28,676	8,911	1,128	0,244	1,742

Fonte: Resultado da Análise Granulométrica dos sedimentos do PO-01

1 - PHI -1 = 2,0mm; 2 - PHI 0 = 1,0mm; 3 - PHI 1 = 0,50mm; 4 - PHI 2 = 0,25mm; 5 - PHI 3 = 0,125mm; 6 - PHI 4 = 0,063mm.

De acordo com a classificação por frequência simples utilizada na análise granulométrica dos sedimentos do PO-01, os cascalhos apresentaram valores de 0,0 a 22,1%, estando o maior percentual concentrado no trecho de 6,3 a 8,0 m de profundidade; silte e argila estão presentes com valores que variaram de 1,7 a 39,2%, estando os valores mais elevados nos 3,0 metros mais superficiais, com nova elevação na profundidade entre 5,3 e 6,0 m; contudo, o predomínio ficou com as areias que apresentaram percentuais que variaram de 61,4 a 97%, ao longo de todo o perfil (Figura 16). Entre as areias, a classificação especificou desde areia muito grossa até areia muito fina, cujos percentuais variaram de 0,04 a 37,2%, para as areias muito grossas, e 0,24 a 24,4%, para as areias muito finas.



**Figura 16** – GRANULOMETRIA DO POÇO DE OBSERVAÇÃO 01

Considerando os dados obtidos com a análise granulométrica do PO-01, verificou-se que os sedimentos, na área do cemitério, apresentaram predominância de grãos do tipo areia, mal selecionado, estando a maior ocorrência de sedimentos clásticos finos concentrada, aproximadamente, nos 3,0 metros mais superficiais do terreno. Sedimentos com essas características (areia muito fina, areia siltosa e areia argilosa), segundo Ottmann (1987), apresentam uma má permeabilidade, com um coeficiente  $k$  entre  $10^{-6}$  a  $10^{-9}$  m/s, constituindo-se, nesse caso, a permeabilidade como um fator atenuante para os contaminantes, sobretudo, os relacionados aos

microrganismos.

## VI.2 SUPERFÍCIE FREÁTICA DOS POÇOS

Os poços foram monitorados durante um período de sete meses e a medição do nível freático obtida está reunida no quadro 17.

**Quadro 17**  
NÍVEL DA ÁGUA OBSERVADO NOS POÇOS MONITORADOS

POÇO	NÍVEL DA ÁGUA (m)						
	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
PO-01	5,5	5,1	4,1	3,5	4,1	4,2	4,7
PO-02	5,5	5,2	4,4	3,6	4,1	4,2	4,7
PO-03	4,9	4,5	3,6	2,9	3,4	3,6	4,2
PR-04	6,0	5,6	4,7	4,1	4,7	4,7	5,1
PR-05	5,3	4,9	4,0	3,3	3,8	4,0	4,4
PR-08	5,6	5,2	4,3	3,6	4,1	4,2	4,7

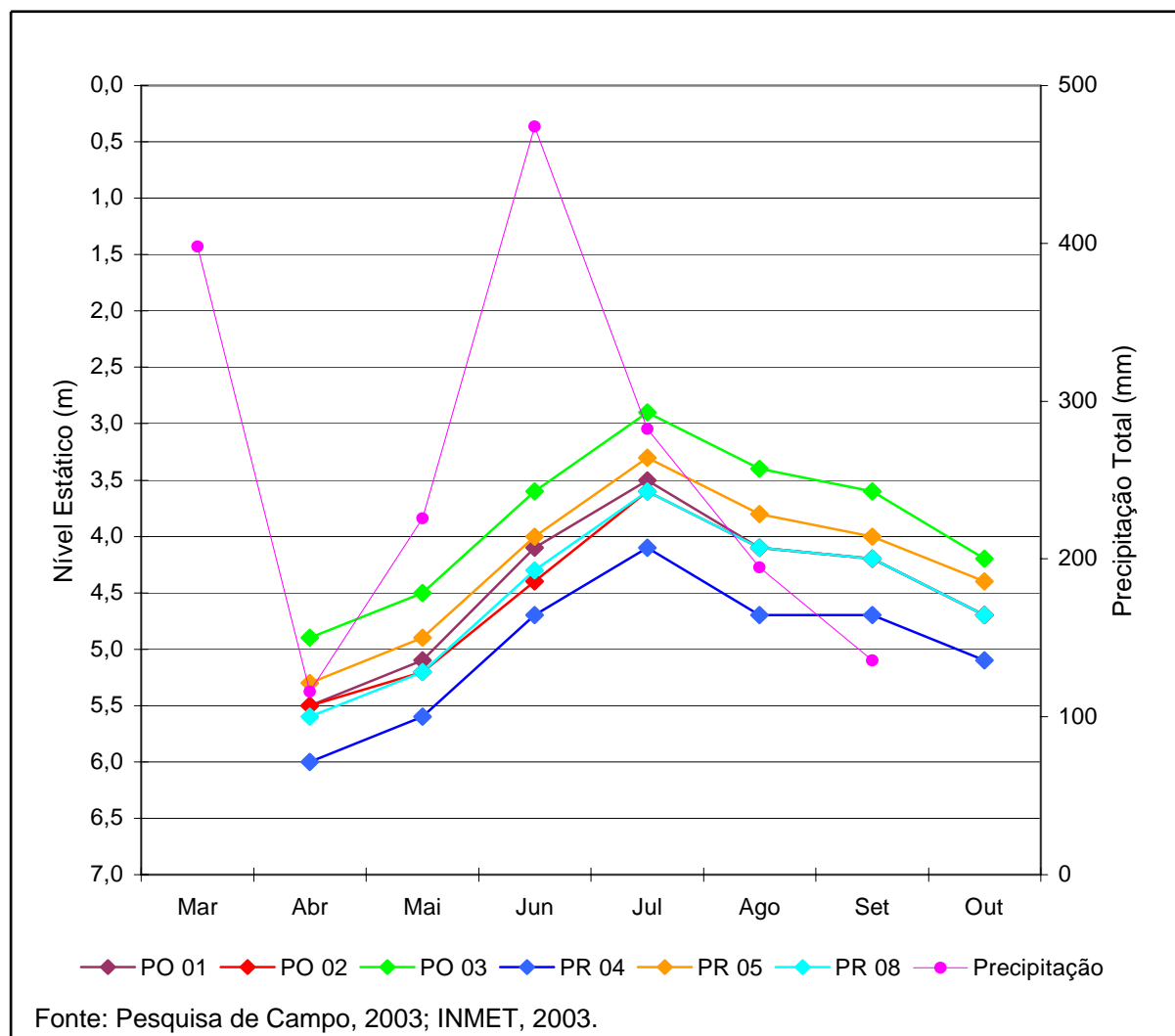
Fonte: Pesquisa de Campo, 2003.

PO – Poço de Observação; PR – Poço Residencial.

Durante o período de amostragem, o nível da água, nos poços, variou, cerca de 2,0 metros, com maior rebaixamento ocorrido no mês de abril e maior elevação no mês de julho. Esse último, coincidindo com o final do período de maior incidência de chuvas (junho a julho) (Figura 17). A variação do nível da água nos poços é diretamente influenciada pela precipitação pluviométrica (Figura 17).

Essas medidas do nível da água foram utilizadas para calcular as cargas hidráulicas ao longo do período de amostragem, quando se constatou a ocorrência das menores cargas, em abril, e as maiores, em julho (quadro 18), com uma variação em torno de 2,0 metros. Com base nessas cargas hidráulicas foram elaborados os mapas potenciométricos para os meses de abril e julho de 2003 (Figuras 18 e 19).

Os mapas potenciométricos mostram que as cargas hidráulicas, entre os poços, apresentaram poucas variações. Além disso, a distribuição das cargas hidráulicas indica um divisor de água no interior do cemitério, de forma que o fluxo ocorre tanto no sentido oeste como leste.



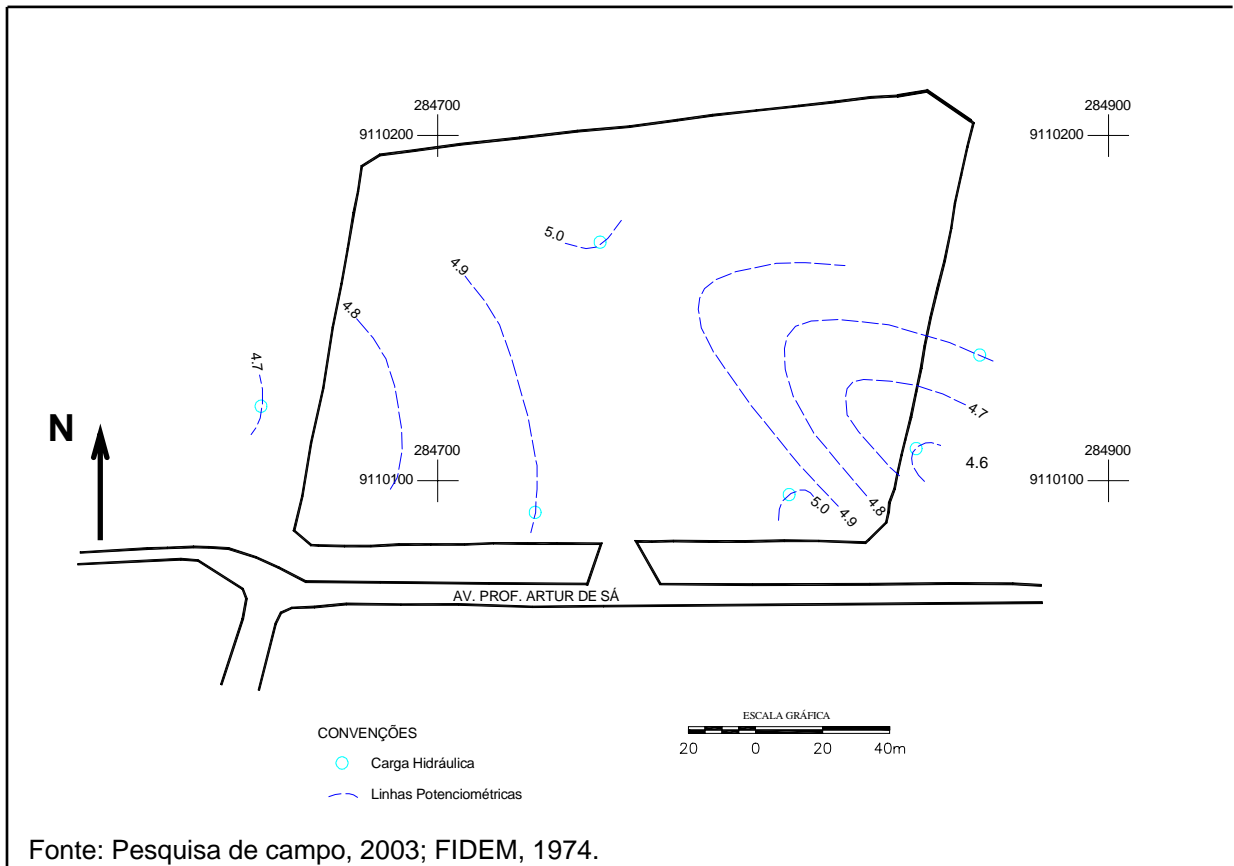
**Figura 17** - RELAÇÃO ENTRE AS MEDIDAS DO NÍVEL ESTÁTICO NOS POÇOS E A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA OCORRIDA NO PERÍODO.

**Quadro 18**  
CARGAS HIDRÁULICAS CALCULADAS PARA O PERÍODO DE AMOSTRAGEM

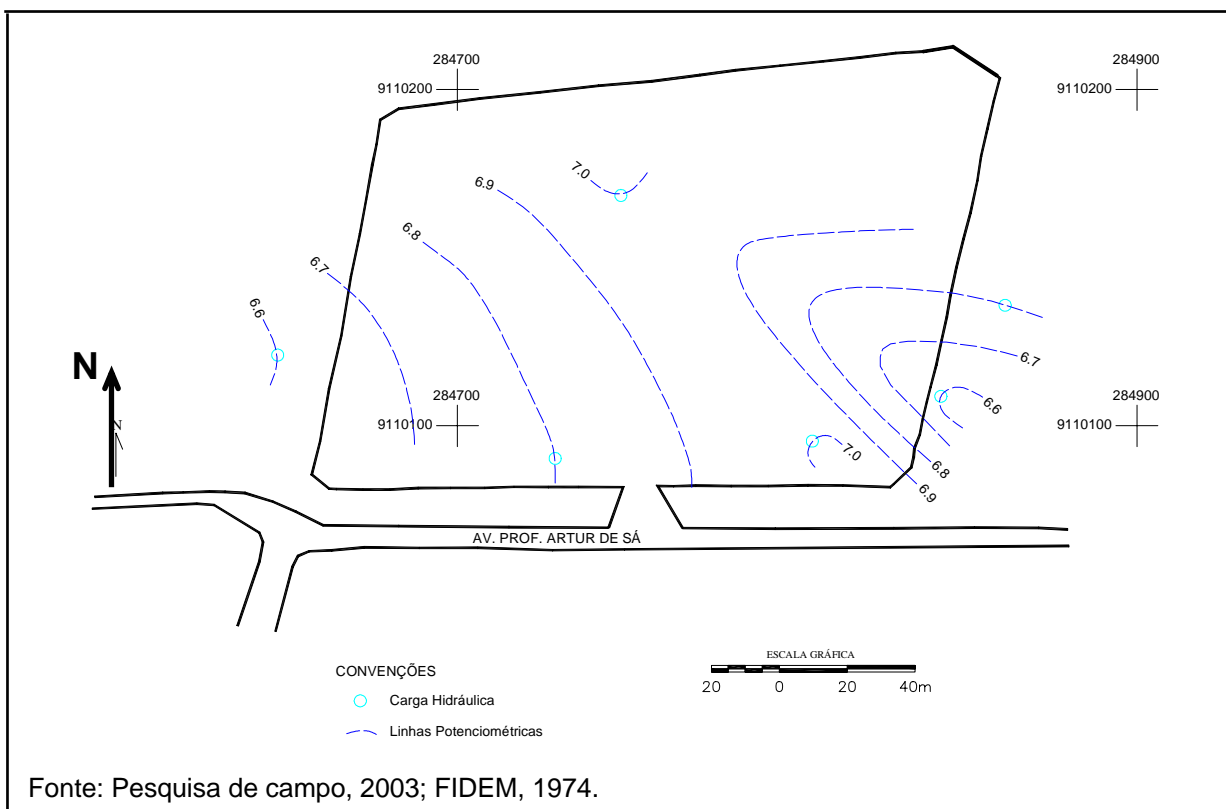
POÇO	CARGAS HIDRÁULICAS						
	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembr o	Outubro
PO-01	5,0	5,4	6,4	7,0	6,4	6,3	5,8
PO-02	4,9	5,2	6,0	6,8	6,3	6,2	5,7
PO-03	5,0	5,4	6,3	7,0	6,5	6,3	5,7
PR-04	4,7	5,1	6,0	6,6	6,0	6,0	5,6
PR-05	4,6	5,0	5,9	6,6	6,1	5,9	5,5
PR-08	4,8	5,2	6,1	6,8	6,3	6,2	5,7

Fonte: Pesquisa de Campo, 2003

PO – Poço de Observação; PR – Poço Residencial.



**Figura 18** - MAPA POTENCIOMÉTRICO DE ABRIL DE 2003



**Figura 19** - MAPA POTENCIOMÉTRICO DE JULHO DE 2003.

Os mapas potenciométricos mostram que as cargas hidráulicas, entre os poços, apresentaram poucas variações. Além disso, a distribuição das cargas hidráulicas indica um divisor de água no interior do cemitério, de forma que o fluxo ocorre tanto no sentido oeste como leste.

### VI.3 INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

Os valores, médios, mínimos e máximos, de condutividade elétrica, temperatura e pH medidos nos poços de observação e poços residenciais, durante o período de amostragem, estão apresentados no quadro 19.

**Quadro 19**  
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, TEMPERATURA E pH DOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO E POÇOS RESIDENCIAIS

POÇO	PARÂMETROS											
	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )				Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )				pH			
	n	Min.	Max.	$\bar{0}$	n	Mín.	Máx.	$\bar{0}$	n	Mín.	Máx.	$\bar{0}$
PO-01	6	602	1162	891	5	26,1	30,4	28,3	5	6,5	8,0	7,3
PO-02	5	769	897	825	4	26,1	29,2	27,8	4	6,5	7,0	6,7
PO-03	5	645	731	693	4	26,3	28,8	27,8	4	6,0	6,5	6,4
PR-02	3	911	1013	971	3	27,2	29,1	27,9	3	6,5	8,0	7,2
PR-04	3	845	949	908	2	25,8	28,6	27,2	2	6,5	6,5	6,5
PR-05	3	412	612	488	2	26,9	30,2	28,6	2	5,5	6,0	5,8
PR-08	2	498	630	564	2	27,0	28,8	27,9	2	6,0	6,0	6,0
PR-09	2	822	1156	989	2	25,5	29,2	27,4	2	6,0	6,5	6,3

Fonte: Pesquisa de campo, 2003. (Anexo 2).

n = nº de observações; Min. = valor mínimo observado; Max. = valor máximo observado;  $\bar{0}$  = média aritmética.

PO – Poço de Observação; PR – Poço Residencial

Os dados do referido quadro mostram que a condutividade elétrica alcançou

valores superiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  tanto no interior do cemitério (PO-01) como na área externa do mesmo (PR-02 e PR-09). Os valores médios de condutividade elétrica variaram de 693 a 891  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , nos poços localizados dentro do cemitério e de 488 a 989  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , nos poços localizados em sua área externa. Esses últimos valores correspondem também à amplitude de condutividade elétrica observada em todos os poços amostrados. A temperatura média das águas subterrâneas no interior do cemitério atingiu valores de 27,8 a 28,3 °C e, nos poços residenciais, de 27,2 a 28,6°C, com média geral próxima a 28 °C. O pH médio dos poços de observação variou de 6,4 a 7,3 e, dos poços residenciais, de 5,8 a 7,2, tendo ocorrido pH com medida máxima de 8,0 no PO-01 e no PR-02 e medida mínima de 6,0 no PO-03 e 5,5 no PR-05.

Dentre os poços construídos no interior de cemitério, o PO-01 foi o único que apresentou medidas de condutividade elétrica superior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e o maior valor médio (891  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) observado nesses poços, o que pode estar relacionado aos processos de decomposição dos corpos, uma vez que esse poço foi construído próximo a sepulturas onde foram realizados enterramentos há um ano ou menos, corroborando as constatações feitas por Migliorini et al. (1994) e Dent (WHO, 1998), que, em seus trabalhos, atribuem, à presença do cemitério, o aumento de íons verificado nas águas subterrâneas, sobretudo, naquelas próximas a sepultamentos recentes.

Nos poços residenciais amostrados, também foram verificados valores de condutividade elétrica superiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no PR-02 e PR-09, com valores médios (971 e 989  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente) acima daqueles verificados nos poços construídos dentro do cemitério bem como nos poços residenciais mais próximos da fonte contaminante considerada, a exemplo do PR-04 (908  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e PR-05 (488  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), o que leva a admitir-se, outra fonte que não o cemitério, no incremento da condutividade elétrica registrada nos poços residenciais PR-02 e PR-09.

No quadro 20 estão apresentados os resultados das análises químicas realizadas, no Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água – LAMSA - da UFPE, nos poços de observação e nos poços residenciais PR-04 e PR-05.

**Quadro 20**  
**RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA COLETADA NOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO E EM DOIS POÇOS RESIDENCIAIS**

PARÂMETROS (mg/L)	POÇOS (MÊS DA COLETA)								PORTARIA 1469/2000
	PO-01		PO-02		PO-03		PR-04	PR-05*	
	Jul	Set	Jul	Set	Jul	Set	Set	Set	
Sólidos Dissolvidos Totais	-	301,0	-	448,0	-	349,0	457,0	307,0	1000
Cálcio	-	56,1	-	35,2	-	64,1	56,1	48,1	-
Magnésio	-	9,7	-	6,8	-	14,6	15,6	3,7	-
Sódio	-	30,6	-	27,1	-	51,2	63,1	43,4	200
Potássio	-	16,5	-	163,0	-	1,3	37,2	7,6	-
Cloretos	24,0	40,0	30,0	48,0	70,0	62,5	112,0	75,0	250
Sulfato	-	38,5	-	109,1	-	100,0	76,4	43,6	250
Carbonatos	-	0,0	-	2,4	-	2,4	2,4	0,0	-
Bicarbonatos	-	190,2	-	209,7	-	192,7	141,7	43,9	-
Amônia	0,06	-	0,05	-	0,04	-	-	-	1,5
Nitrito	0,07	0,02	0,2	0,3	0,03	0,04	0,7	0,03	1,0
Nitrato	0,4	3,6	5,2	5,6	0,3	0,8	7,3	5,5	10,0
Ferro Total	-	0,05	-	0,54	-	0,01	0,8	0,1	0,3
Cobre	-	-	-	0,01	-	-	-	ND	2,0
Zinco	-	-	-	0,02	-	-	-	0,08	5,0
Cádmio	-	-	-	0,01	-	-	-	ND	0,005
Níquel	-	-	-	0,01	-	-	-	0,01	-
Manganês	-	-	-	0,17	-	-	-	ND	0,10
Cromo	-	-	-	ND	-	-	-	ND	0,05
Chumbo	-	-	-	0,03	-	-	-	-	0,01

Fonte: Resultado das Análises Químicas realizadas no Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água da UFPE (Anexo 3); Portaria 1469/2000 – Ministério da Saúde.

\* Nesse poço as análises não satisfizeram o coeficiente de erro (10%) admitido no balanço iônico.

- : não analisado; ND: abaixo do limite de detecção (< 0,005 mg/L)

PO – Poço de Observação; PR – Poço Residencial

Valores acima daqueles admitidos como mais frequentes e/ou permitidos pela legislação.

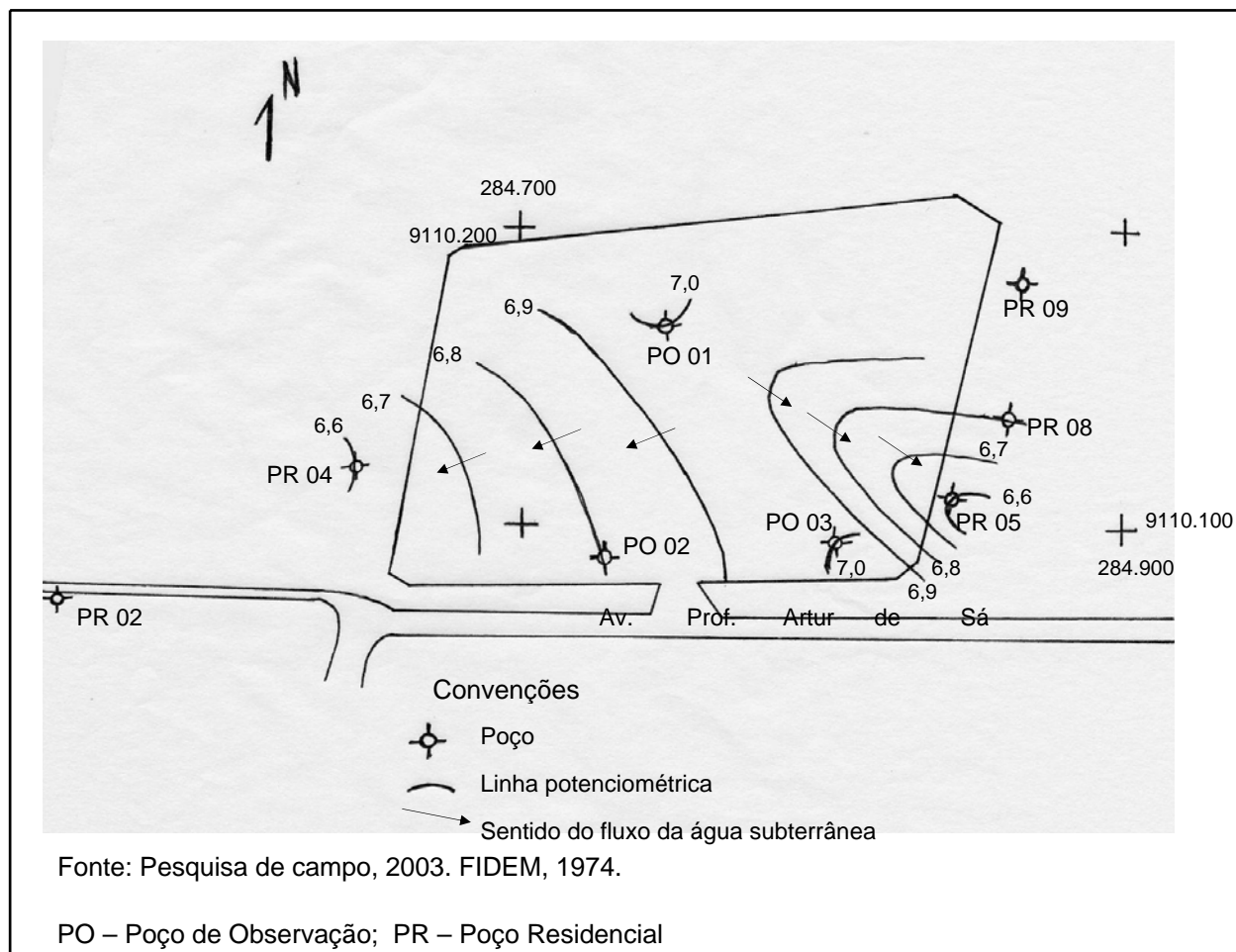
Essas análises, somente após várias repetições satisfizeram o balanço iônico. Nele, o coeficiente máximo admitido para o erro em uma análise é de 10%. Contudo, o poço PR 05, mesmo tendo sua amostra e análise repetidas, não satisfaz o limite do coeficiente de erro. Apesar disso, os resultados das análises desse poço estão apresentados no quadro 20.

Nas amostras analisadas, os cátions predominantes são o cálcio, o sódio e o potássio. Esse último apresentou concentração elevada no PO-01 e, sobretudo, no PO-02 (163 mg/L), bem como no PR-04. A exceção do poço residencial PR-05, o bicarbonato é o ânion de maior ocorrência na água dos demais poços analisados. Seguido pelo cloreto nos poços PO-01 e PR-04 e pelo sulfato no PO-02 e PO-03.

Dentre os íons, o potássio é o único que apresenta teor acima (PO-01 – 16,5 mg/L; PO-02 – 163 mg/L; PR-04 – 37,2 mg/L) daquele tido como mais freqüente para as águas subterrâneas que é de 1 a 5 mg/L (Custódio & Llamas, 1983 apud Santos, 1997). Altas concentrações de potássio nas águas subterrâneas de áreas onde estão instalados cemitérios podem estar relacionadas à decomposição dos corpos, uma vez que o potássio é um íon importante na composição das células do corpo humano. Mas se assim fosse, outros íons também deveriam ter suas concentrações excedendo às definidas como de ocorrência natural ou permitida na legislação, a exemplo do nitrogênio, do cálcio, do sódio, dentre outros, o que não se verifica nos resultados das análises químicas realizadas. Além disso, faz-se necessário considerar a composição química do solo que essas águas atravessam, o que não foi feito nesse estudo.

Nas águas subterrâneas coletadas nos poços de observação e poços residenciais não foram verificadas, até a data de realização das análises, concentrações que excedessem os valores estabelecidos pela legislação vigente para os compostos nitrogenados, contrariando o que foi constatado por Migliorini et al. (1994) e Marinho (1998) nos estudos realizados, respectivamente, nos cemitérios de Vila Formosa, em São Paulo e São João Batista, em Fortaleza. Entretanto, chama a atenção a ocorrência de maior concentração de nitrato no PO-02 (média de 5,4 mg/L) - poço que concentra o sentido de fluxo das águas subterrâneas dentro do cemitério - e nos poços residenciais PR-04 (7,3 mg/L) e PR-05 (5,5 mg/L), ambos localizados a jusante do fluxo das águas subterrâneas desse cemitério e em residências contíguas ao muro do mesmo (Figura 20), o que sugere a possibilidade

de incremento desse íon em decorrência dos produtos resultantes da decomposição dos corpos.



**Figura 20** - LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS AMOSTRADOS EM RELAÇÃO AO SENTIDO DE FLUXO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.

Entre os metais pesquisados, o ferro, o cádmio, o manganês e o chumbo apresentaram concentrações que excederam os valores máximos permitidos estabelecidos na Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde, que é de 0,3 mg/L, 0,005 mg/L, 0,10 mg/L e 0,01 mg/L, respectivamente. Migliorini et al. (1994) e Costa et al. (2002) também constataram, em seus estudos, alterações desses metais e relacionaram essa ocorrência às tintas e guarnições utilizadas nos caixões.

É importante, para um monitoramento e avaliação mais segura das águas subterrâneas nas áreas de cemitérios, o conhecimento prévio da composição química dessas águas, pois, só assim, será possível avaliar se algum parâmetro

apresenta-se alterado, mesmo tendo sua concentração igual ou menor que a considerada de ocorrência natural e/ou estabelecida pela legislação vigente.

#### VI.4 INDICADORES BACTERIOLÓGICOS

Os resultados obtidos com as análises bacteriológicas realizadas nas amostras de água subterrânea dos poços de observação construídos no interior do cemitério da Várzea e dos poços residenciais localizados nas proximidades desse cemitério encontram-se nos quadros 21 e 22, respectivamente.

**Quadro 21**  
RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA COLETADA NOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO

PARÂMETRO	POÇOS (MÊS DA COLETA)												
	PO-01					PO-02				PO-03			
	Fev.	Abr.	Jun.	Jul.	Ago.	Abr.	Jun.	Jul.	Ago.	Abr.	Jun.	Jul.	Ago.
Bactérias Heterotróficas (UFC/ml)	>100 x 10 <sup>3</sup>	170 x 10 <sup>3</sup>	54 x 10 <sup>3</sup>	48 x 10 <sup>3</sup>	91 x 10 <sup>3</sup>	390 x 10 <sup>3</sup>	235 x 10 <sup>3</sup>	109 x 10 <sup>3</sup>	89 x 10 <sup>3</sup>	260 x 10 <sup>3</sup>	473 x 10 <sup>3</sup>	147 x 10 <sup>3</sup>	103 x 10 <sup>3</sup>
Bactérias Proteolíticas (NMP/100ml)	≥ 2400 <sup>1</sup>					≥ 2400				≥ 2400			
Clostrídios sulfito-redutores (NMP/100ml)	>23 <sup>1</sup>	23	3,6	> 23	-	> 23			-	> 23			-
Coliformes Totais (NMP/100ml)	> 23	> 23	1,1	<1,1	<1,1 <sup>2</sup>	23	23	<1,1	<1,1	> 23	> 23	5,1	<1,1
Coliformes fecais ou termotolerante (Qualitativo)	Pos	Pos	Neg	Neg	Neg	Pos	Pos	Neg	Neg	Pos	Pos	Neg	Neg
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (NMP/100ml)	-				≥ 1600 <sup>1</sup>	-			≥ 1600	-			

Fonte: Resultados das análises bacteriológicas da água subterrânea realizadas no Laboratório de Processos Fermentativos do Departamento de Antibióticos da UFPE (Anexo 4).

-: não analisado; 1 : valor máximo obtido pelo método; 2 : valor mínimo obtido pelo método.  
Pos = Positivo; Neg = Negativo

Os dados dos poços de observação mostram que os coliformes totais alcançaram valor máximo, obtido pelo método (>23 NMP/100ml), nas duas primeiras amostras e

### Quadro 22

#### RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA COLETADA NOS POÇOS RESIDENCIAIS

PARÂMETROS	POÇOS (MÊS DA COLETA)									
	PR-02		PR-04		PR-05		PR-08		PR-09	
	Fev	Jun	Fev	Jun	Fev	Jun	Jan	Jun	Jan	Jun
Bactérias Heterotróficas (UFC/ml)	185	1281	150	60	38	57	1420	161	258	>1000
Bactérias Proteolíticas (NMP/100ml)	23 (maio)	1100	-	43	460 (maio)	93	210 (maio)	210	$\geq 2400^1$ (maio)	$\geq 2400$
Clostrídios sulfito-redutores (NMP/100ml)	> 23 <sup>1</sup>	9,2	< 1,1	6,9	< 1,1 <sup>2</sup>	2,2	> 23	> 23	> 23	> 23
Coliformes Totais (NMP/100ml)	< 1,1	23	<1,1	2,2	< 1,1	1,1	> 23	2,2	> 23	> 23
Coliformes fecais ou termotolerante (Qualitativo)	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Pos	Pos	Pos	Pos

Fonte: Resultados das análises bacteriológicas da água subterrânea realizadas no Laboratório de Processos Fermentativos do Departamento de Antibióticos da UFPE (Anexo 4).

-: não analisado; 1 : valor máximo obtido pelo método; 2 : valor mínimo obtido pelo método.  
Pos = Positivo; Neg = Negativo

redução acentuada desse valor nas amostras seguintes. Nos testes para detecção dos coliformes das amostras que apresentaram densidades baixas desses microrganismos, foi observada a ocorrência de pigmentação, sugerindo a presença de *Pseudomonas aeruginosa*. Essa bactéria é tida como inibidora do crescimento *in vitro* dos coliformes (CETESB, 1996). Na água das duas primeiras amostras dos poços de observação, também foi verificada a presença de coliformes fecais ou termotolerantes e ausência, nas amostras seguintes.

Os dados dos poços residenciais revelaram valor máximo, obtido pelo método, de coliformes totais nos poços PR-08 e PR-09 (>23 NMP/100ml) e ocorrência de valores mais baixos e até o mínimo, obtido pelo método (<1,1 NMP/100ml), nos poços PR-04 e PR-05. Os coliformes fecais ou termotolerantes ocorreram apenas nas águas dos poços PR-08 e PR-09.

Em geral, na avaliação da qualidade da água para consumo humano, utilizam-se as bactérias do grupo coliforme, devendo as mesmas, segundo a Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde, estar ausentes nessas águas. Partindo dessa premissa e considerando os dados obtidos nas análises da água subterrânea coletada, pode-se afirmar que essas águas não devem ser consumidas sem tratamento prévio.

A maior ocorrência de coliformes totais bem como a presença de coliformes fecais ou termotolerantes nos poços residenciais PR-08 e PR-09 pode estar relacionada a outros fatores, que não a proximidade com o cemitério. Entre esses fatores, pode-se considerar o tempo de construção do poço (PR-09 - 20 anos), o fato de o poço encontrar-se permanentemente aberto (PR-08), a elevada densidade de ocupação da área aliada à falta de esgotamento sanitário, motivando o escoamento dos esgotos a céu aberto, a exemplo do que ocorre no entorno dos poços PR-08 e PR-09.

As águas dos poços PR-04 e PR-05, localizados em residências contíguas ao muro do cemitério, apresentaram densidades baixas desses microrganismos (<1,1 a 2,2 NMP/100ml) e ausência de coliformes fecais ou termotolerantes, reiterando a afirmação de Matos (2001) de que o aumento da densidade desses microrganismos a jusante de cemitério, tem origem em outra fonte que não estes.

As bactérias heterotróficas, normalmente, utilizadas para avaliar as condições higiênicas e sanitárias das águas, embora não sejam consideradas patogênicas, quando presentes em números elevados, podem constituir risco para a saúde. A Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde recomenda que seu número, nas águas para consumo humano, não ultrapasse 500 UFC/ml.

Na água dos poços de observação, essas bactérias ocorreram em número bastante acentuado, com valores médios próximos a  $106 \times 10^3$  UFC/ml (PO-01),  $206 \times 10^3$  UFC/ml (PO-02) e  $246 \times 10^3$  UFC/ml (PO-03). Na água dos poços residenciais, os valores encontrados situam-se abaixo do limite recomendado pela Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde, a exceção de uma das duas amostras analisadas no PR-02 (1281 UFC/ml), no PR-08 (1420 UFC/ml) e no PR-09 (> 1000 UFC/ml). Esses valores elevados podem estar relacionados a outra fonte de contaminação que não os cemitérios, uma vez que os poços residenciais PR-04 e PR-05, situados em residências contíguas ao muro do cemitério, apresentaram densidades dessas bactérias de 105 e 48 UFC/ml (valores médios), respectivamente, ou seja cerca de

1000 vezes menores que as densidades verificadas na água dos poços do interior do cemitério.

As bactérias proteolíticas, responsáveis pela hidrólise de proteínas e referidas nos trabalhos de Martins et al. (1991), Marinho (1998) e Matos (2001), como eficientes indicadoras da contaminação da água subterrânea em áreas de cemitérios, foram pesquisadas, neste estudo, com o objetivo de verificar o papel do cemitério em apreço como fonte contaminante. Nas amostras de água dos poços de observação, verificou-se que a densidade dessas bactérias alcançou o valor máximo, obtido pelo método ( $\geq 2400$  NMP/100ml), e não variou ao longo do período de amostragem. Entretanto, nos poços residenciais, a exceção do PR-09, apresentou densidades mais baixas, sobretudo, naqueles localizados em residências contíguas ao muro do cemitério e situados no sentido do fluxo das águas subterrâneas identificado no estudo (Figura 20).

Os clostrídios sulfito-redutores são microrganismos anaeróbios também presentes em flora fecal, embora em menor número que a *Escherichia coli* (coliforme fecal), e considerados como bons indicadores de contaminação fecal remota (CETESB, 1996). O *Clostridium* tem, entre suas espécies, numerosas espécies patogênicas, além de compor o grupo das bactérias proteolíticas.

Esses microrganismos apresentaram valor máximo, obtido pelo método ( $>23$  NMP/100ml), na água dos poços de observação. Nos poços residenciais, esse valor ocorreu em uma amostra do poço PR-02 e em todas as amostras do PR-08 e PR-09, no entanto, nos poços residenciais PR-04 e PR-05 localizados em residências contíguas ao muro do cemitério, a densidade desses microrganismos variou de  $< 1,1$  a  $6,9$  NMP/100ml, sugerindo que a ocorrência de clostrídios sulfito-redutores com valor máximo, verificada na água dos poços PR-02, PR-08 e PR-09, tenha outra origem que não o cemitério.

*Pseudomonas* é outro gênero que compõe o grupo das bactérias proteolíticas. Dentre as espécies desse gênero, encontra-se a *Pseudomonas aeruginosa*, considerada como patógeno oportunista e importante agente de infecções hospitalares (Soares & Maia, 1999). Essa bactéria foi pesquisada apenas nos poços de observação e em uma única amostra em cada poço, com o objetivo de verificar a relação entre a alta densidade da mesma e a redução na densidade de coliformes observada em algumas amostras analisadas. Os resultados obtidos indicaram a

presença da *Pseudomonas aeruginosa* com o valor máximo, obtido pelo método ( $\geq 1600$  NMP/100ml), em todas as amostras de água dos poços de observação. Contudo, para que se disponha de resultados mais consistentes, faz-se necessária à realização de mais análises, o que não era o objetivo da pesquisa.

De modo geral, durante o período de amostragem, as águas subterrâneas coletadas nos poços construídos no interior do cemitério apresentaram maior ocorrência de microrganismos que aquelas coletadas nos poços residenciais, mesmo naqueles localizados em residências contíguas ao muro do cemitério. Dentre os microrganismos pesquisados, foi maior a ocorrência das bactérias heterotróficas, das bactérias proteolíticas e dos clostrídios sulfito-redutores, o que corrobora a inclusão dessas bactérias como eficientes indicadoras da contaminação da água subterrânea por cemitérios (Matos, 2001).

O resultado das análises mostra também que, no caso estudado, esses microrganismos não foram transportados a longas distâncias, uma vez que as águas dos poços localizados em residências contíguas ao muro do cemitério (PR-04 e PR-05) apresentaram densidades menores que as verificadas nas águas dos poços de observação, o que confirma a atenuação do risco de contaminação das águas subterrâneas com o aumento das distâncias da fonte considerada (Schrap, 1972 apud Bower, 1978; Matos, 2001). No entanto, segundo Matos (2001), isso não se aplica aos vírus, que parecem ter uma maior mobilidade e que não foram pesquisados neste estudo.

## VII CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O resultado das análises da água coletada nos poços construídos no interior do cemitério da Várzea indica que o referido cemitério pode ser considerado como responsável pela elevada densidade de microrganismos nas águas subterrâneas imediatamente subjacentes ao mesmo. Dentre os microrganismos presentes nessas águas, sobressaem às bactérias heterotróficas, as bactérias proteolíticas e os clostrídios sulfito-redutores, o que corrobora a indicação desses microrganismos, por alguns autores, como indicadores eficientes na avaliação da contaminação originária de cemitérios.

Ao mesmo tempo, na área pesquisada, as bactérias do grupo coliforme não se mostraram eficientes para avaliação da qualidade da água subterrânea, ora pela ocorrência de altas densidades de *Pseudomonas aeruginosa* (bactéria proteolítica) ora pela presença de outras fontes contaminantes existentes nas zonas urbanas e associadas aos cemitérios.

No cemitério em questão, as águas subterrâneas próximas às áreas com sepultamentos recentes (um ano ou menos) apresentaram condutividade elétrica mais elevada. Não foi possível, no entanto, estabelecer a mesma relação para ocorrência dos microrganismos, que apresentaram densidades elevadas em todos os poços de observação. Além disso, valores assemelhados de condutividade elétrica em alguns poços residenciais, não permitiram relacionar tais valores à presença do cemitério, dada a ocorrência de números mais baixos nos poços residenciais localizados mais próximos do mesmo.

Dentre os íons pesquisados, o potássio e os metais ferro, cádmio, manganês e chumbo, encontram-se com teores acima daqueles tidos como mais freqüentes para as águas subterrâneas ou definidos na legislação. O alto teor do potássio pode está relacionado aos processos de decomposição dos corpos, enquanto o teor dos demais íons pode ter relação com os materiais utilizados nos ataúdes para enterramentos (tintas, vernizes, guarnições).

Os sedimentos sobre os quais assenta-se o cemitério da Várzea são de natureza predominantemente clásticas até 8,0 metros de profundidade. A superfície freática, no interior do cemitério, é igual ou maior que 2,9 metros de profundidade em relação a superfície do terreno, com distâncias mínimas de 2,1 a 2,7 metros entre o fundo das sepulturas e a superfície freática. Contudo, esses fatores não parecem ter impedido que os microrganismos oriundos dos processos de decomposição dos corpos alcançassem os sedimentos saturados que ocorrem sob o referido cemitério.

O fluxo das águas subterrâneas, no interior do cemitério da Várzea, segue dois sentidos, um a oeste e outro a leste, induzido, provavelmente, pelas captações de água subterrânea nas áreas contíguas a esse cemitério.

O estudo, no entanto, propõe algumas recomendações, a saber:

- Que os Projetos para implantação ou ampliação de cemitérios atendam às exigências definidas pelas Prefeituras e Órgãos Ambientais no que diz respeito à proteção do solo e das águas subterrâneas, devendo ser observadas as diretrizes preconizadas na Resolução CONAMA 335/2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental dos cemitérios em todo território nacional;
- Que, antes da implantação ou expansão desses empreendimentos bem como durante a operação dos mesmos, sejam realizadas análises físico-química e microbiológica das águas subterrâneas na área interna e de influência direta do cemitério, para conhecimento prévio da qualidade dessas águas e acompanhamento de uma eventual contaminação;
- Que, nas análises bacteriológicas, sejam incluídos, entre os microrganismos sistematicamente utilizados como indicadores de contaminação (coliformes), a pesquisa de bactérias heterotróficas e/ou proteolíticas, fundamentalmente degradadoras de matéria orgânica, mas tidas como indicadoras eficientes da contaminação oriunda dos cemitérios;
- Que sejam realizados mais estudos sobre a possível contaminação das águas subterrâneas por cemitérios, sobretudo no tocante à ocorrência de vírus e o comportamento dos mesmos em subsuperfície, bem como no que diz respeito ao papel da composição dos sedimentos no transporte dos agentes contaminadores das águas subterrâneas.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pois mesmo acreditando no tempo geológico e na evolução biológica, não posso negar a força que move todo esse Universo.

A toda minha família, genética ou não, pelo apoio, tolerância e paciência.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Almany Costa Santos pela orientação.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Janete Magali de Araújo pela co-orientação, incentivo e valiosas sugestões.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Glícia Maria Torres Calazans pela confiança e incentivo e por disponibilizar o Laboratório de Processos Fermentativos do Departamento de Antibióticos da UFPE, para realização das análises bacteriológicas.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Geilson Demétrio pela confiança, incentivo e valiosas sugestões.

Aos Prof<sup>os</sup> Drs. Edilton Feitosa, João Manuel Filho, Marcelo Rodrigues, Valdir Manso, Margareth Alheiros e Lúcia Mafra pela confiança e pela disponibilidade todas as vezes que necessitei de colaboração.

Ao então estudante de Ciências Biomédicas, atualmente biomédico, Felipe de Almeida, pelos esforços e dedicação na realização das análises bacteriológicas.

Aos estudantes de graduação em Engenharia de Minas, Eliseu Correia, Geologia, Maria Emília Tomé, bem como a mestranda em Geociências, Lucimary Albuquerque, pela colaboração em algumas etapas do estudo.

Às colegas Adrienne Saraiva e Leanize Oliveira pela disponibilidade e paciência que demonstraram, sempre que solicitei colaboração, especialmente, nos assuntos referentes a geologia.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marlene Maria da Silva pela revisão do texto, pela paciência e, principalmente, por, em alguns momentos, acreditar mais em mim que eu mesma.

Às colegas de trabalho, Ana Cláudia Accioly, Andrea Olinto, Eliane Basto e Vileide Lins, pelo apoio e incentivo.

Ao Sr. Manuel de Oliveira pela colaboração, presteza, confiança e incentivo.

À Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH – e ao Programa Enxoval da UFPE pelo apoio financeiro à parte do Projeto de Dissertação.

Aos funcionários do cemitério da Várzea, pela colaboração e presteza que sempre demonstraram em todos os momentos que foram solicitados.

À Dra. Virgínia Rosal, chefe do Departamento de Necrópoles da Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana – EMLURB – da Prefeitura da Cidade do Recife, pela colaboração.

Aos moradores do entorno do cemitério da Várzea, que disponibilizaram os poços rasos para realização de algumas análises bacteriológicas e físico-químicas da água.

Enfim, a todos que possibilitaram a realização desse curso, desse estudo e que, por falha da minha memória, não tenham sido citados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHEIROS, M. M., 1998. **Riscos de Escorregamento na Região Metropolitana do Recife**. Instituto de Geociências da UFBA. Salvador. Tese de Doutorado. p. 62-69.

ALHEIROS, M. M., FERREIRA, M. G. V. & LIMA FILHO, M. F., 1995. **Mapa geológico do Recife**. Recife. Convênio FINEP/ LSI-DEC-UFPE.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA., 1976. **Compedium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Editor Marvin L. Speck. Washington. p.190-193

BOUWER, H., 1978. **Groundwater Hydrology**. McGraw – Hill. New York. p. 339-449.

BRASIL. Ministério da Saúde., 2001. **Portaria n.º 1469 de 29 de dezembro de 2000**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 02 jan. 2001. 22 p.

BRAZ, V., BECKMANN, L. & COSTA E SILVA, L., 2000. Integração de resultados bacteriológicos e geofísicos na investigação da contaminação de água por cemitérios. I **Congresso Mundial de Águas Subterrâneas**. Fortaleza. 8 p.

CABRAL, J., 1997. Movimento das Águas Subterrâneas. In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Coordenadores: Fernando Antônio Carneiro Feitosa / João Manoel Filho. Fortaleza. CPRM / LABHID – UFPE. p. 35 - 51.

CABRINI, K. T. & GALLO, C. R., 2001. Avaliação da Qualidade Microbiológica de Águas Minerais Envasadas. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, nº 90/91, p. 83-92.

CALADO, S. C. S., SILVA, A. M. R. B. & SILVA, V. L., 2002. Qualidade da Água do Riacho Cavouco - Recife/PE. **XLII Congresso Brasileiro de Química**. Rio de Janeiro. Resumos. p. 66.

CAMPOS, S., 2003. **Metais Pesados em Água**. Disponível: <http://www.drashirleydecampo.com.br/noticias.asp.?noticiaid=5239&assunto=Metais%20pesados>. Acesso em 20 set. 2003.

CARVALHO JÚNIOR, M. A. F. de & COSTA E SILVA, L. M. da., 1997. SP e Eletroresistividade aplicados ao Estudo Hidrológico de um Cemitério. **Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 5**. São Paulo. Anais, p. 471-474.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB., 1996. **Métodos simplificados para análises bacteriológicas de água** / Petra S. Sanchez. São Paulo. 67 p.

\_\_\_\_\_, 2001. **Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo** / Dorothy C. Casarini et al. São Paulo. 103 p.

CHAPELLE, F., 1992. **Ground-Water Microbiology and Geochemistry**. John Wiley & Sons. New York. p. 244-253.

CONESP - COMPANHIA NORDESTINA DE SONDAJENS E PERFURAÇÕES., 1973. **Perfis litológicos de poços construídos no Campus da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife.

COPERSON POÇOS ARTESIANOS Ltda., 1996. **Perfis litológicos de poços construídos no Campus da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife.

COSTA, W. D. (coordenador)., 1998. **Estudo Hidrogeológico da Região Metropolitana do Recife. Relatório Técnico HIDROREC I**. Recife. v. 1.

\_\_\_\_\_, 2002. **Análise sobre Risco de Contaminação de Mananciais Hídricos**. Relatório elaborado para subsidiar o licenciamento ambiental do Cemitério Sete Torres – Várzea. Recife. 14p.

COSTA. Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais., 2002. **Estudo Hidrogeológico de Recife, Olinda, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes - HIDROREC II**. Coordenador: Waldir Duarte Costa. Recife. CD-ROM.

COSTA, W. D. & SANTOS, A. C., 1990. Zoneamento para Utilização de Água Subterrânea no Município de Recife. **Seminário Regional de Engenharia Civil do Nordeste**. Recife. Boletim de Resumos. p. 519-530.

COSTA, W. D., MENEGASSE, L. N. & FRANCO, R. D., 2002. Contaminação da água subterrânea relacionada com os cemitérios da Paz e da Saudade no município de Belo Horizonte, Minas Gerais. **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Florianópolis. 14 p.

COUTINHO, R. Q., LIMA FILHO, M. F., SOUZA NETO, J. B. & SILVA, E. P., 1998. Características Climáticas, Geológicas, Geomorfológicas e Geotécnicas da Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana**. Organizadores: Isabel Cristina Machado / Adriana Valentina Lopes / Kátia Cavalcanti Porto. Recife. SECTMA / UFPE. p. 21-49.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL., 2003. **Sistema de informações geoambientais da Região Metropolitana do Recife**. Coordenador: Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff. Recife. 119p.

DA SILVA, M. R. R. & SANTOS, A. C., 2003. **Parecer Hidrogeológico da Área da Usina de Tratamento de Lixo do Distrito Estadual de Fernando de Noronha, Estado de Pernambuco**. Relatório elaborado para subsidiar o licenciamento ambiental da Usina de Tratamento de Lixo da Ilha de Fernando de Noronha. Recife. 23p.

DENT, B., 2003. **Environmental approval for Australian burial practices**. Disponível: <http://www.uts.edu.au/new/archives/1999/november/09.html>. Acesso em 24 mar. 2003.

E.T.S. - ECOLOGIA POR UMA TERRA SOLIDÁRIA, 2003. **Lago do Cavouco**. Disponível: <http://www.cap.ufpe.br/~ets/cavouco.htm>. Acesso em 24 set. 2003.

EMLURB - EMPRESA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA URBANA, 2003. **Informações sobre o cemitério da Várzea – Recife/PE**. Recife. 3p.

FIDEM - FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA., 1974. **Ortofotocarta nº 80/49 e 81/40**. Escala 1:2.000. Recife.

\_\_\_\_\_, 1997. **Fotografia Aérea FX22 / 021**. Escala 1:6.000. Recife.

\_\_\_\_\_, 2000. **Carta da Nucleação Centro**, 2. ed. Escala 1:20.000. Recife.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA., 2003. **Normal Climatológica do Período de 1962 a 1990 e Dados de Precipitação, Evaporação e Temperatura de outubro de 2002 a setembro de 2003**. 3º DISME. Recife. 2p.

ITEP - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PERNAMBUCO., 2001. **Relatório de Ensaio nº 177.543 - Determinação da taxa de percolação e nível do lençol freático no cemitério da Várzea**. Recife. 3 p.

JC ON LINE., 2003. **Canal do Cavouco - Obras mudam paisagem de bairros**. Disponível: [http://www2.uol.com.br/JC/\\_2001/1711/cd1711\\_9htm](http://www2.uol.com.br/JC/_2001/1711/cd1711_9htm). Acesso em 24 set. 2003.

LIMA FILHO, M. F., CORRÊA, A. A., MABESOONE, J. M. & CUNHA E SILVA, J., 1991. Origem da Planície do Recife. **Estudos Geológicos v.10**, UFPE. Recife. p 157-176.

LIMA FILHO, M. F., LEITE, P. R. B., NEUMANN, V. H. M. L., SILVA, J. B. & LIMA, C. M., 2002. **Relatório do Sub-Projeto 1 – Mapeamento Faciológico das Formações Barreiras e Beberibe na Faixa Costeira Norte do Recife**. Convênio FEMA / CPRH / FADE. Recife. 35 p.

MARINHO, A. M. C. P., 1998. **Contaminação de Aquíferos por Instalação de Cemitérios. Estudo de Caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza – Ceará**. Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. Dissertação de Mestrado. 88 p.

MARTINS, M. T., PELLIZARI, V. H., PACHECO, A., MYAKI, D. M., ADAMS, C., BOSSOLAN, N. R. S., MENDES, J. M. B. & HASSUDA, S., 1991. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. **Revista de Saúde Pública**, v. 25, nº 1, p. 47-52.

MATOS, B. A., 2001. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. Tese de Doutorado. 161 p.

MATOS, B. A. & PACHECO, A., 2000. Ocorrência de microorganismos no aquífero freático do cemitério Vila Nova Cachoeirinha, São Paulo. **I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas**. Fortaleza. 11 p.

MATOS, B. A., BASTIANON, D., BATELLO, E., PACHECO, A., PELLIZARI, V. & MENDES, J. M., 1998. Contaminação do Aquífero Livre em Cemitérios: Estudo de Caso. **X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. São Paulo. 9 p.

\_\_\_\_\_, 2002. Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo. **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Florianópolis. 21 p.

MATOS, B. A., PACHECO, A., BASTIANON, D. & BATELLO, E., 2002. Caracterização Hidrogeológica do aquífero freático no cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo. **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Florianópolis. 19 p.

MELLO, L. G. F. S. de, MOTIDOME, M. J. & MAGALHÃES, F. S. P. de., 1995. Os cemitérios poluem? (Parte I). **Revista Saneamento Ambiental**. Ano VI, nº 34, p. 44-45.

\_\_\_\_\_, 1995. Os cemitérios poluem? (Final). **Revista Saneamento Ambiental**, 1995. Ano VI, nº 35, p. 43-45.

MENDES, J. M. B., PACHECO, A. & HASSUDA, S., 1989. Cemitérios e Meio Ambiente – A geofísica como método auxiliar na avaliação de sua influência nas águas subterrâneas. **Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente, 2**. Florianópolis. Anais v. 1, p. 50-57.

MIGLIORINI, R. B., KIMMELMANN, A. A. & PACHECO, A., 1994. Estudo físico-químico das águas subterrâneas do cemitério Vila Formosa, São Paulo, SP. **Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Recife. Anais, p. 160-168.

MORAIS, P. V. & DA COSTA, M. S., 1990. Alterations in the major heterotrophic bacterial populations isolated from a still bottled mineral water. **Journal of Applied Bacteriology**, nº 69, p. 750-757.

OLIVEIRA, W., TAGLIARINI, E. M. & TANCREDI, A. C. F. N. S., 2002. Estudo Hidrogeológico para implantação do cemitério Max Domini II - Região de Belém - Pará. **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Florianópolis. 12 p.

OTTMANN, F., 1987. **Créer ou Aménager um Cimetière**. Ed. Moniteur, Paris. 162 p.

PACHECO, A., 1996. Cemitérios ameaçam lençóis freáticos. **Revista BIO**, v. 8, nº 3, p. 34-37.

PACHECO, A. & BATELLO, E., 2000. A influência dos fatores ambientais nos fenômenos transformativos em cemitérios. **Revista Engenharia e Arquitetura**, v. 2, nº 1, p. 32-39.

PACHECO, A. & MENDES, J. M. B., 1990. Cemitérios podem contaminar as águas subterrâneas. **Revista Saneamento Ambiental**. Ano I, nº 6, p. 31-33.

PACHECO, A., MENDES, J. M. B., MARTINS, T., HASSUDA, S. & KIMMELMANN, A. A., 1991. Cemeteries – A potencial risk to groundwater. **Water Science and Technology**, v. 24, nº 11, p. 97-104.

PACHECO, A., SILVA, L. M., MENDES, J. M. B. & MATOS, B. A., 1999. Resíduos de Cemitérios: um problema, também, social. **Revista Limpeza Pública**, nº 52, p. 25-27.

PEDROSA, F. J. A., 1995. **Subsídios Sedimentológicos e Geomorfológicos ao Zoneamento Geoambiental da Folha Recife-PE (SC.25-V-A-III)**. Instituto de Geociências da USP. São Paulo. Dissertação de Mestrado. p 34-41.

PELCZAR JR, M. J., CHAN, E. C. S. & KRIEG, N. R., 1996. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**, volume II, 2. ed. / tradução Sueli Fumie Yamada, Tânia Ueda Nakamura, Benedito Prado Dias Filho; revisão técnica Celso Vataru Nakamura. MAKRON Books. São Paulo. p. 222-247.

PIRES, E. F., GUERRA, N. B. & STAMFORD, T. L., 2001. Behavior of Autochthonous Flora of a Ground Water. **XXI Congresso Brasileiro de Microbiologia**, Foz de Iguaçu. Resumos. p. 29.

SANTOS, A. C., 1997. Noções de Hidroquímica. In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Coordenadores: Fernando Antônio Carneiro Feitosa / João Manoel Filho. Fortaleza. CPRM / LABHID – UFPE. p. 81-108.

\_\_\_\_\_, 2000. **Estratégias de Uso e Proteção das Águas Subterrâneas na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco**. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. Tese de Doutorado. 220 p.

SANTOS, A. C., REBOUÇAS, A. da C., COSTA, W. D. & ACCIOLY, A. C. de A., 2000. Métodos e critérios de uso de proteção das águas subterrâneas na Região Metropolitana do Recife – Estado de Pernambuco – Nordeste do Brasil. **I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas**. Fortaleza. 20 p. Disponível em CD-ROM.

SCHULER, C. A. B., ANDRADE, V. C. & SANTOS, D. S., 2000. O manguezal: Composição e estrutura. **Gerenciamento Participativo de estuários e manguezais**. Ed. Universitária da UFPE. Recife. p 27-38.

SILVA, L. M., 1994. Degradação Ambiental Causada por Cemitérios. **I Congresso de Engenharia Civil**. Universidade Federal de Juiz de Fora.

\_\_\_\_\_, 2000. Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. **Revista Saneamento Ambiental**. Ano XI, nº 71, p. 41-45.

SOARES, J. B. & MAIA, A. C. F., 1999. **Água: Microbiologia e Tratamento**. Ed. UFC, Fortaleza. 215 p.

SUDENE/DSG., 1974. **Carta Topográfica – Recife**. Escala 1:25.000. Recife.

VERA, H. D. & POWER, D. A., 1980. Culture Media. In: LENNETTE, E. H., BALOWS, A., HAUSLER JR., W. J., TRUANT, J. P. **Manual of Clinical Microbiology**. Third edition. Washington, D. C., American Society for Microbiology. p. 965-999.

WB Perfurações de Poços Ltda., 2002. **Perfis litológicos de poços construídos no Campus da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998. **The impact of cemeteries on the environment and public health**. Regional office for Europe. Disponível: [http://www.sincep.com.br/associados/artigos\\_017.html](http://www.sincep.com.br/associados/artigos_017.html). Acesso em 24 mar. 2003.

**ADENDO**

## LEGISLAÇÕES RELACIONADAS À IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DOS CEMITÉRIOS

### Âmbito Federal

Não há, no âmbito federal, legislação que regulamente a implantação e operação de cemitérios, entretanto em 03 de abril de 2003, foi aprovada a Resolução CONAMA nº 335 que dispõe sobre o licenciamento ambiental dos cemitérios e define alguns critérios norteadores dos procedimentos para o licenciamento ambiental destes.

Essa Resolução estabelece, entre outras exigências para emissão de Licença Ambiental, a apresentação de um “estudo demonstrando o nível máximo do aquífero freático ao final da estação de maior precipitação pluviométrica”; a proibição de instalação de cemitérios em Áreas de Preservação Permanente ou que exijam desmatamento, contenham cavernas, sumidouros ou aquíferos, bem como em áreas de manancial para abastecimento; que a base das sepulturas esteja a pelo menos 1,5 m do nível máximo do freático e onde essa condição não possa ser atendida, que os sepultamentos sejam feitos acima do nível do terreno e, ainda, que a distância mínima entre o perímetro do cemitério e a área dos sepultamentos seja de 5,0 m.

### Âmbito Estadual

Em Pernambuco, o órgão ambiental responsável pelo Licenciamento Ambiental dos empreendimentos ou atividades potencialmente degradadoras do meio ambiente é a Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH -, designado através da Lei Estadual nº 11.516/97 (Pernambuco, 1997).

A CPRH dispõe de um Manual de Licenciamento, elaborado com o objetivo de definir diretrizes básicas e padronizar os procedimentos que devem ser adotados nos processos de licenciamento ambiental, no sentido de orientar e disciplinar os empreendimentos e atividades a serem licenciados. Contudo, os cemitérios não estão contemplados, de forma explícita, na relação de empreendimentos daquele Manual (CPRH/GTZ, 1998). Além disso, o órgão ambiental pernambucano, não

dispõe de Norma Técnica, Termo de Referência ou Resolução que oriente a implantação de cemitérios, a exemplo dos Estados de São Paulo (Norma Técnica L1.040/99, elaborada pela CETESB), do Pará (Termo de Referência, elaborado pela Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente) (MATOS, 2001) e do Paraná (Resolução da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos) (Ambiente Brasil, 2003).

O Código Sanitário do Estado de Pernambuco (Pernambuco - SES, 1998) em seu Capítulo XIV, estabelece que: os cemitérios serão construídos em locais de fácil acesso, isolados de logradouros e na contravertente das águas de abastecimento; deverão ser instalados em área suficientemente elevada, de maneira a assegurar que as sepulturas não sejam inundadas, bem como o nível superior do freático deverá ficar a pelo menos 2,0m de profundidade em relação à superfície do terreno.

### **Âmbito Municipal**

O município do Recife dispõe de algumas legislações que tratam da implantação, operação e administração de cemitérios:

A Lei nº 15.645/92 que dispõe sobre o disciplinamento do uso dos cemitérios do município do Recife. Nela, proíbe-se a instalação de cemitérios em áreas consideradas, pelos órgãos municipais competentes, inadequadas, impróprias urbanisticamente ou desaconselhadas esteticamente, entretanto não estabelece nenhum conceito ou diretriz que esclareça essas considerações (Recife, 1992);

A Lei nº 16.004/95 que cria o Código Municipal de Saúde, o qual estabelece na Seção XII, referente aos cemitérios, necrotérios, velórios e crematórios, que os mesmos obedecerão às exigências sanitárias determinadas nas Normas Técnicas Especiais da Secretaria Municipal de Saúde, contudo essas normas ainda não foram elaboradas (Recife, 1995);

A Lei nº 16.062/95 que permite a implantação e administração de cemitérios por entidades privadas e dispõe sobre cemitérios-parques particulares. Essa lei, em seu artigo 4º, exige que a área para implantação desses cemitérios não esteja sujeita a inundação e que a profundidade mínima do lençol freático seja de 2,0m (Recife, 1995).

## Referências Bibliográficas

AMBIENTE BRASIL. **Paraná estabelece quesito ambiental para cemitérios**. Disponível: <http://www.ambientebrasil.com.br/agenda/imprimir.php?nome=http://www.ambientebrasil.com.br/noticia...> Acesso em 06 ago. 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Edição nº 101 de 28 mai. 2003. 6 p.

CPRH/GTZ. **Manual de Licenciamento Ambiental**. 2. ed. rev. atual. Recife. 1998. 169 p.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001. Tese de Doutorado. 161 p.

PERNAMBUCO. **Lei Estadual nº 11.516, de 30 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, infrações ao meio ambiente e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Pernambuco, 31 dez. 1997. 9p.

\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual de Saúde. **Decreto Estadual nº 20.786, de 10 de agosto de 1998**. Altera o Regulamento do Código Sanitário do Estado de Pernambuco. Recife, 1998. 168 p.

RECIFE. **Lei Municipal nº 15.645, de 19 de junho de 1992**. Disciplina o uso dos cemitérios e os serviços funerários do município do Recife e dá outras providências. Diário Oficial da Cidade do Recife, 19 e 20 jun. 1992. 3 p.

\_\_\_\_\_. **Lei Municipal nº 16.062, de 21 de julho de 1995**. Altera a redação do Art. 4º da lei nº 15.645, de 19 de junho de 1992, para permitir a implantação e administração de cemitérios particulares a entidades privadas de um modo geral, dispõe sobre cemitérios-parques particulares e dá outras providências. Diário Oficial da Cidade do Recife, 21 e 22 jul. 1995. 3 p.

\_\_\_\_\_. **Lei Municipal nº 16.004, de janeiro de 1995**. Cria o Código Municipal de Saúde. Diário Oficial da Cidade do Recife, 20 e 21 jan. 1995. 52 p.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1** – TÉCNICAS DOS TUBOS MÚLTIPLOS UTILIZADAS PARA  
AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES  
BACTERIOLÓGICAS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.

**TÉCNICA DOS TUBOS MÚLTIPLOS UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA NA PESQUISA DE COLIFORMES TOTAIS E CLOSTRÍDIOS SULFITO-REDUTORES**

**TABELA** - Número Mais Provável (NMP) e limites de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos e negativos, quando 10 porções de 10ml são usados.

Nº de tubos dando reação positiva	NMP por 100ml	95% Limite de confiança (aproximado)	
		Inferior	Superior
0	< 1,1	0	3,0
1	1,1	0,03	5,9
2	2,2	0,26	8,1
3	3,6	0,69	10,6
4	5,1	1,3	13,4
5	6,9	2,1	16,8
6	9,2	3,1	21,1
7	12,0	4,3	27,1
8	16,1	5,9	36,8
9	23,0	8,1	59,5
10	> 23,0	13,5	infinito

## TÉCNICA DOS TUBOS MÚLTIPLOS UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA NA PESQUISA DE BACTÉRIAS PROTEOLÍTICAS

**TABELA** - Número Mais Provável (NMP) e limites de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos e negativos, usando 3 de 10ml, 3 de 1ml e 3 de 0,1ml cada.

Nº de tubos positivos nas diluições			NMP por 100ml	95% Limite de Confiança (aproximado)	
3 de 10ml cada	3 de 1ml cada	3 de 0,1ml cada		Inferior	Superior
0	0	0	< 3	-	-
0	0	1	3	< 0,5	9
0	1	0	3	< 0,5	13
1	0	0	4	< 0,5	20
1	0	1	7	1,0	21
1	1	0	7	1,0	23
1	1	1	11	3,0	36
1	2	0	11	3,0	36
2	0	0	9	1,0	36
2	0	1	14	3,0	37
2	1	0	15	3,0	44
2	1	1	20	7,0	89
2	2	0	21	4,0	47
2	2	1	28	10,0	150
3	0	0	23	4,0	120
3	0	1	39	7,0	130
3	0	2	64	15,0	380
3	1	0	43	7,0	210
3	1	1	75	14,0	230
3	1	2	120	30,0	380
3	2	0	93	15,0	380
3	2	1	150	30,0	440
3	2	2	210	35,0	470
3	3	0	240	36,0	1300
3	3	1	460	71,0	2400
3	3	2	1100	150,0	4800
3	3	3	≥ 2400	-	-

## TÉCNICA DOS TUBOS MÚLTIPLOS UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA NA PESQUISA DE *Pseudomonas aeruginosa*

**TABELA** Número Mais Provável (NMP) e limites de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos e negativos, usando cinco tubos para cada um dos vol. de 10ml, 1ml, 0, 1ml.

N° de tubos dando reação positiva	NMP por 100ml	95% Limite de confiança (aproximado)	
		Inferior	Superior
0-0-0	< 2	-	-
0-0-1	2	1,0	10
0-1-0	2	1,0	10
0-2-0	4	1,0	13
1-0-0	2	1,0	11
1-0-1	4	1,0	15
1-1-0	4	1,0	15
1-1-1	6	2,0	18
1-2-0	6	2,0	18
2-0-0	4	1,0	17
2-0-1	7	2,0	20
2-1-0	7	2,0	21
2-1-1	9	3,0	24
2-2-0	9	3,0	25
2-3-0	12	5,0	29
3-0-0	8	3,0	24
3-0-1	11	4,0	29
3-1-0	11	4,0	29
3-1-1	14	6,0	35
3-2-0	14	6,0	35
3-2-1	17	7,0	40
4-0-0	13	5,0	38
4-0-1	17	7,0	45
4-1-0	17	7,0	46
4-1-1	21	9,0	55
4-1-2	26	12,0	63
4-2-0	22	9,0	56

N° de tubos dando reação positiva	NMP por 100ml	95% Limite de confiança (aproximado)	
		Inferior	Superior
4-2-1	26	12,0	65
4-3-0	27	12,0	67
4-3-1	33	15,0	77
4-4-0	34	16,0	80
5-0-0	23	9,0	86
5-0-1	30	10,0	110
5-0-2	40	20,0	140
5-1-0	30	10,0	120
5-1-1	50	20,0	150
5-1-2	60	30,0	180
5-2-0	50	20,0	170
5-2-1	70	30,0	210
5-2-2	90	40,0	250
5-3-0	80	30,0	250
5-3-1	110	40,0	300
5-3-2	140	60,0	360
5-3-3	170	80,0	410
5-4-0	130	50,0	390
5-4-1	170	70,0	480
5-4-2	220	100,0	580
5-4-3	280	120,0	690
5-4-4	350	160,0	820
5-5-0	240	100,0	940
5-5-1	300	100,0	1300
5-5-2	500	200,0	2000
5-5-3	900	300,0	2900
5-5-4	1600	600,0	5300
5-5-5	≥ 1600	-	-

## ANEXO 2

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, TEMPERATURA E pH DOS POÇOS DE OBSERVAÇÃO E POÇOS RESIDENCIAIS, DURANTE O PERÍODO DE AMOSTRAGEM.

POÇO	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu\text{S/cm}$ )							TEMPERATURA ( $^{\circ}\text{C}$ )						pH					
	Jan	Fev	Abr	Jun	Jul	Ago	Set	Jan	Fev	Abr	Jun	Jul	Ago	Jan	Fev	Abr	Jun	Jul	Ago
PO 01	-	1014	1157	1162	715	698	602*	-	30,4	29,5	28,3	26,1	27,0	-	8,0	7,0	8,0	6,5	7,0
PO 02	-	-	893	769	795	770	897*	-	-	29,2	28,2	26,1	27,5	-	-	6,5	6,5	7,0	6,5
PO 03	-	-	699	645	692	731	699*	-	-	28,8	28,1	26,3	27,1	-	-	6,0	6,5	6,5	6,5
PR 02	911	990	-	1013	-	-	-	29,1	27,3	-	27,2	-	-	8,0	7,0	-	6,5	-	-
PR 04	-	845	-	949	-	-	931*	-	28,6	-	25,8	-	-	-	6,5	-	6,5	-	-
PR 05	-	440	-	412	-	-	612*	-	30,2	-	26,9	-	-	-	6,0	-	5,5	-	-
PR 08	630	-	-	498	-	-	-	28,8	-	-	27,0	-	-	6,0	-	-	6,0	-	-
PR 09	822	-	-	1156	-	-	-	29,2	-	-	25,5	-	-	6,0	-	-	6,5	-	-

Fonte: Pesquisa de campo, 2003; LAMSA , 2003. Análises físico-químicas.

\*Medições realizadas pelo LAMSA da UFPE.

**ANEXO 3 – RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS  
REALIZADAS NO LABORATÓRIO DE ANÁLISE  
MINERAIS, SOLOS E ÁGUA – LAMSA – DA UFPE.**



UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Química  
Laboratório de Análises Mineraiis, Solos e Água.  
Fone-fax 081-32718247  
Lamsaufpe.com.br

EXAME FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUA		
REMETENTE: JEANE CORREIA DE ESPINDULA		
PROCEDÊNCIA: AGUA DO POÇO 01 (HORA 8:50)		
LOCAL DA COLETA: CEMITERIO DA VARZEA		
AMOSTRA COLETADA PELO INTERESSADO: JEANE CORREIA DE ESPINDULA		
RELATÓRIO DE ENSAIO: FQ 266/ 2003		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO: 23 / 07 / 2003		
DATA DE SAIDA DO LABORATÓRIO: 28 / 07/ 2003		
RESULTADOS		
Parâmetros Analisados	Resultados	* Valor Máximo Permitido (VMP )
pH (potenciométrico)	7,05	Recomendável 6,0 a 9,5
Cor Aparente (expressa em UH)	-	15 UH
Turbidez (expressa em UT)	-	5 UT
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L )	-	1000
Condutividade Elétrica a 20 °C ( $\mu$ S/cm )	-	
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{HCO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em OH )	-	
Dureza Total ( mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	500 mg/L em $\text{CaCO}_3$
Cálcio ( mg/L em Ca )	-	
Magnésio (mg/L em Mg )	-	
Sódio ( mg/L em Na )	-	200 mg/L em Na
Potássio ( mg/L em K )	-	
Cloretos ( mg/L em Cl )	24,00	250 mg/L em Cl
Sulfatos ( mg / L em $\text{SO}_4$ )	-	250 mg/L em $\text{SO}_4$
Nitrito ( mg/L em $\text{NO}_2$ )	0,07	1,0 mg/L em N
Nitrato ( mg/L em $\text{NO}_3$ )	0,39	10,0 mg/L em N
Amônia ( mg/L em $\text{NH}_3$ )	0,06	1,5
Ferro Total ( mg/L em Fe )	-	0,3 mg/L em Fe

Visto: Recife, 28 de Julho de 2003

\* (VMP) Valores Máximos Permitidos pela Portaria Nº 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000 para águas destinadas ao consumo humano em todo o Território Nacional.

Metodologia Usada: Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19ª edição American Public Health Association. Ano 1995

  
Profª Sylvia Cristina Lacerda da Costa Pereira  
Química Industrial  
CRQ 01201138 - 1ª Região



UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Química  
Laboratório de Análises Mineraias, Solos e Água.  
Fone-fax 081-32718247  
Lamsaufpe.com.br

EXAME FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUA		
REMETENTE: JEANE CORREIA DE ESPINDULA		
PROCEDÊNCIA: AGUA DE POÇO - 02 ( HORA 9:00)		
LOCAL DA COLETA: CEMITERIO DA VARZEA		
AMOSTRA COLETADA PELO INTERESSADO: JEANE CORREIA DE ESPINDULA		
RELATÓRIO DE ENSAIO: FQ 267 / 2003		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO: 23 / 07 / 2003		
DATA DE SAIDA DO LABORATÓRIO: 28 / 07 / 2003		
Parâmetros Analisados	Resultados	* Valor Máximo Permitido (VMP)
pH (potenciométrico)	6,90	Recomendável 6,0 a 9,5
Cor Aparente (expressa em UH)	-	15 UH
Turbidez ( expressa em UT )	-	5 UT
Sólidos Dissolvidos Totais ( mg/L )	-	1000
Condutividade Elétrica a 20 °C ( $\mu$ S/cm )	-	
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{HCO}_3$ )	-	
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em OH )	-	
Dureza Total ( mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	500 mg/L em $\text{CaCO}_3$
Cálcio ( mg/L em Ca )	-	
Magnésio (mg/L em Mg )	-	
Sódio ( mg/L em Na )	-	200 mg/L em Na
Potássio ( mg/L em K )	-	
Cloretos ( mg/L em Cl )	30,00	250 mg/L em Cl
Sulfatos ( mg / L em $\text{SO}_4$ )	-	250 mg/L em $\text{SO}_4$
Nitrito ( mg/L em $\text{NO}_2$ )	0,15	1,0 mg/L em N
Nitrato ( mg/L em $\text{NO}_3$ )	5,24	10,0 mg/L em N
Amônia ( mg/L em $\text{NH}_3$ )	0,05	1,5
Ferro Total ( mg/L em Fe )	-	0,3 mg/L em Fe

Visto: Recife, 28 de julho de 2003

\* ( VMP ) Valores Máximos Permitidos pela Portaria Nº 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000 para águas destinadas ao consumo humano em todo o Território Nacional.

Metodologia Usada : Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19ª edição American Public Health Association. Ano 1995

  
Profª Sylvia Cristina Lacerda da Costa Pereira  
Química Industrial  
CRQ 01201138 - 1ª Região



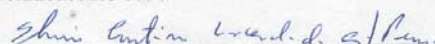
UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Química  
Laboratório de Análises Mineraias, Solos e Água.  
Fone-fax 081-32718247  
Lamsaufpe.com.br

EXAME FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUA		
REMETENTE: JEANE CORREIA DE ESPINDULA		
LOCAL DA COLETA: CEMITERIO DA VARZEA		
PROCEDÊNCIA: AGUA DE POÇO- 03 (HORA 9:15)		
AMOSTRA COLETADA PELO INTERESSADO:JEANE CORREIA DE ESPINDULA		
RELATÓRIO DE ENSAIO: FQ 268/2003		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO: 23 / 07 / 2003		
DATA DE SAIDA DO LABORATÓRIO: 28 / 07 / 2003		
RESULTADOS		
Parâmetros Analisados	Resultados	* Valor Máximo Permitido (VMP)
pH (potenciométrico)	6,90	Recomendável 6,0 a 9,5
Cor Aparente ( expressa em UH )	-	15 UH
Turbidez ( expressa em UT )	-	5 UT
Sólidos Totais Dissolvidos ( mg/L )	-	1000
Condutividade Elétrica a 20 °C ( $\mu$ S/cm )	-	-
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	-
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	-
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CO}_3$ )	-	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{HCO}_3$ )	-	-
Dureza Total ( mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	-	500 mg/L em $\text{CaCO}_3$
Cálcio ( mg/L em Ca )	-	-
Magnésio (mg/L em Mg )	-	-
Sódio ( mg/L em Na )	-	200 mg/L em Na
Potássio ( mg/L em K )	-	-
Cloretos ( mg/L em Cl )	70,00	250 mg/L em Cl
Sulfatos ( mg / L em $\text{SO}_4$ )	-	250 mg/L em $\text{SO}_4$
Nitrito ( mg/L em $\text{NO}_2$ )	0,03	1,0 mg/L em N
Nitrato ( mg/L em $\text{NO}_3$ )	0,26	10,0 mg/L em N
Amônia ( mg/L em $\text{NH}_3$ )	0,04	1,5
Ferro Total ( mg/L em Fe )	-	0,3 mg/L em Fe

Visto: Recife, 28 de julho de 2003.

\* (VMP) Valores Máximos Permitidos pela Portaria N<sup>o</sup> 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000 para águas destinadas ao consumo humano em todo o Território Nacional.

Metodologia Usada : Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19<sup>a</sup> edição American Public Health Association. Ano 1995

  
Profª Sylvia Cristina Lacerda da Costa Pereira  
Química Industrial  
CRQ 01201138 – 1<sup>a</sup> Região



UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Química  
Laboratório de Análises Mineraias, Solos e Água.  
Fone-fax 081-32718247  
Lamsaufpe.com.br

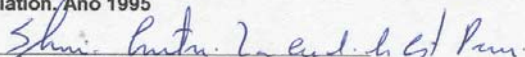
EXAME FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUA

REMETENTE: JEANE CORREIA ESPINDULA		
ENDEREÇO: CEMITERIO DA VARZEA		
PROCEDÊNCIA: PIEZÔMETRO - 01		
AMOSTRA COLETADA PELO INTERESSADO:		
RELATÓRIO DE ENSAIO: FQ 393 / 2003		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO: 29 / 09 / 2003		
DATA DE SAÍDA DO LABORATÓRIO: 10 / 10 / 2003		
RESULTADOS		
Parâmetros Analisados	Resultados	* Valor Máximo Permitido (VMP)
pH (potenciométrico)	8,35	Recomendável 6,0 a 9,5
Cor Aparente (expressa em UH)	15,00	15 UH
Turbidez (expressa em UT)	0,12	5 UT
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	301,00	1000
Condutividade Elétrica a 20 °C (µS/cm)	602,00	-
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	0,00	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	156,00	-
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	0,00	-
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em CO <sub>3</sub> )	0,00	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em HCO <sub>3</sub> )	190,21	-
Dureza Total (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	180,00	500 mg/L em CaCO <sub>3</sub>
Cálcio (mg/L em Ca)	56,11	-
Magnésio (mg/L em Mg)	9,73	-
Sódio (mg/L em Na)	30,60	200 mg/L em Na
Potássio (mg/L em K)	16,50	-
Cloretos (mg/L em Cl)	40,00	250 mg/L em Cl
Sulfatos (mg / L em SO <sub>4</sub> )	38,54	250 mg/L em SO <sub>4</sub>
Nitrito (mg/L em NO <sub>2</sub> )	0,02	1,0 mg/L em N
Nitrato (mg/L em NO <sub>3</sub> )	3,57	10,0 mg/L em N
Ferro Total (mg/L em Fe)	0,05	0,3 mg/L em Fe

Visto: Recife, 10 de outubro de 2003.

\* ( VMP ) Valores Máximos Permitidos pela Portaria N<sup>o</sup> 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000 para águas destinadas ao consumo humano em todo o Território Nacional.

Metodologia Usada : Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19<sup>a</sup> edição American Public Health Association, Ano 1995

  
Prof<sup>a</sup> Sylvania Cristina Lacerda da Costa Pereira  
Química Industrial CRQ 01201138 - 1<sup>a</sup> Região



UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Química  
Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água.  
Fone-fax 081-32718247  
Lamsaupe.com.br

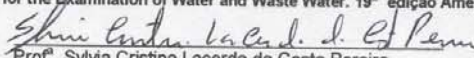
EXAME FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUA		
REMETENTE: JEANE CORREIA ESPINDULA		
ENDEREÇO: CEMITERIO DA VARZEA		
PROCEDÊNCIA: PIEZÔMETRO 02		
AMOSTRA COLETADA PELO INTERESSADO:		
RELATÓRIO DE ENSAIO: FQ 394/2003 VU 232/2003		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO : 29/09 / 2003		
DATA DE SAÍDA DO LABORATÓRIO: 10 / 10 / 2003		
RESULTADOS		
Parâmetros Analisados	Resultados	* Valor Máximo Permitido (VMP)
pH (potenciométrico)	8,12	Recomendável 6,0 a 9,5
Cor Aparente ( expressa em UH )	15,00	15 UH
Turbidez ( expressa em UT )	0,23	5 UT
Sólidos Totais Dissolvidos ( mg/L )	448,00	1000
Condutividade Elétrica a 20 °C ( $\mu$ S/cm )	897,00	-
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	4,00	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	172,00	-
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	0,00	-
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em CO <sub>3</sub> )	2,40	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em HCO <sub>3</sub> )	209,72	-
Dureza Total ( mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	116,00	500 mg/L em CaCO <sub>3</sub>
Cálcio ( mg/L em Ca )	35,23	-
Magnésio (mg/L em Mg )	6,81	-
Sódio ( mg/L em Na )	27,10	200 mg/L em Na
Potássio ( mg/L em K )	163,00	-
Cloretos ( mg/L em Cl )	48,00	250 mg/L em Cl
Sulfatos ( mg / L em SO <sub>4</sub> )	109,08	250 mg/L em SO <sub>4</sub>
Nitrito (mg/L em NO <sub>2</sub> )	0,32	1,0 mg/L em N
Nitrato (mg/L em NO <sub>3</sub> )	5,58	10,0 mg/L em N
Ferro Total (mg/L em Fé )	0,54	0,3 mg/L em Fe
Cobre ( mg/L em Cu )	0,01	2,0 mg/L em Cu
Zinco ( mg/L em Zn )	0,02	5,0 mg/L em Zn
Cádmio ( mg/L em Cd )	0,01	0,005mg/L em Cd
Níquel ( mg/L em Ni )	0,01	-
Manganês ( mg/L em Mn )	0,17	0,1 mg/L em Mn
Chumbo ( mg/L em Pb )	0,03	0,01mg/L em Pb
Cromo ( mg/L em Cr )	ND	0,05 mg/L em Cr

Visto: Recife, 04 de novembro de 2003

\* (VMP) Valores Máximos Permitidos pela Portaria N<sup>o</sup> 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000 para águas destinadas ao consumo humano em todo o Território Nacional.

ND ( Não detectável ) valores abaixo de 0,005 mg/L.

Metodologia Usada : Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19<sup>a</sup> edição American Public Health Association. Ano 1995

  
Prof<sup>a</sup> Sylvia Cristina Lacerda da Costa Pereira  
Química Industrial CRQ 01201138 - 1<sup>a</sup> Região



UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Química  
Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água.  
Fone-fax 081-32718247  
Lamsaufpe.com.br

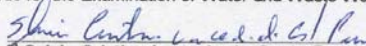
EXAME FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUA		
REMETENTE: JEANE CORREIA ESPINDULA		
ENDEREÇO: CEMITERIO DA VARZEA		
PROCEDÊNCIA: PIEZOMETRO-03		
AMOSTRA COLETADA PELO INTERESSADO:		
RELATÓRIO DE ENSAIO: FQ 395/2003		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO: 29 / 09 / 2003		
DATA DE SAÍDA DO LABORATÓRIO: 10 / 10 / 2003		
RESULTADOS		
Parâmetros Analisados	Resultados	* Valor Máximo Permitido (VMP)
pH (potenciométrico)	7,46	Recomendável 6,0 a 9,5
Cor Aparente ( expressa em UH )	15,00	15 UH
Turbidez ( expressa em UT )	0,18	5 UT
Sólidos Totais Dissolvidos ( mg/L )	349,00	1000
Condutividade Elétrica a 20 °C ( $\mu$ S/cm )	699,00	-
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	4,00	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	158,00	-
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	0,00	-
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CO}_3$ )	2,40	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{HCO}_3$ )	192,65	-
Dureza Total ( mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	216,00	500 mg/L em $\text{CaCO}_3$
Cálcio ( mg/L em Ca )	64,13	-
Magnésio (mg/L em Mg )	14,59	-
Sódio ( mg/L em Na )	51,20	200 mg/L em Na
Potássio ( mg/L em K )	1,30	-
Cloreto ( mg/L em Cl )	62,50	250 mg/L em Cl
Sulfatos ( mg / L em $\text{SO}_4$ )	99,99	250 mg/L em $\text{SO}_4$
Nitrito ( mg/L em $\text{NO}_2$ )	0,04	1,0 mg/L em N
Nitrato ( mg/L em $\text{NO}_3$ )	0,78	10,0 mg/L em N
Ferro Total ( mg/L em Fe )	0,01	0,3 mg/L em Fe

Visto: Recife, 10 de outubro de 2003

\* (VMP) Valores Máximos Permitidos pela Portaria Nº 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000 para águas destinadas ao consumo humano em todo o Território Nacional.

ND ( não detectado ) valores abaixo de 0,005 mg/L

Metodologia Usada : Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19ª edição American Public Health Association. Ano 1995

  
Profª Sylvia Cristina Lacerda da Costa Pereira  
Química Industrial CRQ 01201138 – 1ª Região



UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Química  
Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água  
Fone-fax 081-32718247  
Lamsaufpe.com.br

EXAME FÍSICO- QUÍMICO DE ÁGUA		
REMETENTE: SENHOR EMERSON		
PROCEDÊNCIA: AGUA DE POÇO- 04		
ENDEREÇO: NÃO FORNECIO		
AMOSTRA COLETADA PELO INTERESSADO:		
RELATÓRIO DE ENSAIO: FQ 396 / 2003		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO: 29 / 09/ 2003		
DATA DE SAIDA DO LABORATÓRIO: 10 / 10/ 2003		
Parâmetros Analisados	Resultados	* Valor Máximo Permitido (VMP)
pH (potenciométrico)	7,37	Recomendável 6,0 a 9,5
Cor Aparente ( expressa em UH )	15,00	15 UH
Turbidez ( expressa em UT )	0,17	5 UT
Sólidos Dissolvidos Totais ( mg/L )	457,00	1000
Condutividade Elétrica a 20 °C ( $\mu$ S/cm )	931,00	
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	4,00	
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	116,00	
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	0,00	
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em $\text{CO}_3$ )	2,40	
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em $\text{HCO}_3$ )	141,52	
Dureza Total ( mg/L em $\text{CaCO}_3$ )	204,00	500 mg/L em $\text{CaCO}_3$
Cálcio ( mg/L em Ca )	56,05	
Magnésio (mg/L em Mg )	15,56	
Sódio ( mg/L em Na )	63,10	200 mg/L em Na
Potássio ( mg/L em K )	37,20	
Cloretos ( mg/L em Cl )	112,00	250 mg/L em Cl
Sulfato ( mg / L em $\text{SO}_4$ )	76,36	250 mg/L em $\text{SO}_4$
Nitrito ( mg/L em $\text{NO}_2$ )	0,69	1,0 mg/L em N
Nitrato ( mg/L em $\text{NO}_3$ )	7,33	10,0 mg/L em N
Ferro Total ( mg/L em Fe )	0,80	0,3 mg/L em Fe

Visto: Recife, 10 de outubro de 2003

\* (VMP) Valores Máximos Permitidos pela Portaria Nº 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000 para águas destinadas ao consumo humano em todo o Território Nacional.

Metodologia Usada: Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19ª edição American Public Health Association. Ano 1995

  
Profª Sylvia Cristina Lacerda da Costa Pereira  
Química Industrial  
CRQ 01201138 - 1ª Região



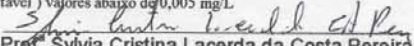
UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Química  
Laboratório de Análises Mineraias, Solos e Água.  
Fone-fax 081-32718247  
Lamsaufpe.com.br

EXAME FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUA		
REMETENTE: SENHORA JOELMA		
PROCEDÊNCIA: AGUA DO POÇO - 05		
ENDEREÇO: NÃO FORNECIDO		
AMOSTRA COLETADA PELO INTERESSADO:		
RELATÓRIO DE ENSAIO: FQ 397/2003		
DATA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO: 29 / 09 / 2003		
DATA DE SAÍDA DO LABORATÓRIO: 07 / 11 / 2003		
RESULTADOS		
Parâmetros Analisados	Resultados	* Valor Máximo Permitido (VMP)
pH (potenciométrico)	6,63	Recomendável 6,0 a 9,5
Cor Aparente (expressa em UH)	15,00	15 UH
Turbidez (expressa em UT)	0,20	5 UT
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	307,00	1000
Condutividade Elétrica a 20 °C (µS/cm)	612,00	
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	4,00	
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	36,00	
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	0,00	
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L em CO <sub>3</sub> )	0,00	
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L em HCO <sub>3</sub> )	43,92	
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L em OH)	0,00	
Dureza Total (mg/L em CaCO <sub>3</sub> )	135,00	500 mg/L em CaCO <sub>3</sub>
Cálcio (mg/L em Ca)	48,09	
Magnésio (mg/L em Mg)	3,65	
Sódio (mg/L em Na)	43,40	200 mg/L em Na
Potássio (mg/L em K)	7,60	
Cloretos (mg/L em Cl)	75,00	250 mg/L em Cl
Sulfatos (mg / L em SO <sub>4</sub> )	43,63	250 mg/L em SO <sub>4</sub>
Nitrito (mg/L em NO <sub>2</sub> )	0,03	1,0 mg/L em N
Nitrato (mg/L em NO <sub>3</sub> )	5,50	10,0 mg/L em N
Fosfato (mg/L em PO <sub>4</sub> )	1,23	
Ferro Total (mg/L em Fe)	0,10	0,3 mg/L em Fe
Cobre (mg/L em Cu)	ND	2,0 mg/L em Cu
Zinco (mg/L em Zn)	0,08	5,0 mg/L em Zn
Cádmio (mg/L em Cd)	ND	0,005mg/L em Cd
Níquel (mg/L em Ni)	0,01	-
Manganês (mg/L em Mn)	ND	0,1 mg/L em Mn
Cobalto (mg/L em Co)	ND	
Cromo (mg/L em Cr)	ND	0,05 mg/L em Cr

Visto: Recife, 07 de novembro de 2003

\* (VMP) Valores Máximos Permitidos pela Portaria N<sup>o</sup> 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000 para águas destinadas ao consumo humano em todo o Território Nacional.

Metodologia Usada: Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19<sup>a</sup> edição American Public Health Association. Ano 1995 ND (Não detectável) valores abaixo de 0,005 mg/L

  
Prof. Sylvia Cristina Lacerda da Costa Pereira  
Química Industrial CRQ 01201138 - 1<sup>a</sup> Região

**ANEXO 4 – RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS  
REALIZADAS NO LABORATÓRIO DE PROCESSOS  
FERMENTATIVOS DO DEPARTAMENTO DE  
ANTIBIÓTICOS DA UFPE.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 01

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 19/02/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 8,0

**Resultados :**

1. Teste para coliformes totais: **Positivo**
2. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**
3. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **> 23**
4. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **> 100.10<sup>3</sup> UFC/ml**
5. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
6. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **> 23**
7. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra: **≥ 2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, não devendo ser bebida sem tratamento adequado, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectada também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 01

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 28/04/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 7,0

**Resultados :**

8. Teste para coliformes totais: **Positivo**
9. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**
10. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **> 23**
11. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"):  **$\cong 170.10^3$  UFC/ml**
12. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
13. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **23**
14. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra:  **$\geq 2.400$**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, não devendo ser bebida sem tratamento adequado, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectada também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Piezômetro 01

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 02/06/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 8,1

**Resultados :**

15. Teste para coliformes totais: **Positivo**
16. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**
17. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **1,1**
18. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"):  **$\cong 54 \cdot 10^3$  UFC/ml**
19. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
20. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **3,6**
21. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra:  **$\geq 2.400$**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, não devendo ser bebida sem tratamento adequado, devido à presença de coliformes totais. Foi detectada também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 01

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 14/ 07/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,5

**Resultados :**

22. Teste para coliformes totais: **Negativo**

23. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

24. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **<1,1**

25. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **≅ 48.10<sup>3</sup> UFC/ml**

26. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

27. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **>23**

28. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra: **≥ 2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água é considerada potável do ponto de vista bacteriológico. Contudo, **não deve ser bebida sem tratamento adequado**, recomendando-se cloração devido a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 01

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 06/ 08/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 7,0

**Resultados :**

29. Teste para coliformes totais: **Negativo**

30. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

31. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"):  $\cong$  **91.10<sup>3</sup> UFC/ml**

32. Teste para *Pseudomonas aeruginosa*: **Positivo**

33. Número mais provável de *Pseudomonas aeruginosa*/100ml da amostra:  $\geq$  **1.600**

34. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra:  $\geq$  **2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água é considerada potável do ponto de vista bacteriológico. Contudo, **não deve ser bebida sem tratamento adequado**, devido a presença da bactéria *Pseudomonas aeruginosa*, que é um patógeno oportunista, recomendando-se cloração.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 02

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 28/04/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,5

**Resultados :**

35. Teste para coliformes totais: **Positivo**

36. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**

37. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **23**

38. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"):  **$\cong 390.10^3$  UFC/ml**

39. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

40. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **>23**

41. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra:  **$\geq 2.400$**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, não devendo ser bebida sem tratamento adequado, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectada também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 02

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 02/06/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,9

**Resultados :**

42. Teste para coliformes totais: **Positivo**

43. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**

44. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **23**

45. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"):  $\cong$  **235 .10<sup>3</sup> UFC/ml**

46. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

47. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **>23**

48. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra:  $\geq$  **2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, não devendo ser bebida sem tratamento adequado, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectada também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 02

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 14/ 07/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 7,0

**Resultados :**

49. Teste para coliformes totais: **Negativo**

50. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

51. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **<1,1**

52. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **≅ 109.10<sup>3</sup> UFC/ml**

53. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

54. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **>23**

55. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra: **≥ 2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água é considerada potável do ponto de vista bacteriológico. Contudo, **não deve ser bebida sem tratamento adequado**, devido a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota, recomendando-se cloração.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Piezômetro 02

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 06/ 08/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,6

**Resultados :**

56. Teste para coliformes totais: **Negativo**

57. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

58. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"):  $\cong$  **89.10<sup>3</sup> UFC/ml**

59. Teste para *Pseudomonas aeruginosa*: **Positivo**

60. Número mais provável de *Pseudomonas aeruginosa* / 100ml da amostra:  $\geq$  **1.600**

61. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra:  $\geq$  **2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, a água é considerada potável do ponto de vista bacteriológico. Contudo, **não deve ser bebida sem tratamento adequado**, devido a presença da bactéria *Pseudomonas aeruginosa*, que é um patógeno oportunista, recomendando-se cloração.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 03

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 28/04/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,5

**Resultados :**

62. Teste para coliformes totais: **Positivo**

63. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**

64. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **>23**

65. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **≅ 260.10<sup>3</sup> UFC/ml**

66. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

67. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **>23**

68. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra: **≥ 2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, não devendo ser bebida sem tratamento adequado, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectada também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 03

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 02/06/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,8

**Resultados :**

69. Teste para coliformes totais: **Positivo**

70. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**

71. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **>23**

72. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **≅ 473 .10<sup>3</sup> UFC/ml**

73. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

74. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **>23**

75. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra: **≥ 2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, não devendo ser bebida sem tratamento adequado, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectada também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Piezômetro 03

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 14/ 07/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,5

**Resultados :**

76. Teste para coliformes totais: **Positivo**

77. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

78. Número mais provável (NMP) de coliformes totais/ 100ml da amostra: **5,1**

79. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"):  $\cong$  **147.10<sup>3</sup> UFC/ml**

80. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

81. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **>23**

82. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra:  $\geq$  **2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, devido a presença de coliformes totais, não devendo ser bebida sem tratamento adequado. Foi detectada também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame nº: /03**

**Interessado:** Piezômetro 03

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, S/N Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço

**Data da coleta:** 06/ 08/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,4

**Resultados :**

83. Teste para coliformes totais: **Negativo**

84. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

85. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"):  $\cong$  **103.10<sup>3</sup> UFC/ml**

86. Teste para *Pseudomonas aeruginosa*: **Positivo**

87. Número mais provável de *Pseudomonas aeruginosa* / 100ml da amostra:  $\geq$  **1.600**

88. Número mais provável de bactérias proteolíticas / 100ml da amostra:  $\geq$  **2.400**

**Conclusão:** Segundo a portaria nº 1.469/2000 MS, a água é considerada potável do ponto de vista bacteriológico. Contudo, **não deve ser bebida sem tratamento adequado**, devido a presença da bactéria *Pseudomonas aeruginosa*, que é um patógeno oportunista, recomendando-se cloração.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado :** Dorgival Manuel da Silva

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, n.º 152 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 02

**Data da coleta:** 03/02/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 7,0

**Resultados :**

89. Teste para coliformes totais: **Negativo**

90. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

91. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **185 UFC/ml**

92. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

93. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **> 23**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, a água é considerada potável do ponto de vista bacteriológico. Contudo, recomenda-se cloração devido à presença de *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Dorgival Manuel da Silva

**Endereço:** Avenida Prof. Arthur Sá, n.º 152 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 02

**Data da coleta:** 11/06/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,8

**Resultados :**

94. Teste para coliformes totais: **Positivo**

95. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

96. Número mais provável de coliformes totais/ 100ml da amostra: **23**

97. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **>1.000UFC/ml**

98. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**

99. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/100ml da amostra: **9,2**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, não devendo ser bebida sem tratamento adequado, devido à presença de coliformes totais. Foi detectado também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Gilvanice Lourenço da Silva

**Endereço:** Travessa Seis de Março, n.º 198 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 04

**Data da coleta:** 03/02/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,5

**Resultados :**

100. Teste para coliformes totais: **Negativo**

101. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

102. Contagem total em placa (número de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **150 UFC/ml**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, a água é considerada potável do ponto de vista bacteriológico.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Gilvanice Lourenço da Silva

**Endereço:** Travessa Seis de Março, n.º 198 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 04

**Data da coleta:** 09/06/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,5

**Resultados :**

103. Teste para coliformes totais: **Positivo**
104. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**
105. Número mais provável de coliformes totais/ 100ml da amostra: **2,2**
106. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **60 UFC/ml**
107. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
108. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/ 100ml da amostra: **6,9**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, **a água não é considerada potável** do ponto de vista bacteriológico, **não devendo ser bebida sem tratamento adequado**, devido à presença de coliformes totais. Foi detectado também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Joelma Rosa Valentin Souza Rodrigues

**Endereço:** Rua Poloni, n.º 84 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 05

**Data da coleta:** 19/02/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,0

**Resultados :**

109. Teste para coliformes totais: **Negativo**

110. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**

111. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **38 UFC/ml**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, a água é considerada potável do ponto de vista bacteriológico.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Joelma Rosa Valentin Souza Rodrigues

**Endereço:** Rua Poloni, n.º 84 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 05

**Data da coleta:** 11/06/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 5,9

**Resultados :**

- 112. Teste para coliformes totais: **Positivo**
- 113. Teste para coliformes termotolerantes: **Negativo**
- 114. Número mais provável de coliformes totais/ 100ml da amostra: **1,1 UFC/100ml**
- 115. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **57 UFC/ml**
- 116. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
- 117. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/ 100ml da amostra: **2,2**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, a água não é considerada potável do ponto de vista bacteriológico, **não devendo ser bebida sem tratamento adequado**, devido à presença de coliformes totais. Foi detectado também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Maria Carolina da Conceição

**Endereço:** Rua Poloni, n.º 54 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 08

**Data da coleta:** 27/01/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,0

**Resultados :**

118. Teste para coliformes totais: **Positivo**
119. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**
120. Número mais provável de coliformes totais/ 100ml da amostra: **> 23**
121. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **1.420 UFC/ml**
122. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
123. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/ 100ml da amostra: **> 23**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, **a água não é considerada potável** do ponto de vista bacteriológico, **não devendo ser bebida sem tratamento adequado**, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectado também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Maria Carolina da Conceição

**Endereço:** Rua Poloni, n.º 54 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 08

**Data da coleta:** 11/06/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,0

**Resultados :**

124. Teste para coliformes totais: **Positivo**
125. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**
126. Número mais provável de coliformes totais/ 100ml da amostra: **2,2**
127. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **161 UFC/ml**
128. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
129. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/ 100ml da amostra: **> 23**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, **a água não é considerada potável** do ponto de vista bacteriológico, **não devendo ser bebida sem tratamento adequado**, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectado também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Abdias de Oliveira Cardoso

**Endereço:** Rua Poloni, n.º 260 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 09

**Data da coleta:** 27/01/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,0

**Resultados :**

130. Teste para coliformes totais: **Positivo**
131. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**
132. Número mais provável de coliformes totais/ 100ml da amostra: **> 23**
133. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **258 UFC/ml**
134. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
135. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/ 100ml da amostra: **> 23**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, **a água não é considerada potável** do ponto de vista bacteriológico, **não devendo ser bebida sem tratamento adequado**, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectado também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS  
INSTITUTO OSWALDO GONÇALVES DE LIMA**

---

**Exame n°: /03**

**Interessado:** Abdias de Oliveira Cardoso

**Endereço:** Rua Poloni, n.º 260 Bairro: Cidade Universitária Recife - PE

**Amostra :** Água de Poço 09

**Data da coleta:** 09/06/2003

**Natureza do exame:** Análise bacteriológica de água.

**pH da amostra:** 6,8

**Resultados :**

136. Teste para coliformes totais: **Positivo**
137. Teste para coliformes termotolerantes: **Positivo**
138. Número mais provável de coliformes totais/ 100ml da amostra: **> 23**
139. Contagem total em placa (número de unidades formadoras de colônias desenvolvidas em aerobiose a 35°C, por 48 horas, em placas contendo meio "Plate - count -agar"): **>1.000UFC/ml**
140. Teste para *Clostridium perfringens*: **Positivo**
141. Número mais provável de *Clostridium perfringens*/ 100ml da amostra: **> 23**

**Conclusão:** Segundo a portaria n° 1.469/2000 MS, **a água não é considerada potável** do ponto de vista bacteriológico, **não devendo ser bebida sem tratamento adequado**, devido à presença de coliformes totais e termotolerantes. Foi detectado também a presença da bactéria *Clostridium perfringens*, que é um indicador de contaminação fecal remota.