

IV-126 – DINÂMICA ESPACIAL DE POLUENTES E NUTRIENTES EM ÁREA ALAGÁVEL RECEPTORA DE CARGAS POLUIDORAS PROVENIENTES DE PISTAS E PÁTIOS DE AEROPORTO

Ronan Fernandes Moreira Neto⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Maria Lúcia Calijuri⁽²⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Engenharia Civil – Geotecnia pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Geotecnia pela Universidade de São Paulo (USP).

Aníbal Santiago⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pesquisador pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP).

Mauro Sérgio Verassani dos Santos⁽⁴⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Mestrando em Engenharia Civil – Saneamento Ambiental e recursos hídricos pela UFV

Henrique Oliveira Alves⁽⁵⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Civil s/n. Sala 320 – Campos Universitário - Viçosa - MG - CEP: 36570 - 000 Brasil - Tel: (31) 3899 – 3098 - e-mail: r9neto@yahoo.com.br

RESUMO

A água é o recurso ambiental mais importante disponível na Terra, impulsionando, participando e dinamizando os ciclos ecológicos. Os sistemas aquáticos têm uma grande diversidade de espécies úteis ao homem e são também parte ativa dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta Terra. Aspectos associados à disponibilidade de água baseiam-se em dois tópicos interligados: qualidade e quantidade. Sendo assim, o “cuidar da água”, incluindo o estudo e monitoramento de sistemas naturais que contribuam para o controle das cargas poluidoras provenientes de diferentes atividades antrópicas, como as áreas aeroportuárias, é hoje tema de preocupação e destaque e passa a ter significância nos processos de tomada de decisão. Objetivou-se com este trabalho estudar a dinâmica de distribuição de alguns poluentes, metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos, e nutrientes dentro de um sistema alagado natural que recebe água proveniente do sistema de drenagem de parte das pistas e pátios do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, MG visando-se comprovar seu potencial de retenção. O Aeroporto foi escolhido por ser um empreendimento de grande importância no cenário nacional e por enviar para a área alagada parte da água de drenagem das pistas e pátios sem qualquer forma de tratamento, configurando-se como fonte potencial de poluição para a mesma. Encontraram-se elevadas concentrações de metais nos sedimentos e concentrações mais moderadas na água. Houve também a presença de tolueno em uma das amostras de sedimentos analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Metais pesados, cargas poluidoras, aeroportos, alagados naturais.

INTRODUÇÃO

A água é o solvente universal, o componente fundamental da dinâmica da natureza dando sustentação à vida. Sem água a vida na terra não seria possível. Os sistemas aquáticos têm uma grande diversidade de espécies úteis ao homem e são também parte ativa dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta Terra (TUNDISI, 2003).

Questões associadas à disponibilidade de água baseiam-se em dois tópicos indissociáveis: qualidade e quantidade. Até bem pouco tempo, antes que o conceito de disponibilidade englobasse a qualidade da água, no gerenciamento dos recursos hídricos trabalhava-se com a idéia de que os maiores problemas estavam concentrados em áreas com baixa disponibilidade quantitativa. Entretanto, a gestão dos recursos hídricos mostra problemas mais complexos relacionados com a qualidade da água, principalmente nas bacias localizadas nos grandes centros urbanos. Nestas bacias ações como lançamento de esgotos doméstico e



industrial, atividades de mineradoras, práticas inadequadas de manejo de solo e aplicação indiscriminada de agrotóxicos nas culturas de áreas circunvizinhas comprometem qualitativamente a disponibilidade hídrica.

A escassez quali – quantitativa de recursos hídricos para usos múltiplos, deriva principalmente dos usos conflitantes, decorrentes, por exemplo, da poluição e contaminação de corpos receptores e mananciais de abastecimento, ou do desequilíbrio na demanda de água. A agricultura irrigada, por exemplo, corresponde por cerca de 70% do consumo de água doce no Brasil, enquanto os abastecimentos domésticos e industriais respondem por cerca de 10-15 %, cada.

Sendo assim, o “cuidar da água”, incluindo o estudo e monitoramento de sistemas naturais que contribuam para o controle das cargas poluidoras provenientes de diferentes atividades antrópicas, como áreas aeroportuárias, ocupa hoje lugar central na agenda técnica, acadêmica e político-administrativa.

Neste contexto a construção de pistas e pátios em aeroportos acarreta problemas ambientais que, nas últimas décadas, têm sido motivo de preocupação técnica. A deterioração da qualidade do meio hídrico e os efeitos negativos nos ecossistemas advindos de áreas pavimentadas devem-se, geralmente, ao transporte (superficial e/ou subterrâneo) da poluição acumulada no pavimento pelas águas das chuvas. Uma vez que, no aeroporto, é intenso o tráfego de aeronaves e caminhões, resíduos de combustível, querosene e borracha são comumente encontrados. Estes resíduos constituem-se, dentre outras substâncias, de metais pesados (Cd, Cu, Cr, Pb, Zn, etc.) e hidrocarbonetos aromáticos. Encontram-se também óleos, gorduras e os sólidos suspensos totais (Luca e Schmidt, 1999)

Acredita-se, portanto que a adoção de medidas e tecnologias que contribuam para a conservação dos recursos hídricos em ambientes aeroportuários seja de grande relevância em termos ambientais e econômicos, em especial nos aeroportos brasileiros. A escolha do Aeroporto Internacional Tancredo Neves para realização deste estudo deve-se ao fato de que: (i) o mesmo é considerado uma unidade com alta demanda de passageiros; (ii) ter sido construído recentemente e (iii) por pretender-se instalar um sítio industrial de aproximadamente 1 km² (elevando-se assim à categoria de aeroporto-indústria), indo ao encontro da necessidade de estudar tecnologias conservacionistas quanto ao uso de recursos hídricos que possam vir a ser adotadas quando da construção deste sítio. Ressalta-se que em um contato prévio estabelecido com a Superintendência Regional Leste da INFRAERO, verificou-se a possibilidade da execução da pesquisa.

O estudo foi realizado no Aeroporto Internacional Tancredo Neves localizado na cidade de Confins – MG, região metropolitana de Belo Horizonte. Confins é um município brasileiro do estado de Minas Gerais, com população estimada em 5.680 habitantes segundo censo realizado pelo IBGE 2007. Em operação há quinze anos, o Aeroporto internacional Tancredo Neves é considerado um dos aeroportos mais modernos e completos do país. A área de seu sítio aeroportuário é de aproximadamente 15.010.000,00 m² e contempla uma pista principal para pousos e decolagens de 3000m de comprimento por 45m de largura, 86.000m² de pátios e estacionamento para 15 aeronaves. A capacidade do aeroporto está na faixa de 5 milhões de passageiros/ano.

No presente aeroporto, dois dos canais principais da rede de drenagem pluviométrica das pistas e pátios direcionam seu fluxo para uma área alagável (wetland natural) sem qualquer tipo de tratamento. É possível que esse sistema alagado esteja recebendo pulsos de cargas poluidoras e contribuindo para a retenção e redução das mesmas. Porém não se conhece ainda a dinâmica desse processo.

Há ainda no complexo aeroportuário de Confins locadoras de veículos que possuem uma frota de automóveis. Nestas locadoras realiza-se a lavagem dos carros e algumas pequenas manutenções que podem contribuir também para a liberação de poluentes para os pátios, sistema de drenagem e, conseqüentemente, para a área alagada.

De acordo com Cowardin (1979) áreas alagadas são sistemas de transição, entre sistemas aquáticos e terrestres, onde o nível das águas subterrâneas pode ser superficial, próximo à superfície da terra ou coberta por rasa camada de água, sendo composto por sedimentos pouco consolidados, hidromórficos e pobremente drenados. Tais condições permitem que, no mínimo sazonalmente, essas áreas sejam o habitat de plantas aquáticas. Deste modo, aparentemente, estas áreas podem ser interpretadas como ecótonos. No entanto, existe grande controvérsia em se tratar áreas alagadas dentro do conceito ecótono ou como ecossistemas específicos (NEIFF,2003;TINER,1999)



A presença destas plantas adaptadas à condição alagada exerce importante papel na filtração e sedimentação do material particulado em suspensão, e também contribuem para a remoção e a transformação dos nutrientes (GOPAL, 1999; HAMMER e BASTIAM, 1989; NICHOLS, 1983), além de fornecerem substrato para o desenvolvimento de microrganismos que atuam na mineralização da matéria orgânica e na absorção de nutrientes (BRIX, 1997).

Segundo Hammer (1989) através de absorção e assimilação, as plantas de áreas alagáveis, removem nutrientes e produzem biomassa. Além disso, esses vegetais através de seus sistemas radiculares aumentam as concentrações de oxigênio dissolvido na água e também nos sedimentos. Isso implica num aumento da zona aeróbia que permite a decomposição de poluentes pelos microorganismos.

Encontra-se alta densidade de macrófitas na área com predominância do tipo *Typha domingensis*, conhecida popularmente como taboa de brejo. A taboa é uma planta hidrófita (aquática) típica de brejos, manguezais, várzeas e outros espelhos de águas. Mede cerca de dois metros e na época de reprodução apresenta espigas da cor café contendo milhões de sementes que se espalham pelo vento. Altamente adaptável, encontra-se espalhada por todo o mundo, sendo considerada em algumas partes uma praga. Sua fibra pode ser utilizada como matéria-prima para papel, cartões, pastas, envelopes, cestas, bolsas e outros itens de artesanato. É uma planta considerada de grande importância ambiental por apresentar capacidade depuradora de águas poluídas através da absorção de metais pesados.

Atualmente o Brasil é o quarto país do mundo em superfícies alagadas na Lista de Ramsar – Lista das Áreas Úmidas consideradas de importância internacional idealizada na Convenção de Ramsar realizada em Fevereiro de 1971 no Irã – possuindo oito zonas úmidas consideradas Sítios de Importância Internacional (Sítios Ramsar) equivalentes à 6.356.896 há.

Embora a ocorrência de áreas alagadas seja relativamente grande, seu funcionamento e comportamento frente às cargas poluidoras e demais características próprias do meio ainda são pouco conhecidas, seja pela distinção entre os tipos de carga as quais estes ambientes estejam submetidos ou até mesmo por efeitos de diluição promovidos pela vazão de contribuição à montante ou ainda devido às peculiaridades de cada área que contribuem para modificar sensivelmente o funcionamento do sistema.

Todavia não se pode negar o fato destes sistemas representarem um importante fator na manutenção e preservação do ciclo hidrológico, funcionando como filtros naturais de poluentes, regularizador de vazões, controle de erosão, e ainda suas outras funções ambientais como a de suporte para fauna e flora e conseqüente proteção à biodiversidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

ESCOLHA DOS PONTOS DE COLETA

Realizaram-se duas campanhas de coleta em quatro pontos distribuídos ao longo da área alagada e um ponto a jusante da mesma. Os pontos seguiram uma orientação longitudinal de acordo com as configurações do ambiente alagado. Apresenta-se, a seguir, a descrição dos pontos.

O **Ponto 01** localiza-se à montante da área alagada, numa porção onde há um estreitamento da seção do canal e onde corre permanentemente um filete de água. Realizou-se neste ponto apenas coleta de água, pois não existem sedimentos acumulados. É uma área onde a água flui com grande força de arraste no período chuvoso.

O **Ponto 02** localiza-se no início da área alagada. Neste ponto foram coletadas amostras de água, sedimentos e macrófitas para estudo dos respectivos comportamentos na entrada do sistema.

O **Ponto 03** situa-se em porção mediana da área alagada, coletaram-se água, sedimentos e macrófitas.

O **Ponto 04** localiza-se na saída, próximo ao sumidouro. Como não existem macrófitas, coletaram-se água e sedimentos.

O **Ponto 05** situa-se em porção à jusante da área alagada onde há um pequeno barramento. Coletaram-se água e sedimentos.

A figura 1 apresenta a localização dos pontos de amostragem no sistema alagado.



Figura 01. Localização dos pontos de amostragem ao longo do sistema alagado.

Há de se salientar que os locais de coleta encontram-se em áreas de difícil acesso (dentro de mata fechada e área alagada com grande profundidade e densidade elevada de macrófitas) sendo assim os pontos de coleta sofreram pequenas alterações em função da necessidade, porém não distanciaram-se muito do previsto.

PROCEDIMENTO DE COLETA

Para garantir a pureza das amostras a coleta de água foi realizada em potes plásticos inertes de 250mL. Utilizou-se um coletor confeccionado para este fim. Este coletor viabilizou a coleta em profundidades distintas e, nos pontos onde havia lâmina d'água, foi possível realizar-se a coleta composta.

Realizou-se a coleta dos sedimentos com uso de sacos plásticos utilizando-se um coletor para viabilizar a coleta em profundidade maior. A profundidade média de coleta foi de, aproximadamente, 0,3m.

Para a coleta de macrófitas utilizou-se um esquadro de madeira de 0,5m x 0,5m. Este artifício foi empregado para que a amostragem fosse representativa e os teores de matéria orgânica, metais e nutrientes encontrados fossem extrapolados para toda a biomassa existente no sistema, o que torna os resultados mais representativos.

Supõe-se que as macrófitas sejam elementos essenciais na dinâmica de depuração do sistema de alagados naturais. Para comprovar esta hipótese a determinação da concentração dos parâmetros presentes nas macrófitas foi realizada com as partes submersa, aérea e as raízes, ou seja, as plantas inteiras.

REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Parte das análises foi realizada em laboratório particular situado em Belo Horizonte e o restante foi devidamente acondicionado e transportado, no mesmo dia da coleta, para os laboratórios da Universidade Federal de Viçosa onde foram processadas as demais análises. Esta divisão foi feita porque alguns parâmetros a serem analisados não poderiam esperar o tempo de viagem entre o local de coleta e o laboratório da universidade onde essas seriam processadas.

Realizaram-se duas campanhas de coleta, uma em 12/05/2008 e outra em 18/09/2008, sendo que foram realizadas as seguintes análises:

Análises em água: amônia, fosfato, DBO, DQO, metais (Zn, Fé, Cd, Ni, Pb, Cu, Cr,), nitrito, nitrato, amônia, fosfato, DBO, DQO e hidrocarbonetos aromáticos (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xileno (m, p – xileno) e Xileno (o – xileno)).

Análises em Sedimentos: matéria orgânica, carbono total, fósforo total, nitrogênio total, metais (Zn, Fé, Cd, Ni, Pb, Cu, Cr), cálcio, magnésio e hidrocarbonetos aromáticos (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xileno (m, p – xileno) e Xileno (o – xileno)).



Análises em Macrófitas: nitrogênio total, fósforo total, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e metais (Zn, Fé, Cd, Ni, Pb, Mn, Cu).

Os teores encontrados nas análises referem-se aos teores totais dos elementos, não evidenciando uma forma específica de existência do elemento no meio.

RESULTADOS DAS ANÁLISES

Constatou-se a presença de metais na água, nos sedimentos e nas macrófitas em todos os pontos de amostragem onde foram coletados. Além disso, encontrou-se também tolueno nas amostras de sedimentos de uma das coletas, o que intensifica a preocupação sobre este ambiente uma vez que este componente é altamente tóxico ao ser humano e outros animais, podendo afetar o sistema nervoso. O Tolueno é facilmente absorvido pelos pulmões (40 a 60% do inalado) e níveis baixos ou moderados podem produzir cansaço, confusão mental, debilidade, perda da memória, náusea, perda do apetite e perda da visão e audição. Estes sintomas geralmente desaparecem quando a exposição termina (a legislação brasileira referente ao enquadramento de corpos receptores CONAMA 357 considera como limite para rios classe 2 a concentração de 2,00 µg/L de tolueno, visto a sua alta toxicidade).

A tabela 1 abaixo apresenta a média e o desvio padrão dos resultados encontrados para as análises em água dos pontos 1,2,3,4.

Tabela 1 . Média e desvio padrão dos resultados encontrados para a água.

Parâmetros	Unid	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Média Geral
Amônia	mgN/L	0,575 ± 0,403	0,335 ± 0,233	0,240 ± 0,085	0,165 ± 0,021	0,329
Fosfato	mg/P/L	0,026 ± 0,013	0,063 ± 0,043	0,454 ± 0	0,079 ± 0,073	0,155
DBO	mgO ₂ /L	0,985 ± 0,474	0,790 ± 0,042	20,86 ± 0	6,805 ± 8,337	7,360
DQO	mgO ₂ /L	7,765 ± 3,373	22,41 ± 24,24	134,8 ± 0	13,76 ± 9,878	44,676
Benzeno	µg/L	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2
Tolueno	µg/L	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Etilbenzeno	µg/L	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4
m,p-xileno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
o-xileno	µg/L	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Ca	mg/L	22,38 ± 0	29,88 ± 0	26,43 ± 0	21,13 ± 0	24,955
Mg	mg/L	1,33 ± 0	1,270 ± 0	1,470 ± 0	1,120 ± 0	1,298
K	mg/L	7,40 ± 0	4,410 ± 0	3,770 ± 0	3,99 ± 0	4,893
P	mg/L	0,500 ± 0,594	0,755 ± 0,361	0,65 ± 0,523	0,535 ± 0,742	0,610
Na	mg/L	50,20 ± 0	40,81 ± 0	33,41 ± 0	31,50 ± 0	38,980
N	mg/L	0,085 ± 0,106	0,085 ± 0,092	0,225 ± 0,148	0,065 ± 0,078	0,115
Al	mg/L	5,650 ± 0	2,270 ± 0	2,290 ± 0	1,700 ± 0	3,090
Cu	mg/L	0,180 ± 0	0,250 ± 0	0,250 ± 0	0,270 ± 0	0,238
Zn	mg/L	0,055 ± 0,035	0,04 ± 0,028	0,045 ± 0,021	0,045 ± 0,021	0,046
Mn	mg/L	0,250 ± 0	1,440 ± 0	1,880 ± 0	0,480 ± 0	1,013
Fe	mg/L	1,895 ± 0,361	1,035 ± 0,346	1,46 ± 0,453	1,185 ± 0,870	1,394
Cd	mg/L	0,054 ± 0,052	0,068 ± 0,032	0,055 ± 0,049	0,055 ± 0,049	0,058
Ni	mg/L	0,723 ± 0,909	0,065 ± 0,007	0,070 ± 0,014	0,07 ± 0,014	0,232
Pb	mg/L	0,325 ± 0,007	0,320 ± 0	0,355 ± 0,007	0,360 ± 0,014	0,340
Cr	mg/L	0,140 ± 0	0,140 ± 0	0,12 ± 0	0,120 ± 0	0,130



Apresentam-se na tabela 2 os resultados das análises de sedimentos, realizados nos pontos 2,3,4. Expressaram-se os resultados em termos da média, do desvio padrão e ainda uma média geral entre os pontos de amostragem.

Tabela 2. Média e desvio padrão para os resultados encontrados nas análises de sedimentos.

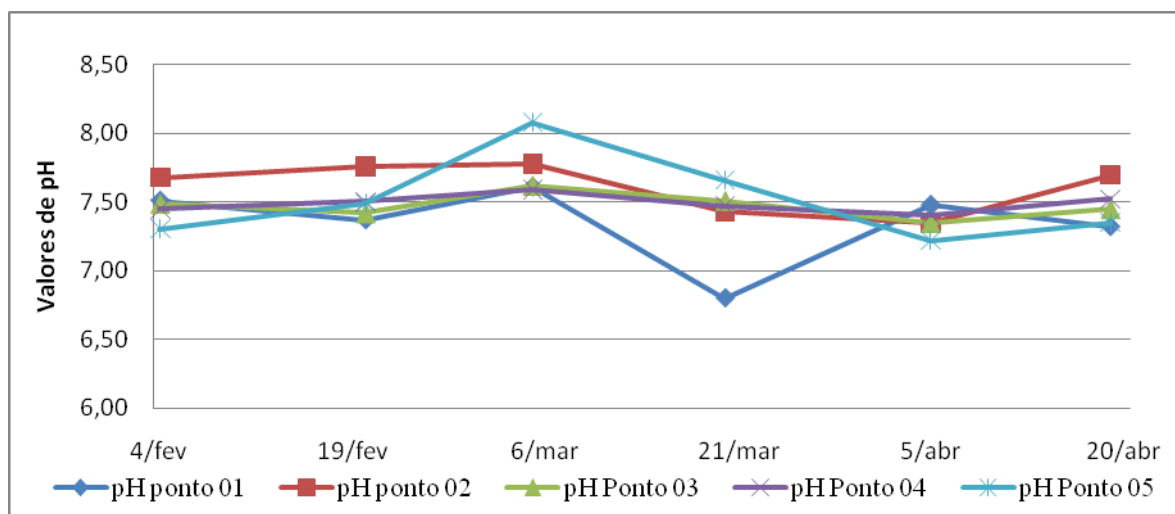
Parâmetros	Unid	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Média Geral
MO	%	16,30 ± 0	12,02 ± 0	11,47 ± 0	13,26
C Total	%	9,29 ± 0	6,85 ± 0	6,54 ± 0	7,56
Benzeno	µg/L	<0,03	<0,03	<0,02	-
Tolueno	µg/L	0,75	0,14	0,08	0,32
Etilbenzeno	µg/L	<0,03	<0,03	<0,02	-
m,p-xileno	µg/L	<0,05	<0,07	<0,03	-
o - xileno	µg/L	<0,03	<0,03	<0,02	-
Ca	%	0,31 ± 0	0,10 ± 0	0,36 ± 0	0,26
Mg	%	0,1 ± 0	0,12 ± 0	0,33 ± 0	0,18
K	%	0,23 ± 0	0,30 ± 0	0,58 ± 0	0,37
N	%	0,36 ± 1,77	0,215 ± 0,078	0,30 ± 0,19	0,29
P	%	7,67 ± 7,81	13,265 ± 4,83	20,56 ± 15,14	13,83
Na	%	0,13 ± 0	0,10 ± 0	0,35 ± 0	0,19
Al	%	6,03 ± 0	2,84 ± 0	2,84 ± 0	3,9
Cu	mg/L	34,17 ± 0	34,71 ± 0	169,98 ± 0	79,62
Zn	mg/L	196,46 ± 174,69	180,86 ± 155,698	277,74 ± 18,68	218,35
Mn	mg/L	503,15 ± 0	207,25 ± 0	435,58 ± 0	381,99
Fe	mg/L	31322,55 ± 4326,70	21924,0 ± 25595,73	16224,66 ± 17353,87	23157,02
Cd	mg/L	3,59 ± 3,11	3,29 ± 2,77	3,69 ± 3,34	3,53
Ni	mg/L	17,85 ± 9,42	19,13 ± 11,23	17,79 ± 17,10	18,26
Pb	mg/L	35,57 ± 4,69	35,75 ± 0,89	44,45 ± 14,53	38,59
Cr	mg/L	7,05 ± 0	8,21 ± 0	33,12 ± 0	16,13

A tabela 3 abaixo apresenta os valores de média e desvio padrão encontrados para as análises em macrófitas para as raízes, folhas e caule.

**Tabela 3. Média e desvio padrão dos parâmetros analisados nas macrófitas.**

Parâmetros	Unid	Folhas	Raízes	Caule
N	dag/Kg (%)	1,63 ± 0,49	0,70 ± 0,19	0,80 ± 0,19
P	dag/Kg (%)	0,13 ± 0,03	0,09 ± 0	0,13 ± 0
K	dag/Kg (%)	1,15 ± 0,56	0,52 ± 0,25	0,83 ± 0,25
Ca	dag/Kg (%)	1,46 ± 0	0,75 ± 0	2,26 ± 0
Mg	dag/Kg (%)	0,17 ± 0	0,08 ± 0	0,14 ± 0
S	dag/Kg (%)	0,09 ± 0	0,15 ± 0	0,08 ± 0
Zn	mg/kg (ppm)	21,15 ± 7,85	83,17 ± 28,62	32,09 ± 28,62
Fe	mg/kg (ppm)	1899,52 ± 2318,58	29392,50 ± 21188,45	1866,69 ± 21188,45
Mn	mg/kg (ppm)	629,81 ± 57,42	181,87 ± 127,75	203,19 ± 127,75
Cu	mg/kg (ppm)	2,14 ± 0,33	13,99 ± 9,64	2,05 ± 9,64
Cr	mg/kg (ppm)	13,73 ± 0	29,37 ± 0	10,13 ± 0
Ni	mg/kg (ppm)	0,70 ± 0	3,03 ± 0	0,53 ± 0
Pb	mg/kg (ppm)	1,93 ± 0	2,33 ± 0	1,07 ± 0

Além dos parâmetros apresentados acima, realizaram-se nos pontos o acompanhamento dos valores de pH, condutividade e potencial redox com frequência de análise quinzenal. Os resultados são apresentados nas figuras 2, 3 e 4 a seguir.

**Figura 2. Acompanhamento de pH e potencial redox nos pontos amostrados.**

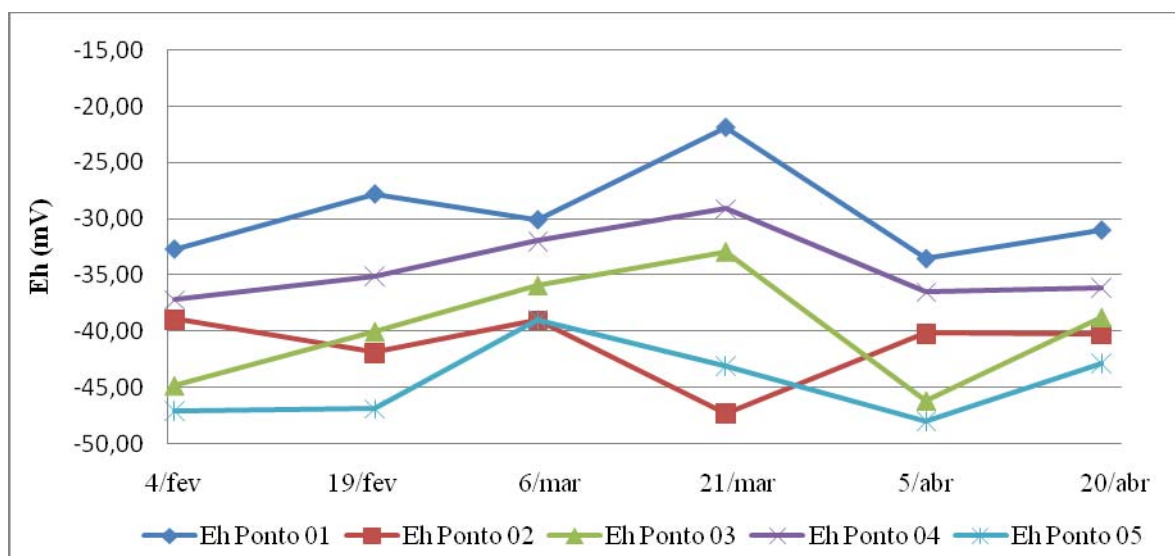


Figura 3. Acompanhamento do potencial redox para os pontos de amostragem.

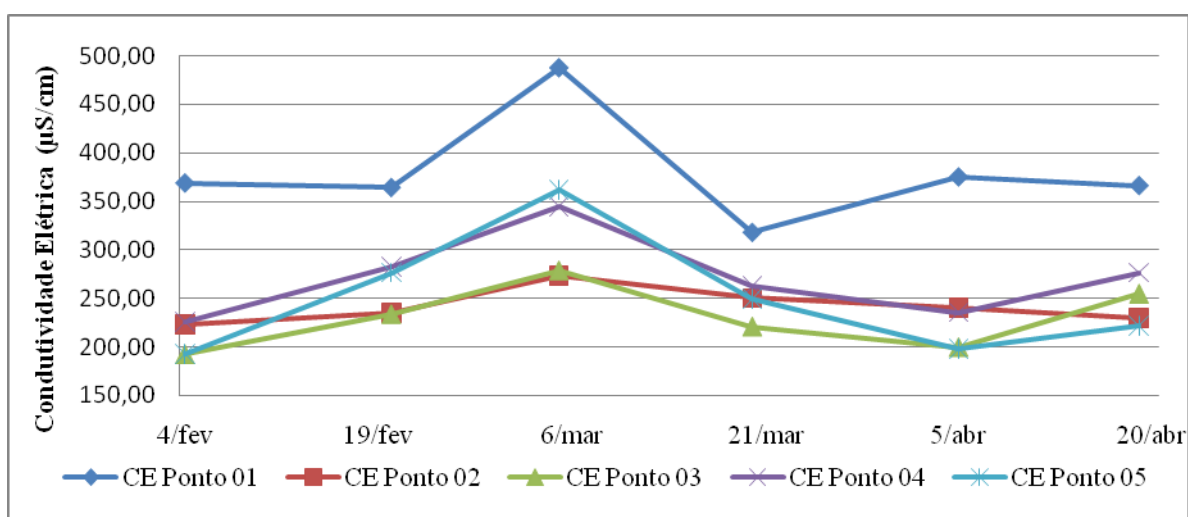


Figura 4. Acompanhamento da Condutividade Elétrica nos pontos de coleta.

Encontraram-se valores elevados de alguns metais pesados que, de certa forma, evidencia o potencial de retenção deste ambiente. Entretanto os resultados referem-se aos teores totais dos elementos não sendo suficientes para inferir sobre sua biodisponibilidade no ambiente. É esta disponibilidade que atribui maior ou menor preocupação, uma vez que na forma disponível estes elementos podem entrar na cadeia alimentar e apresentar perigo ao homem. Estes elementos na fase indisponível, mesmo em grandes quantidades, apresentam-se inertes no ambiente, possuindo baixa mobilidade e, caso mantidas inalteradas as condições do meio tais como pH e potencial redox não apresentariam risco.

Os metais estão presentes na fase sólida e na solução do solo como íons livres ou adsorvidos pelos colóides. Doze metais são considerados essenciais para o homem: cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), cromo (Cr), zinco (Zn), selênio (Se), molibdênio (Mo), cobre (Cu), cobalto (Co), ferro (Fe), manganês (Mn), sódio (Na). Existem outros considerados não essenciais, mercúrio (Hg), cádmio (Cd), chumbo (Pb), arsênio (As). Estes são tóxicos ao ser humano e responsáveis pela maioria dos problemas de saúde devido à poluição do ambiente. (Berglund et al., 1983).

A disponibilidade dos metais nos solos é um fator preponderante para prever e identificar impactos ambientais. Essa disponibilidade pode ser controlada pelo pH e pelo potencial redox do solo. (Lombi e Gerzabek, 1998).



O pH do solo é um importante fator para a maioria dos metais pesados, uma vez que a disponibilidade dos mesmos é relativamente baixa em valores de pH ao redor de 6,5 a 7. Já o potencial redox do solo pode influenciar em sua solubilidade.

Quando reações de oxidação estão envolvidas, a solubilidade de metais aumenta com a redução do pH. Porém, em condições de redução (ambientes com potencial redox negativo, típico de áreas alagadas), a solubilidade de Zn, Cu, Cd, Pb é potencializada em valores mais altos de pH. Na faixa de pH entre 4-6, a solubilidade dos metais pesados é menor devido à formação de complexos organo-minerais insolúveis e/ou complexos com sulfetos (Kiekens, 1983).

Estima-se que a combinação encontrada entre os valores de pH, potencial redox e a concentração de metais nos sedimentos resulte em uma menor disponibilidade destes elementos no meio sob a forma solúvel.

O Tolueno foi o único hidrocarboneto aromático encontrado no sistema. Obtiveram-se valores nos sedimentos de todos os pontos de amostragem e seu comportamento decrescente ao longo dos mesmos sugere a retenção pelo sistema. Na fase aquosa os hidrocarbonetos foram ausentes, fato que atenua a preocupação com este poluente. O gráfico 1 abaixo mostra seu comportamento.

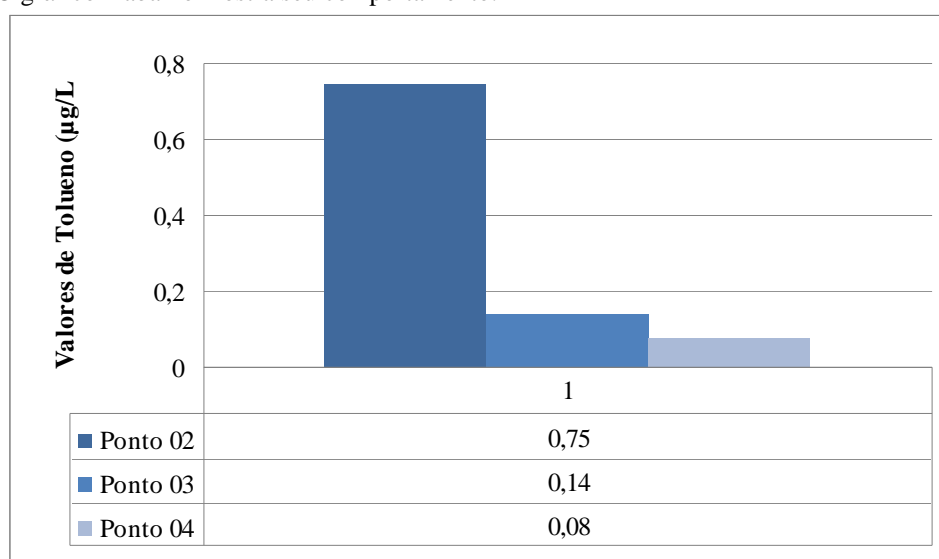


Figura 5. Decaimento de Tolueno nos sedimentos ao longo dos pontos de amostragem.

CONCLUSÕES

Nota-se no sistema a presença de poluentes não comuns às áreas alagadas naturais que, provavelmente, são provenientes do sistema de drenagem. Entretanto a origem dos poluentes não é exclusiva das pistas e pátios do aeroporto, mas advém também das atividades de lavagem e manutenção de veículos executadas no entorno do aeroporto pelas empresas de locação cujas águas também são lançadas no canal de drenagem. Seria necessário individualizar e analisar as águas de contribuição de cada fonte separadamente para argumentar sobre o potencial de poluição de cada uma.

A presença de poluentes, como metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos, no ambiente alagado é sinal de contaminação. Entretanto não apresenta uma relação direta com a disponibilidade destes para a entrada na cadeia trófica, pois as características gerais encontradas no meio comparados aos valores indicados na literatura para ambientes alagados tais como, altos valores de pH, valores negativos de potencial de oxirredução e grandes quantidades de matéria orgânica nos sedimentos remetem à uma imobilização natural destes poluentes diminuindo assim o risco potencial de contaminação de outras áreas e de seres vivos.

Evidenciou-se o potencial de acumulação de alguns poluentes pelo sistema natural alagado, como metais pesados. Em todos os pontos amostrados foram encontradas concentrações elevadas desses elementos, principalmente nos sedimentos. A presença desta concentração elevada dos teores totais dos elementos não reflete diretamente um problema de caráter ambiental. Como já citado, a disponibilidade destes elementos e sua possível introdução na cadeia alimentar é influenciada por outros fatores e os poluentes mesmo estando



em grande quantidade podem estar sob uma forma imobilizada, adsorvida em compostos orgânicos ou em óxidos de ferro e manganês. Por outro lado, deve haver sim uma preocupação quanto à presença de grandes quantidades destes elementos no ambiente devido ao risco potencial de sua disponibilização por alteração das características do meio, dentre elas principalmente pH e potencial redox.

Uma segunda fase do estudo está sendo implantada com o intuito de analisar as características do solo e da água no entorno da área estudada a fim de identificarem-se para os parâmetros analisados as concentrações normais para a região e os valores advindos de fontes poluidoras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pelos recursos financeiros para realização do projeto de pesquisa, pelas bolsas e pelos recursos para participação no evento. Agradecem também à COPASA pelo convênio firmado e a toda equipe da INFRAERO do Aeroporto Internacional Tancredo Neves pelo apoio durante o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, E. R. H. Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Floculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio. São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo 1992.
2. BELTRAN, J.M.; SANCHEZ, I.G.; FRUK, M.P. Drenaje agrícola. In: CURSO INTERNACIONAL DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO, 1988, Brasília, DF
3. BERGLUND, S.; DAVIS, R.D.; L'HERMITE, P. Utilization of sewage sludge on land: rates of application and long-term effects of metals. Dordrecht: D. Reidel Publ., 1984. 216p.
4. BRASIL, Resolução CONAMA número 357, de 17 de Março de 2005.
5. BRIX, H. Do Macrophytes Play a role in Constructed Treatment Wetlands? Water Science and Technology, Oxford, v. 35, n. 5, p. 11-17. 1997.
6. COWARDIN, L. M.; CARTER, V.; GOLET, F. C.; LAROE, E. T. (1979). Classification of wetlands and Deepwater Habitats of the United States. U. S. Fish and Wildlife Service Biological Services Program Report FWS/ OBS-79/31, Washington, DC.
7. GOPAL, B. Natural and Constructed Wetlands for wastewater treatment: potentials and problems. Wat. Sci. Tech., v. 40, n. 3, p. 27-35. 1999.
8. HAMMER, D. A.; BASTIAN, R. K. Wetlands ecosystems: natural water purifiers? Constructed wetlands for waster treatment: municipal, industrial and agricultural. Lewis Publishers, p. 5-19. 1989.
9. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem de população 2007.
10. KIEKENS, L. Behaviour of havy metal ins soils. In: BERGLUND, S.; DAVIS, R.D; L'HERMITE, P (Ed.). Utilization of sewage sludge on land: rates of application and long-term effects of metals. Dordrecht: D. Reidel Publ., 1983.p.126-134.
11. LOMBI, E.; GERZABEK, M.H. Determination of móbile heavy metal fration in soil: resulto of a plot experiment with sewage sludge. Communications in Soil Science an Plant Analysis, v.29, p 2545-2556, 1998.
12. LUCA, S.J.; SCHMIDT, K.S.R. Impacto da construção rodoviária na qualidade da água. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, 1999, Rio de Janeiro, RJ. Anais., Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 1999. p 2388-2395. 1 CD-ROM.
13. NEIFF, J. J. (2003). Planícies de Inundação São Ecótonos In: HENRY, R. Ecótonos nas Interfaces dos ecossistemas aquáticos. Rima Ed., p. 29-46
14. NICHOLS, D. S. (1983). Capacity of natural wetlands to remove nutrients from wastewater. Jounal of the Water Pollution Control Federation, v. 55, p. 495-505.
15. PRUSKI, F.F.; CALIJURI, ML.; BHERING, E.M.; SILVA, J.MA. Metodologia baseada no uso de sistema de informações geográficas para a obtenção de equações de chuvas intensas em qualquer localidade do estado do Paraná. Revista Engenharia Agrícola, Viçosa, v.5, n. 3 p. 254-265, 1997.
16. REIS, L.F.R. Notas de Hidrologia e Recursos Hídricos. 2007. Disponível em: <<http://www.shs.eesc.usp.br/graduacao/disciplinas/shs403/download/escoamento-superficial.pdf>> Acesso em: 09 Jul. 2007
17. TINER, R. W. (1999). Wetland indicators: a guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping. Boca Raton, Fla: Lewis Pulishers. p. 392



18. TUNDISI J.G. 2003. Água no século XXI: enfrentando a escassez. RiMa/IIIE. São Carlos, Brasil.