

## INFLUENCIA DA MARÉ NA DISSOLUÇÃO DE POLUENTES GERADOS NO DEPÓSITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM-PA

Francinaldo Oliveira Matos<sup>1</sup>, Larissa Paulina Sousa Pinheiro<sup>2</sup>, Gundisalvo Piratoba Morales<sup>3</sup>, Renan Coelho de Vasconcelos<sup>4</sup>, Quêzia Leandro de Moura<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Ambiental - UEPA, bolsista de IC/MPEG/CNPQ.

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Ambiental - UEPA

<sup>3</sup> Professor da universidade do Estado do Pará, Doutor em Geologia e Geoquímica.

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Ambiental - UEPA, bolsista de IC/UEPA/CNPQ

<sup>5</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/UFPA

E-mail: [fnaldo88@hotmail.com](mailto:fnaldo88@hotmail.com)

Universidade do Estado do Pará, Pará-Brasil

Data de recebimento: 07/10/2011 - Data de aprovação: 14/11/2011

### RESUMO

O presente trabalho buscou avaliar a influência do depósito de resíduos sólidos da região metropolitana de Belém-PA na qualidade das águas superficiais do entorno e a atuação da maré no processo de dissolução do lixiviado. As amostragens para as análises físico-químicas ocorreram simultaneamente em quatro pontos distintos dos rios Santo Antônio e Aura, no mês de junho de 2010. Em cada ponto de controle foram coletadas nove amostras, com intervalo de 90 minutos, durante um ciclo completo de maré (6 a.m até 6 p.m). Os maiores valores médios foram observados no ponto mais próximo do aterro e na baixamar. Além disso, neste ponto, todos os parâmetros analisados apresentaram correlação significativa e negativa com a maré.

**PALAVRAS CHAVES:** Recursos hídricos, Contaminação, Resíduos sólidos

### INFLUENCE OF THE TIDE IN TERMINATION OF POLLUTANTS GENERATED IN THE SOLID WASTE STORAGE METROPOLITAN AREA OF BELÉM-PA

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of solid waste disposal in the metropolitan region of Belém-PA in the quality of surface waters of the surrounding area and the tidal action in the process of dissolution of the leached. Sampling for physical and chemical analysis occurred simultaneously in four different river Aura and St. Anthony, in June 2010. In each control point nine samples were collected with an interval of 90 minutes during a complete tidal cycle (6 am to 6 pm). The highest values were observed at the closest point of the landfill and at low tide. Moreover, at this point, all parameters analyzed showed significant and negative correlation with the tide.

**KEYWORDS:** Water Resources, Pollution, Solid waste.

## INTRODUÇÃO

A produção desenfreada e a disposição inadequada de resíduos sólidos são uns dos principais problemas da atualidade que põe em risco a qualidade ambiental e conseqüentemente a saúde da população. Os principais fatores que resultam neste contexto estão relacionados ao hábito de consumismo exagerado associado ao excessivo crescimento populacional que exige uma maior produção de alimentos e industrialização de matérias primas fazendo com que a geração de resíduos aumente vertiginosamente e não seja acompanhada de ações governamentais eficientes, principalmente no que tange a disposição final adequada dos resíduos sólidos (FERREIRA, 1995; RUFO & PICANÇO, 2005)

Os problemas recorrentes da excessiva produção de resíduos sólidos são mais evidentes nos países em desenvolvimento, devido a fatores como: urbanização acelerada sem planejamento adequado, quantidade e diversidade dos resíduos, restrição dos recursos financeiros públicos e as limitações tanto de energia quanto de recursos naturais. Já os países desenvolvidos, apesar de serem os maiores produtores de resíduos sólidos, possuem melhor capacidade de equacionamento da gestão de resíduos devido um somatório de fatores que incluem recursos econômicos, preocupação ambiental da população e desenvolvimento tecnológico (JACOBI & BESEN, 2011).

No Brasil, as grandes cidades em desenvolvimento apresentam déficits na capacidade financeira e administrativa em prover infraestrutura e serviços essenciais básicos para manutenção da qualidade de vida da população no ambiente urbano, dentre estes a coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos. Como consequência desses fatores, tem-se um quadro crítico onde cerca de 50% dos resíduos são lançados em vazadouros a céu aberto. O problema é mais agravante na região norte do país, pois aproximadamente 60% dos municípios lançam seus resíduos sobre o solo exposto, configurando as áreas popularmente conhecidas como lixões (ABRELPE, 2010).

Quando dispostos de forma inadequada, os resíduos sólidos podem causar a poluição da água, do ar e do solo, além de criar ambiente propício para a proliferação de macro e micro vetores causadores de doenças, com conseqüências desastrosas para o meio ambiente e para a população afetada (BESEN, 2011). A poluição das águas superficiais ocorre principalmente pelo lançamento indiscriminado de RS no solo que permite o deslocamento do chorume para as redes de drenagens de águas.

Segundo MORALES (2002) a poluição das águas pela disposição inadequada de RS pode ser física, química e biológica, sendo as principais alterações físicas relacionadas ao aumento da turbidez e variações de gradientes de temperatura. A poluição biológica caracteriza-se pelo aumento de coliformes totais e fecais, já a poluição química reduz drasticamente o nível de oxigênio e aumenta a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Outras propriedades químicas da água como a dureza, a condutividade e o PH podem ser alteradas e tornar o sistema aquático impróprio para o uso humano

Além disso, os lixões podem causar a poluição do solo, pelo escoamento superficial ou percolação do chorume, como também a do ar atmosférico devido à emanação de gases como o metano e o sulfídrico. São também ambientes favoráveis para o desenvolvimento de macro e micro vetores responsáveis pela

transmissão de várias doenças como amebíases, leptospirose, diarreias, dengue, dentre outras (NÓBREGA et al, 2009).

BARBOSA et al (2001) conferiu em estudo realizado no Lixão de Canabrava, Salvador-BA, que as medidas de gestão do depósito podem influenciar nas características do chorume. Neste estudo, o autor identificou que a bio-remediação interrompida e a solubilização de elementos químicos contidos nos materiais de empréstimo utilizados na base, na cobertura e na re-mobilização dos resíduos, fizeram com que esse chorume apresentasse diferenças em relação aos demais aterros.

O projeto inicial que deu origem ao depósito de resíduos sólidos da região metropolitana de Belém incluía três unidades básicas: uma usina de incineração, uma usina de reciclagem e compostagem e um aterro sanitário. As duas primeiras unidades não foram habilitadas e o aterro, que no projeto receberia apenas cinzas e resíduos da usina de incineração e compostagem recebe todos os tipos de resíduos. Tal fato provocou a sobrecarga da área e deu origem a uma fonte pontual e permanente de poluição que coloca em risco os recursos ambientais da região (IPEA, 1997). Não há estudos recentes que informem a permanência desse cenário, porém, durante as visitas para a coleta de amostras de água foi constatado *in locu* que tal situação ainda persiste.

O cenário atual do Aterro Aurá apresenta características de um lixão a céu aberto, haja vista que os resíduos são depositados diretamente sobre o solo ou acima dos resíduos já existentes, sem aplicação de técnicas de controle e proteção ambiental (MONTEIRO et al., 2001), isto, associado a grande massa de resíduos sólidos lançados diariamente no aterro, cerca de 1200 toneladas/dia (ARAÚJO et al., 2010), pode trazer conseqüências irreparáveis ao meio ambiente.

Outro problema agravante está relacionado às populações que moram no entorno sem as mínimas condições sanitárias e que retiram seu sustento de atividades de catação de lixo. Reportagens de jornais paraenses apontam as condições sub-humanas vividas por essas comunidades como principal causa da grande violência que assola a região.

Para MORALES & FENZL (2000) o Aterro Aurá encontra-se localizado nas cotas topográficas relativamente baixas (menor que 15), as quais possuem características geológicas impróprias para a deposição dos resíduos sólidos, uma vez que a porosidade do solo permite que o chorume percole pela zona insaturada até atingir a zona saturada. Tal fato coloca o sistema hídrico superficial e subterrâneo em alto grau de vulnerabilidade. Nesse sentido, levando em consideração as condições precárias do aterro foi desenvolvido este trabalho que teve como objetivo avaliar a influência do depósito de resíduos sólidos sob a qualidade das águas superficiais adjacentes ao aterro, além de verificar a atuação da maré no processo de dissolução do percolado.

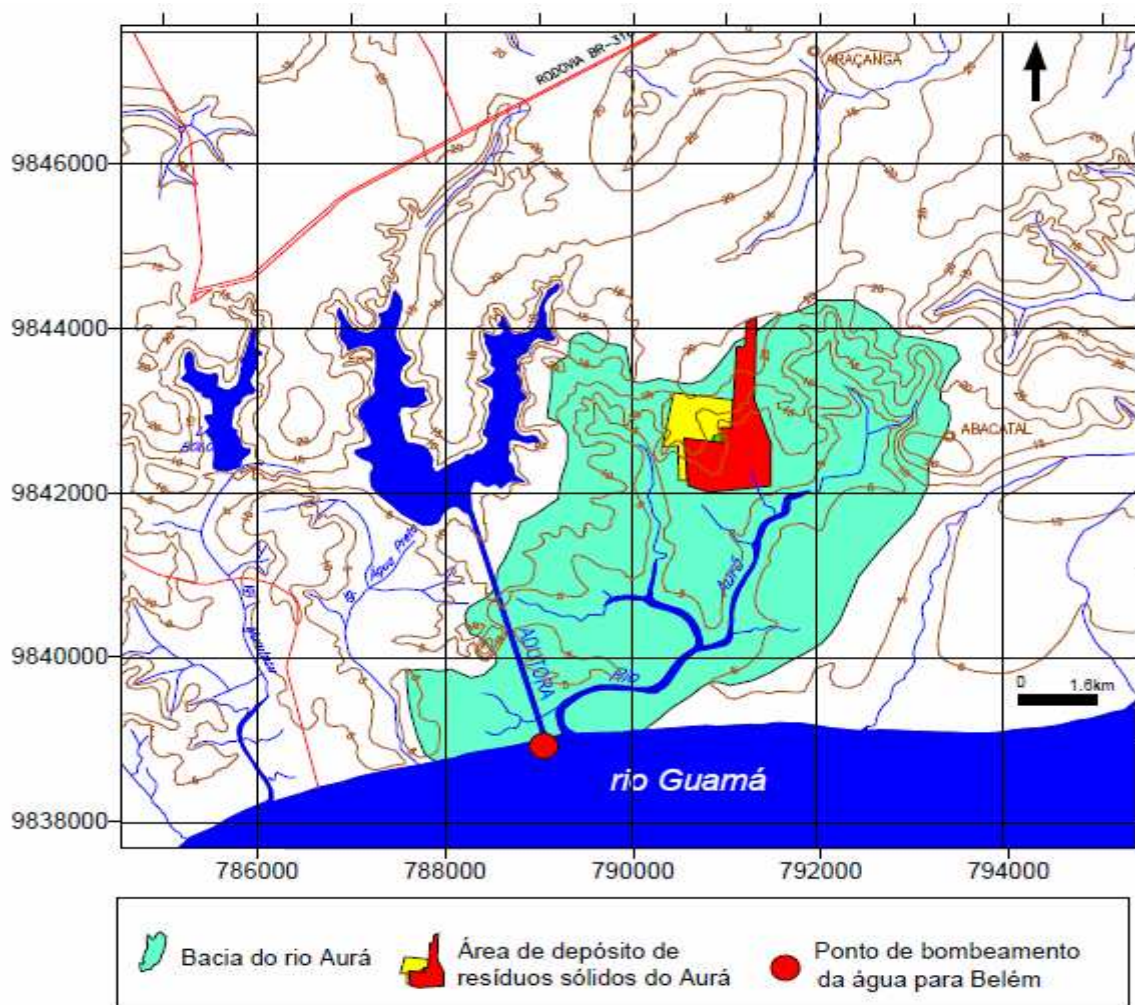
## **METODOLOGIA**

### **Área de Estudo**

O estudo foi realizado no município de Belém-PA, especificamente nos rios adjacentes ao Aterro sanitário do Aurá, localizado no quadrante entre os paralelos 10° 10' S e 10 30' S e os meridianos 48° 25' W e 4 80° 35' W, fazendo limite ao sul com o rio Guamá, ao norte com a baía do Marajó até o extremo oriental da ilha do Mosqueiro e a oeste com as baías do Marajó, Guajará e Santo Antônio. Conforme classificação de Koppen, o clima da região é do tipo "Af", ou seja, é quente e úmido,

possui índices de precipitação elevados e não apresenta estação seca, sendo a precipitação do mês menos chuvoso igual ou superior a 60 mm (CODEM, 1975).

O aterro sanitário Aurá, vulgarmente conhecido como “lixão Aurá” foi fundado em 1987, e situa-se próximo a margem esquerda do Rio Aurá (Figura 1), que por sua vez é afluente do Rio Guamá formando uma microbacia com drenagens de pequeno porte e pouca extensão, como os igarapés Santo Antônio, Pescada, Juvêncio e Juruca. A Oeste da área, situados a aproximadamente 1.400 metros de distância, localizam-se os mananciais Bolonha e Água preta, principais fontes de abastecimento da região metropolitana de Belém. (BAHIA, 2003).



**FIGURA 1:** Mapa de localização do Aterro do Aurá.

**Fonte:** MORALES, 2002.

### Coletas e análises físico – químicas das águas superficiais

As amostragens ocorreram simultaneamente em quatro pontos distintos (A, B, C e D) nos rios Santo Antônio e Aurá, no mês de junho de 2010. Em cada ponto de controle foram coletadas nove amostras, com intervalo de 90 minutos, durante um ciclo completo de maré (6 a.m até 6 p.m). Como o objetivo era determinar a concentração dos diferentes parâmetros traçadores de chorume e o comportamento nos pontos de controle com a variação da maré, foram programadas coletas nos diferentes pontos de amostragem na maré mais alta no mês de coleta, de tal forma

que a hora do início da enchente fosse similar em todas as campanhas de amostragem.



**FIGURA 2:** Mapa de localização aproximada dos pontos de coleta  
**FONTE:** MORALES (2002). Adaptado.

Os procedimentos de coleta, conservação, transporte e análise das amostras de água superficiais seguiram as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). A tabela abaixo contém os parâmetros físico-químicos analisados e a metodologia empregada para determiná-los.

**QUADRO 1:** parâmetros analisados e a metodologia.

PARÂMETRO	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS
pH	pHmetro Digimed DM-2P
Condutividade e STD	Condutímetro Digimed DM-3P
Ca, Na e K	Fotômetro de chamas Digimed DM-62
Amônia	Espectrofotômetro SP1105
Alcalinidade	403 Standard Methods
Turbidez	Turbidímetro Digimed DM-TU
Cor	Colorímetro DM-cor
Cl <sup>-</sup>	407-B Standard Methods

### Tratamento dos dados

Os resultados obtidos em laboratório foram processados e comparados com a variação da maré usando matrizes de correlação para verificar a relação dos parâmetros analisados entre si e com a maré. Além disso, foi realizada análise de variância, teste de turkey a 5% de probabilidade para comparar cada parâmetro nos diferentes pontos de controle e verificar a variação com o afastamento do lixão. Para tanto, foi utilizado o programa ASSISTAT versão 7.6 beta, 2011.

Os resultados também foram comparados com as condições e padrões de qualidade da água para águas doces classe 2, previstos na Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Na tabela 2 estão representados alguns dos

parâmetros estudados e o limite de concentração máximo permitido para os rios de classe 2.

**QUADRO 2:** Padrão de aceitação para águas doces classe 2 .

Parâmetro	Unidade	Limite Máximo Permitido
Turbidez	UT	100
Cor Verdadeira	mg Pt/L	75
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	500
Cloreto	mg/L	250
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	3,7 para pH 7,5 2,0 para 7,5 < pH 8,0 1,0 para 8,0 < pH 8,5 0,5 para pH > 8,5
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5

Fonte: Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As concentrações dos parâmetros traçadores de chorume quantificados apresentaram comportamento diferenciado nos diferentes pontos de controle dos recursos hídricos superficiais em estudo. Esta diferenciação está relacionada tanto ao distanciamento do lixão, haja vista que os rios localizados nas proximidades são receptores primário do chorume e ,portanto, são mais vulneráveis a contaminação ambiental, quanto aos fluxos e refluxos da maré.

As maiores concentrações foram observadas no ponto A, mais próximo do lixão, sendo possível observar uma certa linearidade relacionado a diminuição das concentrações dos elementos com o distanciamento do Aterro. Com exceção das médias obtidos para cor e OD o teste estatístico indicou diferenças significativas ( $p > 0.05\%$ ) entre pelo menos os pontos A e B para a maioria dos parâmetros estudados, como pode ser observado na tabela 3.

**QUADRO 3:** Concentração média dos parâmetros físicos e químicos da água estudados nos A,B,C e D.

	PH	Condutividade	Cl	Na	K	Amônia
<b>A</b>	6,756a	417,333a	19,562a	29,466a	20,488a	0,778a
<b>B</b>	6,371b	306,677b	14,6868b	20,233b	14,755b	0,456b
<b>C</b>	6,162bc	161,100c	7,528c	7,000c	6,1444c	0,428b
<b>D</b>	6,03c	82,977c	3,702c	6,122c	5,588c	0,315b
	Ca	Alcalinidade	STD	Cor	OD	Turb
<b>A</b>	21,633c	14,888b	175,9a	126,	2,6a	54,056a
<b>B</b>	22,877ab	19,333a	128,611b	126,444a	3,822a	45,088ab
<b>C</b>	23,388a	10,888c	67,9111c	138,22a	3,122a	36,977b
<b>D</b>	22,033bc	9,555c	44,588c	108,66b	2,6555a	40,733b

Valores precedidos de mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade segundo o teste de Turkey.

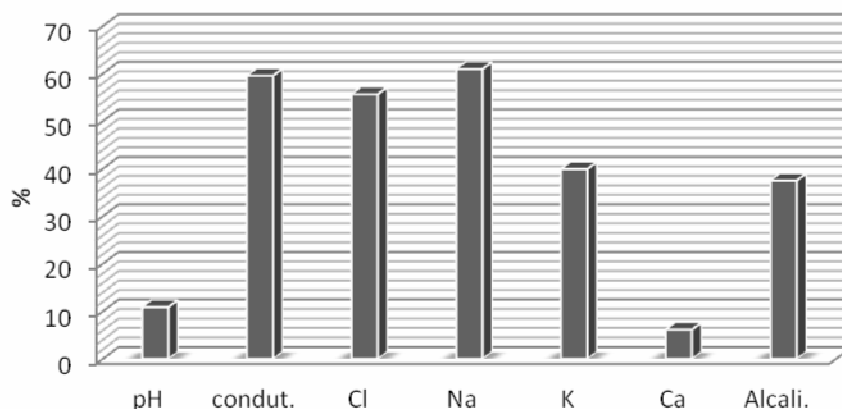
De acordo com o quadro 3 é facilmente perceptível que o percolato resultante da decomposição dos resíduos presente no aterro sanitário do Aura está atingindo as águas superficiais adjacentes ao aterro, em especial o ponto de coleta mais próximo do lixão (A). Entretanto, comparando as tabelas 2 e 3, percebe-se que os parâmetros, exceto cor, estão dentro do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, o que pode ser explicado pela alta capacidade de autodepuração dos rios amazônicos.

A cor verdadeira foi o único parâmetro que ultrapassou o limite máximo permitido de 75 mg Pt/L estabelecido pela legislação vigente, pois apresentou médias 126,666 mg Pt/L no ponto A; 126,444 mg Pt/L no ponto B; 128,222 mg Pt/L no ponto C. Valores precedidos de mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade segundo o teste de Turkey.

No ponto A, mais próximo do lixão, o pH apresentou, em alguns horários de coleta (06:00; 15:00; 16:30 e 18:00 horas) caráter básico com índices chegando a 7,13 às 06:00 horas. Entretanto, nos pontos mais afastados do lixão se manteve ácido, apresentando o menor índice no ponto D (5,51).

O cloreto, um dos melhores indicadores da contaminação por lixiviado, assim como a condutividade elétrica apresentaram elevados valores de concentração no ponto A, 26,1 mg/l e 563 mS/cm respectivamente, ambos às 06:00. No ponto D, mais afastado do lixão, foi verificada as menores concentrações, tanto para condutividade (24,8 mS/cm) quanto para o cloreto (0,5 mg/l).

A influencia da maré no carreamento e diluição dos poluentes pode ser comprovada pela figura 3, onde é perceptível as variações bruscas das concentrações dos parâmetros traçadores de chorume na baixamar e preamar. O ponto A, por ser o mais próximo do lixão, e, portanto, o mais afetado pelo lixiviado, apresentou maiores variações. No ponto D, mais distante do lixão, as variações foram mínimas, não sendo possível relacionar com os parâmetros estudados, entretanto, isso indica que este é afetado em menor concentração pelo percolato produzido no lixão.



**FIGURA 3:** Variação da concentração dos principais parâmetros traçadores de chorume da baixamar para preamar no ponto A.

Conforme a figura 3, o sódio, a condutividade e o cloreto, apresentaram as maiores variações. O sódio mudou de 39,7 mg/L na baixamar para 15,5 mg/L na preamar, variação correspondente a 60,96%; a condutividade apresentou uma mudança de 534 mS/cm para 216 mS/cm, variação que corresponde a 59,55%; enquanto o cloreto mudou de 23,9 mg/L para 10,6 mg/L, apresentando variação de 55,65%.

Essas variações indicam o quanto a maré pode influenciar na diluição de poluentes e serve de alerta para que antes da implementação de obras, principalmente as que forem localizadas próximo a rios que sofrem influência da maré, seja considerada como fator determinante para atuar tanto na diluição, quanto no carreamento de poluentes para os recursos hídricos superficiais localizados nas proximidades.

Os resultados da matriz de correlação, indicados nos quadros 4 e 5, confirmam as variações observadas na concentração dos diferentes parâmetros estudados. É possível observar que no ponto A todos os parâmetros analisados apresentaram correlação significativa e negativa com a maré. No ponto D também é possível observar que houve correlação negativa de todos os parâmetros com a maré, entretanto, esta não foi significativa para a alcalinidade, o cálcio e o pH, provavelmente devido a ação do chorume estar menos presente neste ponto.

**QUADRO 4:** Correlação dos principais parâmetros traçadores de chorume no ponto A.

	PH	Condut.	Cl	Na	K	Ca	Alcalinid.	maré
PH	1							
Condutividade	0,986**	1						
Cl	0,978**	0,997**	1					
Na	0,973**	0,993**	0,988**	1				
K	0,973**	0,995**	0,995**	0,996	1			
Ca	0,566ns	0,541ns	0,495ns	0,544ns	0,500ns	1		
Alcalinidade	0,765*	0,826**	0,840**	0,803**	0,823**	0,245ns	1	
maré	-0,951**	-0,971**	-0,963**	-0,979**	-0,968**	-0,65ns	-0,734*	1

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**QUADRO 5:** Correlação dos principais parâmetros traçadores de chorume no ponto D.

	PH	Condut.	Cl	Na	K	Ca	Alcalinid.	maré
PH	1							
Condutividade	0,175ns	1						
Cl	0,095ns	0,981**	1					
Na	0,182ns	0,992**	0,989**	1				
K	0,186ns	0,992**	0,989**	0,997**	1			
Ca	0,262ns	0,009ns	0,128ns	0,141ns	0,174ns	1		
Alcalinidade	0,002ns	0,517ns	0,571ns	0,546ns	0,583ns	0,749**	1	
maré	-0,14ns	-0,951**	-0,944**	-0,972**	-0,96**	-0,19ns	-0,552ns	1

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )



ns não significativo ( $p \geq .05$ )

Como era esperado, observou-se correlações positivas entre a condutividade e os íons responsáveis pelo aumento da carga iônica (Na, K e Cl) que exibiram valores do coeficiente de correlação acima de 0,90 entre eles e com a condutividade no ponto A, conforme ilustrado na tabela 3, assim como é possível observar que a variação de pH tem uma correlação direta e alta com a presença de cloretos, aumentando ou diminuindo seus valores de acordo com a variação destes.

## CONCLUSÕES

A análise comparativa entre os resultados físico-químicos de água obtidos no estudo e a Resolução CONAMA nº 357/05, indica que, apesar da variação das concentrações nos quatro pontos de coleta, os parâmetros em geral ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela resolução em questão com exceção da cor verdadeira que, todas as médias dos pontos ultrapassaram o limite máximo permitido.

Embora os diferentes parâmetros avaliados estejam na sua maioria dentro do padrão de qualidade da resolução CONAMA 357/05, observou-se que as características ambientais do sistema hídrico superficial na área de abrangência do depósito de resíduos da região metropolitana de Belém esta sendo alterado espacialmente, haja vista que as maiores concentrações dos parâmetros indicadores de contaminação por choroume foram verificados no ponto mais próximo ao lixão.

Variações significativas também foram observadas quando comparado os resultados dos parâmetros avaliados da baixamar para preamar, sendo esta de até 60% para o sódio. Além disso, a análise de correlação indicou que no ponto mais próximo ao Aterro Aurá todos os parâmetros estudados apresentaram correlação significativa e negativa com a maré

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que os rios Santo Antônio e Aurá, adjacentes ao Aterro Aurá, estão sofrendo influência do lixiviado produzido no local. Porém, percebe-se que com o distanciamento do lixão e nos picos mais altos de maré a influência desse percolado sobre os rios diminui. Estes resultados, entretanto, apenas pressupõem uma situação que poderá ser mais bem avaliada com base em um monitoramento periódico, uma vez que cada área de despejo representa um processo dinâmico e particular, influenciado por características locais próprias.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2010. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf>. Acessado em: 19/03/2011.

APHA, 1998: **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, Water Environmental Federation, 20.<sup>a</sup> ed., Washington.

ARAÚJO, L.A., SOUSA, S.N.,LOBATO, V.C. **Análise da disposição do lixo na cidade de Belém-PA: o caso do lixão do Aurá**. Revista Para Onde!?, V.1, nº 6, p. 62- 77, 2010.

BAHIA, V. E. **Estudo hidrogeológico da área localizada entre o depósito de lixo metropolitano de Belém (Auré) e o lago água preta**. Universidade federal do Pará, 2003 (Dissertação de Mestrado).

BARBOSA, R.M., NETO, T.C.A., CRUZ, C.S., OTERO, O.M.F., BACAICOA, L.C., SANTOS, C.C. **Características do lixão de Canabrava, em Salvador – BA, e seus impactos ambientais**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Trabalhos Técnicos, 2001.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf)> Acesso em: 27/008/2011

CODEM – Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém. **Plano de Desenvolvimento da Grande Belém: metodologia, estudos básicos, prognósticos, desenvolvimento e sistemas**. Belém, V. 1, 1975.

BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. São Paulo, 2011. 275p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

FERREIRA, J. A. **Resíduos Sólidos e Lixo Hospitalar: Uma Discussão Ética**. Caderno de Saúde Pública, v. 11, nº2, p. 314-320, 1995.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Relatório ambiental da região metropolitana de Belém**. Belém, 1997.

JACOBI, P. R., BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, v.25,p. 135 – 158, 2011.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal.IBAM, 2001.

MORALES, G. P. **Avaliação ambiental dos recursos hídricos, solos e sedimentos na área de abrangência do Depósito de Resíduos Sólidos do Aurá.** Universidade Federal do Pará, Belém. Tese de doutorado: 2002.

MORALES, G. P.; FENZL, N. Environmental impact for ofthe deposit of solid waste of the "Auré" Belém-PA. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31. **Anais...** 2000.

NÓBREGA, C.C.; JÚNIOR, J.B.A.; GADELHA, C.L.M.; COSTA, M.D. e FAGUNDES, G. de S. Análise sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência direta do Lixão do Roger, após a sua desativação. IN:Simposio Iberoamericano de Engenharia de Resíduos, II. **Anais...** Barranquilla, Colômbia, 2009.

RUFO, R. C; PICANÇO, A. P. Avaliação de impactos ambientais e proposta de remediação do lixão do município de Porto Nacional – TO. IN: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23. **Anais...**Campo Grande, MS, 2005.