

**INFLUÊNCIA DO NECROCHORUME NA QUALIDADE DA ÁGUA
SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO: ESTUDO NO
ENTORNO DO CEMITÉRIO DO CAMPO SANTO EM SALVADOR-BA**

**Aline Gomes da Silva dos Santos (UFBA/PPgSAT; Secretaria de
Saúde de Salvador/BA)**

Luiz Roberto Santos Moraes (UFBA/PPgSAT)

Objetivos

Geral:

- **Avaliar a qualidade da água subterrânea para consumo humano (sistemas de abastecimento alternativo coletivo e individual) no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador, Bahia.**

Específicos :

- Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água captada de poços rasos e surgência (minadouro) no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador-BA.
- Comparar os resultados obtidos da qualidade da água subterrânea com os parâmetros estabelecidos pelas Portaria nº2.914, de 12/12/2011, do Ministério da Saúde, Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005 e Resolução CONAMA nº 396, de 03/04/2008.
- Investigar a existência de contaminação por *Clostridium perfringens* (indicador de contaminação remota) na água de poços rasos no entorno do cemitério do Campo Santo, Salvador-BA.
- Georreferenciar e mapear os pontos de coleta de forma a estabelecer uma estimativa do fluxo subterrâneo utilizando programas específicos (ArcGis-SURFER).
- Elaborar mapas correlacionando os resultados obtidos com o fluxo de água subterrânea, estimado com programa específico (ArcGis 8.0 –SURFER 10.1), a fim de mostrar a dispersão dos indicadores do necrochorume no entorno do Cemitério estudado.

Metodologia

1) Levantamento bibliográfico.

2) Estabelecimento de seleção de critérios de escolha da área de estudo dentre os cemitérios de Salvador:

Proximidade com o um cemitério antigo da Cidade, cadastrado no VIGISOLO.

Índices de Saturação elevados (número de sepultamentos/ano).

Sepultamento por inumação em covas rasas.

Localização considerada vulnerável nos aspectos geográficos e hidrogeológicos.

Presença de moradias na circunvizinhança.

Uso de água subterrânea, inclusive para consumo humano.

Fluxo superficial de água convergente para região de existência de poços em atividade, preferencialmente, funcionando como soluções alternativas de abastecimento de água cadastradas no SISÁGUA ou não.

3) Escolha de parâmetros de análises relacionados a Legislação vigente de potabilidade e balneabilidade (Microbiológicos: E. coli; físico-químicos: pH, cor aparente, turbidez) e de presença de contaminação por necrochorume (*C. perfringens*).

4) Busca ativa de poços rasos e de surgências à montante e à jusante do Cemitério na área de estudo, especialmente, próximos a área de inumação direta no solo: Com obtenção e registro de informações por meio de formulário (DAEE) a respeito de características do poço, tais como, profundidade, conservação, propriedades organolépticas e destinação da água captada.

5) Seleção dos poços para amostragem

Selecionou-se oito (8) poços rasos da região em questão, sendo um para controle (I), bem distante do Cemitério e uma surgência natural . Total: 9 pontos amostrais.

6) Definição de plano de amostragem

Coleta em dois períodos do ano: chuvoso (abril a agosto) e seco (setembro a março), independentemente do poço contar com presença ou não de equipamento de bombeio.

- Período Chuvoso: coleta realizada em 28/08/2013.
- Período Seco: coleta realizada em 10/02/2014.

- **Primeira campanha**
- Coletou-se oito amostras, dos oito pontos amostrais
- **Segunda campanha**
- Coletou-se uma amostra adicional do ponto I (IB) e outra do ponto XI. Houve acréscimo de duas amostras, num total de dez. O ponto de coleta XI é um local onde ocorre uma surgência natural.
- Total nas duas campanhas entre coleta e análise: 18 amostras.

7) Análises

- Análises em campo (Cloro residual livre) e laboratórios de referência (LACEN/BA e Microbiologia de Alimentos-UFBA)
- Laboratoriais - De acordo com a metodologia analítica dentro das normas nacionais e internacionais mais recentes, tais como o *Standard Methods of Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

- ## 8) Comparação dos resultados com VMP de legislação específica e de concentração (NMP/100ml) de *C. perfringens*:
- Uso de valores referenciais e parâmetros de potabilidade da água preconizados pela legislação.

Área de estudo



1970

Data das imagens: 5/4/2014 13°00'00.26"S 38°31'01.33"O elev 37 m altitude do ponto de visão 881 m

Google earth

Localização da área de estudo e dos pontos amostrais com sobreposição de mapa de fluxo superficial



Resultados e Discussão

1) Análises físico-químicas

- ✓ pH em inconformidade em todos os pontos no período chuvoso, exceto no PVII. Apresentou-se menos ácido no Período Seco (inconformidade em 4 pontos)
- ✓ Turbidez em inconformidade apenas no Ponto III (12, 5%) no Período Chuvoso – sem relevância sanitária.
- ✓ Cor dentro dos padrões (máx.10Uhz), com leve aumento, em algumas amostras, no Período Seco - contaminação natural por ferro das rochas do embasamento.

2) Análises microbiológicas

- ✓ *Escherichia coli*- Ausente em ambas as campanhas. Hipótese de limitação por competição intraespecífica com *Pseudomonas aeruginosa*.
- ✓ Presença de *C. perfringens* em 5 amostras no período chuvoso e em todas as amostras no período seco, alguns pontos com taxas consideradas elevadas de clostrídios (de 1.6×10 a $>2,3 \times 10$) no período seco, inclusive no ponto mais distante do Cemitério (Ponto I – Controle)
- ✓ Os resultados da primeira campanha sugerem diluição, desaparecimento gradual por mecanismos de dispersão de contaminantes e microrganismos devido características intrínsecas como a seleção de anaeróbios na zona não saturada do solo.

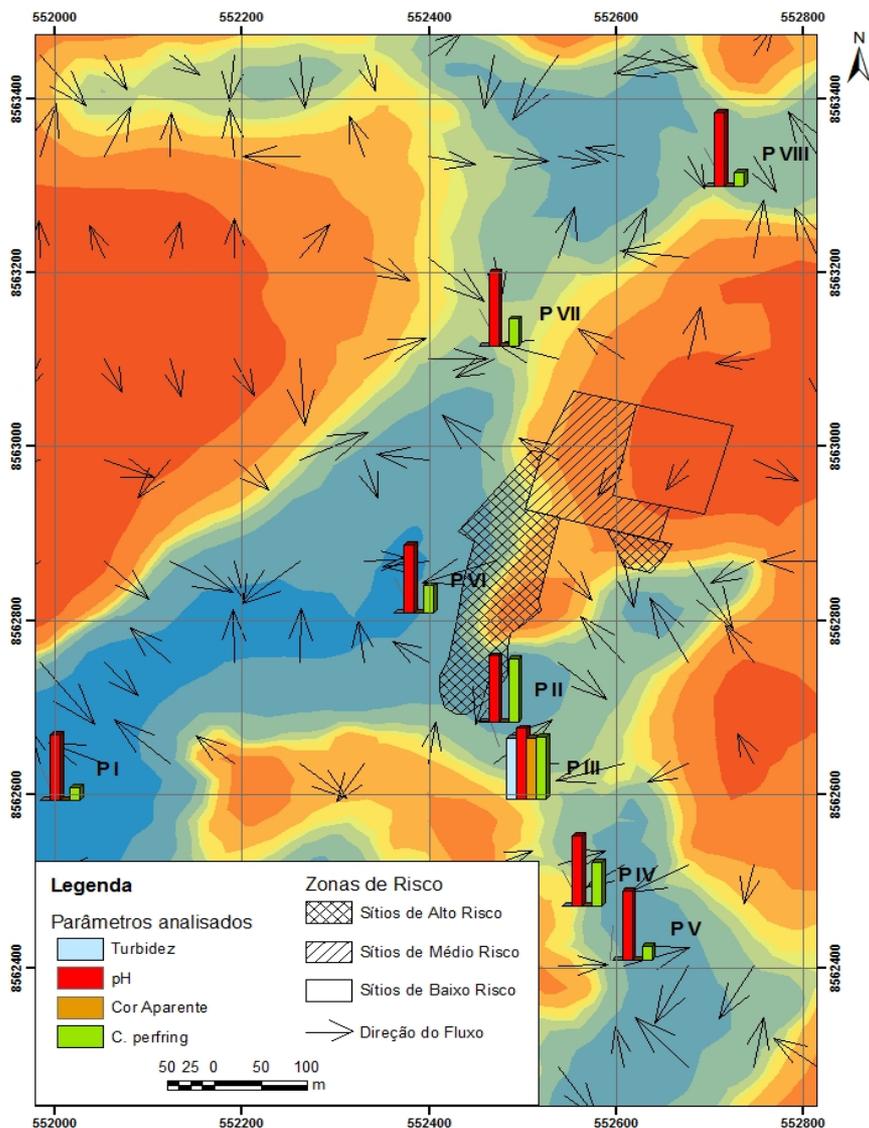
Resultados e Discussão

Análises microbiológicas: A – Ausente; PC: Período chuvoso; PS : Período seco

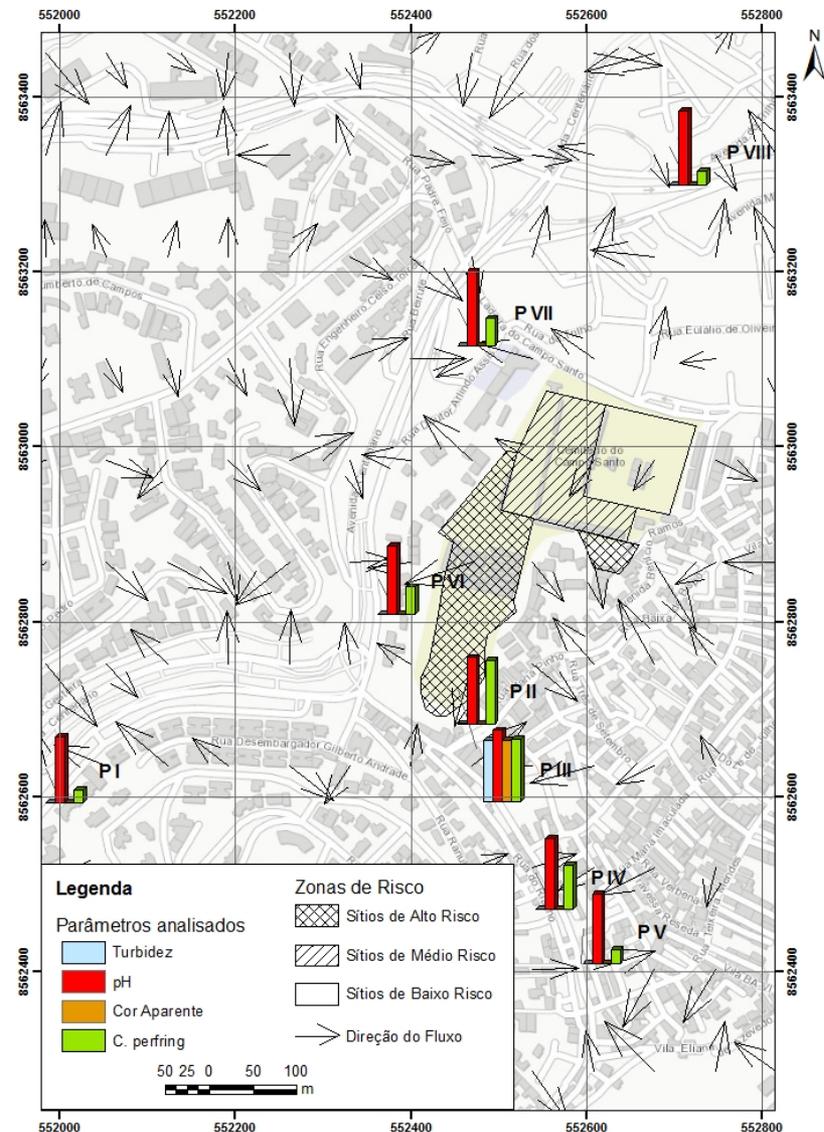
Parâmetros microbiológicos	C. perfringens	Período	IA	IB	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI
		PC	<1,1 NMP	—	5,1 NPM	5,1 NPM	3,6 NPM	<1,1 NMP	2,2 NPM	2,2 NPM	<1,1 NMP	—
		PS	1,6 x10 NMP	>2,3 x10 NMP	6,9 NMP	3,6 NMP	>2,3 x10 NMP	6,9 NMP	2,2 NMP	9,2 NMP	<6,9 NMP	5,1NMP
Escherichia coli		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

- ✓ Os pontos próximos (II e III) com valor idêntico de *C. perfringens* na primeira campanha, apresentaram diferença nos resultados da segunda campanha. O Ponto V indica presença, mas no Ponto VI, por permanecer com mesmo valor, indica possível interferência de heterogeneidade litológica.
- ✓ Na segunda campanha (Período Seco), a taxa de *C. perfringens* do Ponto I (controle) é discrepante em relação à primeira (Período Chuvoso) por provável baixa precipitação e aumento de temperatura no regolito, favorecendo a concentração do bioindicador.

Resultados e Discussão



Estimativa de fluxo subterrâneo com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises na campanha do período Chuvoso. Cor vermelha representa maior altitude e setas indicam sentido de fluxo



Cartograma evidenciando taxas de indicadores de necrochorume encontrados na campanha do período Chuvoso e localização de pontos de coleta na área do entorno do cemitério do Campo Santo concordantes com o fluxo subterrâneo

Conclusões

- Apesar da presença de *C. perfringens*, as amostras coletadas se enquadram nos padrões de qualidade estabelecidos pelas Resoluções CONAMA n^{os}357/2005 e 396/2008 e de potabilidade preconizados pela legislação brasileira (Portaria n^o 2.914/2011, do Ministério da Saúde) .
- Embora não tenham sido realizadas todas as análises específicas para detecção de necrochorume, os dados obtidos foram suficientes para a percepção de correlação positiva entre eles e a possível contaminação no entorno do cemitério do Campo Santo. O decréscimo de pH (ácido) é provavelmente oriundo da decomposição.
- Taxas elevadas de **clostrídios** e ausência de *E. coli* podem indicar contaminação por necrochorume e no ponto mais distante do Cemitério, a existência de possível pluma.
- O estudo apresenta indícios de influência das condições ambientais e de vulnerabilidade (hidrogeológicas, de taxa de pluviosidade e do fluxo superficial na lixiviação e absorção zona saturada) e da percolação de microrganismos nos locais de inumação direta.

Conclusões

- A confecção de cartogramas evidenciou que a modelagem do fluxo, utilizando os programas SURFER e ArcGIS, é compatível com o trend de dispersão de elementos encontrados e sugere o que fluxo estimado está de acordo com o fluxo do lençol subterrâneo.
- Necessário comunicar o risco para que usuários se preservem do uso de água de qualidade não segura, ou usem formas de tratamento acessíveis e efetivas ou a água da rede pública de distribuição, sem misturar à do poço.
- A inclusão de outros parâmetros específicos para necrochorume na análise de água para consumo humano na área permitiria uma correlação mais consistente entre a presença, fonte, intensidade e impacto da contaminação na qualidade da água subterrânea nas adjacências do Cemitério estudado. Sugestão consulta pública do MS- Inserção de indicadores específicos
- O estudo em área e com população exposta restritas, é referência para novos estudos na interface saúde/ambiente com vistas à prevenção e atenção à exposição aos riscos.
- Necessidade de implementação de políticas públicas e adoção de gerenciamento efetivo.

Agradecimentos

- Vigilância em Saúde Ambiental da Prefeitura Municipal de Salvador – VISAMB.
- Laboratório Central do Estado da Bahia – LACEN/BA.
- Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFBA.
- CONDER - INFORMS – Sistema de Informações Geográficas Urbanas do Estado da Bahia.
- Programa de Pós-graduação em Saúde Ambiente e Trabalho - PPgSAT/UFBA.
- Contato: aligss@bol.com.br; aligss20@gmail.com; moraes@ufba.br