

**IX-013 – CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DA QUALIDADE DA
ÁGUA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM PÁTIOS E PISTAS DE
AERONAVES: ESTUDOS DE CASO EM AEROPORTOS DE
PEQUENO PORTE**

Ricardo Gomes Passos⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutorando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Engenheiro Ambiental na Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO.

Rafael Soares de Souza Pimenta de Almeida

Engenheiro Ambiental pela Universidade FUMEC. Especialista em Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Engenheiro Ambiental na Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO. Graduando em Engenharia Civil na Universidade FUMEC.

Ronan Fernandes Moreira Neto

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Engenharia Civil (Saneamento e Recursos Hídricos) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Engenheiro Ambiental na Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO.

Tiago Fernandes

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Engenheiro Eletricista na Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO.

Endereço⁽¹⁾: Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - Centro de Suporte Técnico-Administrativo de Belo Horizonte – CSBH. Rua Lider, 197 – Bairro Aeroporto, CEP 31270-480, Belo Horizonte – MG. Fone: (31) 3615-9446. E-mail: ricardogpassos@yahoo.com.br.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar contribuição a respeito do conhecimento da qualidade da água de pátios e pistas de aeronaves em aeroportos de pequeno e médio porte, de forma a incitar a comunidade acadêmica a realizar futuros trabalhos para conhecimento mais aprofundado a respeito do tema. A pesquisa foi desenvolvida em quatro aeroportos de pequeno porte, todos eles administrados pela INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Os parâmetros avaliados no presente estudo apresentaram valores aceitáveis, se comparados com os limites definidos em legislação para o lançamento de efluentes em corpos d'água. Além disso, não foram detectados os parâmetros óleos e graxas em nenhum dos ensaios (todos abaixo do limite de detecção do método), o que sugere que o pátio de aeronaves não constitui uma fonte de contaminação também quanto a essas substâncias. Há também a hipótese de que apenas emulsões são formadas, em baixíssimas concentrações. Todas as análises foram realizadas na situação mais crítica, na qual a parcela amostrada carregava a maior quantidade possível de poluente (nos primeiros minutos da chuva).

PALAVRAS-CHAVE: Aeroportos, drenagem, *first flush*, pátio de aeronaves.

INTRODUÇÃO

É legítima a preocupação com a possível contaminação dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como do próprio solo, decorrente do aporte da água pluvial que é escoada sobre as áreas operacionais de um aeroporto (pátios e pistas). Entretanto, há pouquíssimos registros a respeito da qualidade dessas águas. O que pode ser afirmado é que há certo potencial de contaminação, na medida em que se tem a presença e circulação de aeronaves e demais veículos de apoio e o inerente risco de vazamento/derramamentos acidentais de combustíveis, graxas e óleos minerais. Apesar de serem removidos contingencialmente quando da ocorrência de acidentes, esses constituintes permanecem no pavimento em forma de manchas. Em tese, tais contaminantes poderiam ainda ser carregados durante as chuvas, até atingir o solo ou corpo receptor mais próximo, podendo constituir fonte de contaminação.

Enquanto pouco se sabe a respeito desse assunto, as águas de escoamento dos pátios em aeroportos, quando tratadas, são de forma análoga às águas de drenagem oleosa em oficinas mecânicas, postos de combustíveis etc.; geralmente com uso de sistemas separadores de água e óleo. Muita das vezes essa necessidade vem por exigência expressa dos órgãos ambientais fiscalizadores, que solicitam, insubstituivelmente, a implantação de sistemas separadores de água e óleo, sem que a qualidade das águas a serem tratadas seja conhecida e a aplicabilidade técnica do sistema de tratamento avaliada.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar contribuição a respeito do conhecimento da qualidade da água de pátios e pistas de aeronaves em aeroportos de pequeno e médio porte, de forma a incitar a comunidade acadêmica a realizar futuros trabalhos para conhecimento mais aprofundado a respeito do tema. Com a qualidade dessas águas conhecida, torna-se possível uma avaliação mais criteriosa para seleção de sistemas de tratamento ou até mesmo a aplicabilidade ou viabilidade de implantação.

MATERIAL E MÉTODOS

Locais de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em quatro aeroportos de pequeno porte, todos eles administrados pela INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. São eles:

- *Aeroporto de Belo Horizonte (ou Aeroporto da Pampulha).*
Atende principalmente a aviação civil regional e voos particulares. O aeroporto processou, em 2013, por volta de 1 milhão de passageiros e 65.000 operações de pouso e decolagem. Conta atualmente com dois pátios de aeronaves, um do lado norte e outro do lado sul do aeroporto, com área total de 93.000 m², e com uma pista de 1.364 x 45 m (INFRAERO, 2014).
- *Aeroporto Carlos Prates.*
Também situado em Belo Horizonte, é um aeroporto especialmente dedicado à formação de pilotos, aviação desportiva, instrução, construção de aeronaves, aviação geral de pequeno porte e aviação de asa rotativa (helicópteros). O aeroporto processou, em 2013, por volta de 36.000 passageiros e 35.000 operações de pouso e decolagem. Conta atualmente com 16 pequenos pátios e estacionamentos de aeronave com área total de aproximadamente 15.000 m² e uma pista de 928 x 18 m (INFRAERO, 2014).
- *Aeroporto de Montes Carlos.*
Situado na região norte de Minas Gerais, é um aeroporto de pequeno porte que processa voos domésticos regionais, principalmente para a cidade de Belo Horizonte. O aeroporto atendeu, em 2013, por volta de 330.000 passageiros e 10.000 operações de pouso e decolagem. Conta atualmente com pátio de aeronaves com área de aproximadamente 20.000 m² e uma pista de 2.100 x 45 m (INFRAERO, 2014).
- *Aeroporto de Uberlândia.*
Situado no triângulo mineiro, é um aeroporto de pequeno porte que processa voos domésticos regionais. O aeroporto processou, em 2013, por volta de 1,1 milhões de passageiros e 30.000 operações de pouso e decolagem. Possui uma área de 35.000 m² em pátios de estadia e manobras e uma pista de 2.100 x 45 m (INFRAERO, 2014).

Análise da água de escoamento superficial

O monitoramento da qualidade do escoamento superficial nos pátios foi realizado por meio de análises de parâmetros físico-químicos e indicadores ecotoxicológicos. Os parâmetros analisados foram DBO, DQO, pH, temperatura, sólidos suspensos totais, sólidos suspensos voláteis, sólidos sedimentáveis, detergentes/surfactantes, benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos, arsênio, bário, cádmio, boro, cobre, cromo hexavalente, cromo trivalente, estanho, fluoreto, cianeto, alumínio, cobalto, chumbo, nitrogênio total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fósforo, ferro, manganês, mercúrio, níquel, óleos/graxas, prata, selênio, zinco e sulfeto; muito embora o conjunto das análises realizadas tenha variado em cada. Os procedimentos para coleta de amostras seguiram as diretrizes da ABNT - NBR - 9898 e da ABNT NBR ISO IEC 17025:2005. As análises foram realizadas de acordo com *Standard Methods for Water and Wastewater* 21^a ed. (2005).

As amostras foram coletadas em frascos de polietileno previamente lavados e descontaminados. As amostras destinadas à análise de BTEX e óleos e graxas foram coletadas em frascos de vidro transparente com tampa rosqueável e septo de teflon, a fim de evitar qualquer contaminação e subestimativa decorrente de aderência do material às paredes do frasco. Todas as alíquotas coletadas foram preservadas com reagentes de fixação adequados, acondicionadas em caixas térmicas refrigeradas com gelo filtrado e enviadas ao laboratório no mesmo dia.

Para caracterização da qualidade da água do escoamento em cenário mais conservador, procurou-se analisar os primeiros volumes de escoamento superficial, após os primeiros minutos de chuva (conhecido como “*first flush*”). Essa parcela é correspondente à “varrição” dos pátios, sendo que nesses primeiros minutos a qualidade da água é a pior possível; ou seja, é a mais concentrada em termos de possíveis poluentes (posteriormente, essa vai melhorando com o passar da chuva). De forma a garantir que os resultados sejam ainda mais conservadores, as coletas foram realizadas após longo período de estiagem local.

Apesar da grande dificuldade de se prever exatamente quando uma chuva ocorreria (a fim de preparar em tempo hábil todos os procedimentos amostrais), nos aeroportos de Montes Claros, Carlos Prates e em duas campanhas do aeroporto de Uberlândia foi possível a coleta das águas superficiais oriundas dos primeiros 15 minutos de chuva após o período de seca, sendo as amostras coletadas nas saídas dos canais de drenagem. No aeroporto da Pampulha e em duas campanhas no aeroporto de Uberlândia, por questões de logística, tal procedimento não foi possível, então a amostragem foi realizada por meio de simulação de uma chuva de mesmas características. Para esses casos, foi utilizado caminhão pipa com tubo de distribuição perfurado para simulação da primeira chuva com 15 minutos de duração após o período seco do ano.

Nas campanhas realizadas no Aeroporto Carlos Prates e no Aeroporto de Montes Claros, as coletas ocorreram em canais de drenagem que reuniam as contribuições do escoamento superficial não só dos pátios como também das pistas de pouso e decolagem. Como exemplo, a Figura 1 apresenta vista aérea do Aeroporto Carlos Prates, com indicação dos pontos de coleta nas saídas dos canais de drenagem que receberam contribuições dos pátios e da pista. Já a Figura 2 apresenta vista aérea do Aeroporto de Montes Claros, com indicação do ponto de monitoramento no final do sistema de drenagem de pátio e pista.



Figura 1: (a) vista aérea do Aeroporto Carlos Prates, com indicação dos pontos de coleta nas saídas dos canais de drenagem que receberam contribuições dos pátios e da pista; (b) vista aérea do Aeroporto de Montes Claros, com indicação do ponto de monitoramento no final do sistema de drenagem de pátio e pista.

A chuva de *first flush* no aeroporto da Pampulha e nas duas primeiras campanhas no aeroporto de Uberlândia foi simulada utilizando-se caminhão pipa com aspersor em tubos perfurados. Os ensaios foram realizados nos boxes de estacionamento das aeronaves nos pátios, onde ocorrem as manchas de óleos e outros possíveis contaminantes. A água escoada foi coletada a cada 30 segundos, em amostragem composta durante 15 minutos, na entrada do sistema de drenagem existente em cada caso. Para fins de ilustração, a Figura 2 apresenta uma vista do pátio do Aeroporto da Pampulha, em uma das posições de aeronaves (Figura 2a), detalhe do tubo perfurado distribuidor do caminhão utilizado na simulação da chuva (Figura 1b) e pontos de coleta das águas de escoamento (Figura 2c e 2d).

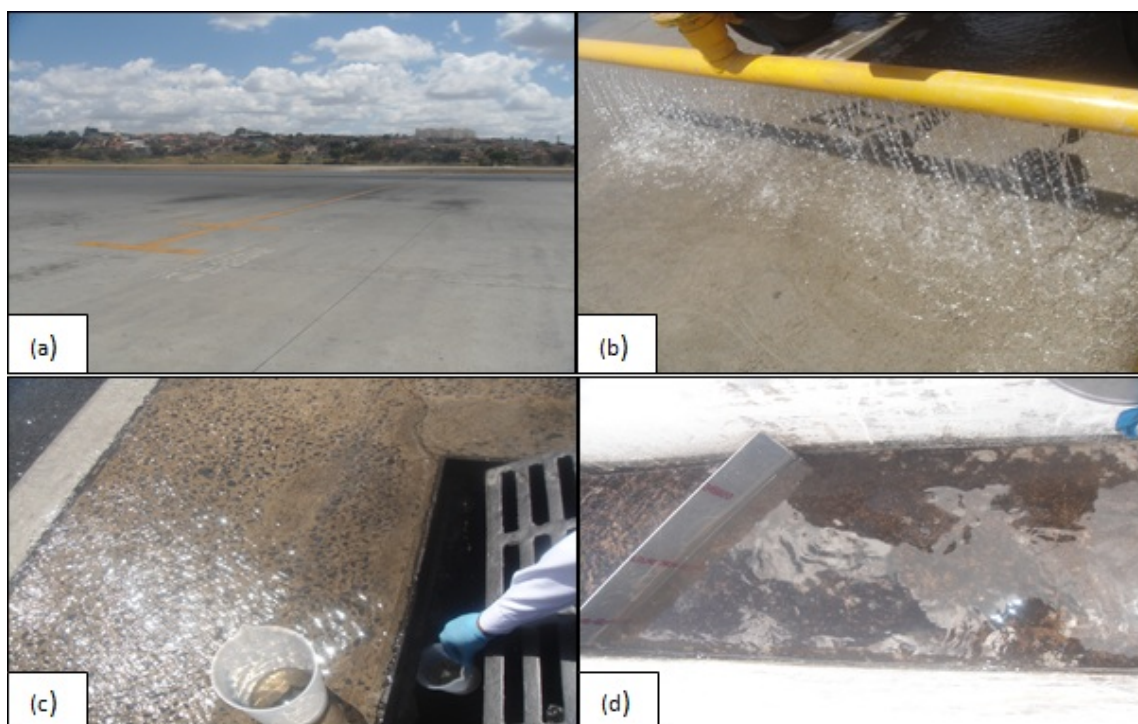


Figura 2: (a) Vista do pátio sul; (b) detalhe do tubo perfurado distribuidor do caminhão utilizado na simulação da chuva; (c) e (d) exemplos de pontos de coleta da água gerada no escoamento superficial dos boxes de estacionamento das aeronaves.

RESULTADOS

A seguir serão apresentadas as seguintes tabelas-resumo:

- A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos nas campanhas realizadas no aeroporto de Uberlândia. As campanhas de abril e junho de 2014 foram realizadas com chuvas simuladas de 15 minutos, enquanto que os resultados de fevereiro e março de 2015 ocorreram durante os primeiros 15 minutos de chuva natural.
- A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nas campanhas no Aeroporto Carlos Prates para os quatro pontos de coleta. Todas as campanhas foram realizadas com coleta da água escoada durante os primeiros 15 minutos de chuva natural.
- A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos chuvas simuladas no Aeroporto da Pampulha em cada um dos pátios, também durante 15 minutos de escoamento superficial.
- A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos na campanha de monitoramento no Aeroporto de Montes Claros, com coleta da água escoada durante os primeiros 15 minutos de chuva natural.

Em todas as tabelas, LQ significa o limite de quantificação do método e os valores apresentados estão em mg/L para todas as variáveis, exceto sólidos sedimentáveis (ml/L.h), temperatura (°C) e pH (adimensional).

Tabela 1: Resultados obtidos nas campanhas de amostragem da água de escoamento superficial do pátio de aeronaves realizadas no Aeroporto de Uberlândia-MG.

VARIÁVEL	RESULTADOS POR CAMPANHA*				LEGISLAÇÃO
	Abril/14	Junho/14	Fevereiro/15	Março/15	RES. CONAMA 430/11
DBO	18	6,8	< LQ	< LQ	---
DQO	45	22	8	< LQ	---
pH (a 25°C)	7,04	7,60	7,45	7,15	5 a 9
Temperatura	19,4	21,0	24,3	23,7	40
Sólidos Suspensos Totais	77	19	< LQ	< LQ	---
Sólidos Suspensos Voláteis	77	19	< LQ	< LQ	---
Sólidos Sedimentáveis	0,5	< LQ	< LQ	< LQ	1
Surfactantes (como LAS)	0,30	0,50	< LQ	< LQ	---
Benzeno	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,2
Tolueno	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,2
Etilbenzeno	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,84
Xilenos	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,6
Alumínio	4,5	3,66	0,239	0,532	---
Cobalto	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	---
Chumbo	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,5
Nitrogênio Total	0,88	1,14	0,72	1,60	---
Nitrogênio Total Kjeldahl	0,88	1,02	0,72	1,48	---
Nitrato (com o N)	< LQ	0,1	< LQ	0,12	---
Nitrito (com o N)	< LQ	0,02	< LQ	< LQ	---
Amônia (como NH ₃)	< LQ	0,16	< LQ	< LQ	---
Fósforo Total	514	240	81,9	< LQ	---
Ferro Dissolvido	0,301	0,209	< LQ	0,214	15
Manganês	0,063	0,0631	< LQ	< LQ	---
Zinco	0,331	0,333	0,119	0,111	5
Índice de Fenóis	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,5
Sulfato	3,3	3,3	0,74	0,87	---
Sulfeto	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1
Óleos e Graxas Minerais	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	20
O&G vegetais e animais	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	50

*valores em mg/L para todas as variáveis, exceto sólidos sedimentáveis (ml/L.h), temperatura (°C) e pH (-).

LQ = limite de quantificação do método

Tabela 2: Resultados obtidos nas campanhas de amostragem da água de escoamento superficial do pátio de aeronaves realizadas no Aeroporto de Carlos Prates, Belo Horizonte - MG.

VARIÁVEL	RESULTADOS POR CAMPANHA				LEGISLAÇÃO
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	RES. CONAMA 430/11
DBO	< LQ	< LQ	< LQ	2,5	---
DQO	< 10	16	13	< LQ	---
pH (a 25°C)	7,41	8,22	7,59	7,56	5 a 9
Sólidos Suspensos Totais	39	150	102	142	---
Sólidos Sedimentáveis	0,4	0,3	0,7	0,5	1
Surfactantes (como LAS)	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	---
Benzeno	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,2
Tolueno	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,2
Etilbenzeno	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,84
Xilenos	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,6
Alumínio	22,05	74,09	56,79	32,30	---
Cobalto	0,01	0,012	0,012	0,011	---
Chumbo	0,034	0,107	0,03	0,03	0,5
Nitrogênio amoniacal	0,07	0,06	0,10	0,15	---
Ferro Dissolvido	0,03	0,06	0,07	0,09	15,0
Zinco	0,04	0,10	0,10	0,05	5,0
Índice de Fenóis	0,001	0,002	0,002	0,001	0,5
Sulfato	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	---
Sulfeto	0,009	0,008	< LQ	< LQ	1,0
Óleos e Graxas Minerais	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	20
O&G vegetais e animais	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	50

Tabela 3: Resultados obtidos nas campanhas de amostragem da água de escoamento superficial do pátio de aeronaves realizadas no Aeroporto da Pampulha, Belo Horizonte - MG.

VARIÁVEL	RESULTADOS POR CAMPANHA		LEGISLAÇÃO
	Pátio norte	Pátio sul	RES. CONAMA 430/11
DBO	16	28	---
DQO	30	72	---
pH (a 25°C)	7,8	7,6	5 a 9
Temperatura	29,7	29,8	40
Sólidos Suspensos Totais	16	14	---
Sólidos Suspensos Voláteis	15	13,7	---
Sólidos Sedimentáveis	0,3	0,2	1
Surfactantes (como LAS)	< LQ	1	---
Benzeno	< LQ	< LQ	1,2
Tolueno	< LQ	< LQ	1,2
Etilbenzeno	< LQ	< LQ	0,84
Xilenos	< LQ	< LQ	1,6
Fósforo Total	< LQ	0,2	---
Óleos e Graxas Minerais	< LQ	< LQ	20
O&G vegetais e animais	< LQ	< LQ	50

Tabela 4: Resultados obtidos na campanhas de amostragem da água de escoamento superficial realizada no Aeroporto de Montes Claros - MG.

VARIÁVEL	RESULTADOS	LEGISLAÇÃO
		RES. CONAMA 430/11
pH (a 25°C)	8,8	5 a 9
Sólidos Suspensos Totais	72	1
Sólidos Dissolvidos Totais	116	---
Sólidos Sedimentáveis	1,3	---
Surfactantes (como LAS)	0,88	---
Benzeno	< LQ	1,2
Tolueno	< LQ	1,2
Etilbenzeno	< LQ	0,84
Xilenos	< LQ	1,6
Arsênio	< LQ	0,5
Bário	< LQ	5,0
Boro	0,8	5,0
Cádmio	< LQ	0,2
Cobre Dissolvido	< LQ	1,0
Cromo Hexavalente	0,10	0,1
Cromo Trivalente	< LQ	1,0
Chumbo	0,01	0,5
Estanho	< LQ	4,0
Fluoreto	0,3	10,0
Cianeto livre	< LQ	0,2
Mercurio	< LQ	0,01
Níquel	0,34	2,0
Prata	< LQ	0,1
Selênio	< LQ	0,30
Nitrogênio amoniacal	< LQ	---
Manganês Dissolvido	0,33	1,0
Zinco	< LQ	5,0
Sulfeto	< LQ	1,0
Óleos e Graxas Minerais	< LQ	20
O&G vegetais e animais	< LQ	50

Observou-se que todos os parâmetros analisados estão em conformidade com os limites permitidos pela legislação federal para lançamentos de efluentes (tratada aqui apenas como referência). De forma geral, a qualidade da água de chuva natural parece ser ainda melhor que a qualidade da água dos testes simulados. Os resultados não apontaram concentrações significativas dos constituintes que ultrapassem os limites da legislação para lançamento de efluentes.

Considerando todos os resultados até agora obtidos, aparentemente não há contaminação significativa da água de escoamento superficial em pátios de aeronaves. Como consequência, há baixo potencial de contaminação de corpos d'água receptores. Em todos os resultados as concentrações obtidas ficaram abaixo dos limites estabelecidos pela legislação federal para lançamento em corpo d'água receptor e até mesmo abaixo do limite de quantificação dos métodos analíticos.

Em alguns ensaios foram observadas concentrações um pouco elevadas de sólidos e alguns metais. A presença mais expressiva do elemento alumínio nos resultados das amostras no Aeroporto Carlos Prates (média dos

resultados da amostragem em 4 pontos, composta em cada ponto, de 46 mg/L, desvio padrão 23 mg/L) muito provavelmente ocorreu devido às características do solo da região (argissolos e latossolos), que são ácidos a muito ácidos com saturação de bases baixa e teor de alumínio trocável frequentemente alto (CONSOMINAS, 2014). Suas altas concentrações sugerem que depósitos de solo podem ter ocorrido ao longo da malha de drenagem e o alumínio carregado pela água, já que as coletas ocorreram nas primeiras chuvas. A presença de fragmentos de solo pode fornecer explicação semelhante aos maiores teores de sólidos nas análises do aeroporto Carlos Prates (média 111 mg/L) e Montes Claros (72 mg/L).

Calijuri *et al.* (2010) analisaram metais oriundos do escoamento superficial de um das bacias de contribuição do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Aeroporto de Confins) com área de drenagem de 2,6 Km², incluindo áreas vegetadas e pavimentadas (pátios e pista). Os autores relatam concentrações de 0,03 a 0,08 mg/L do metal zinco; 0,32 a 0,33 mg/L do metal chumbo; 0,18 mg/L do metal cobre e 0,09 a 0,18 mg/L do metal cádmio. No início de um dos eventos chuvosos, os autores chegaram a observar concentrações de zinco de 0,55 mg/L (maior que o maior valor encontrado nos aeroportos desta pesquisa, de 0,33 mg/L no Aeroporto de Uberlândia), mas esses valores ainda são menores que os registrados por Gnecco *et al.* (2008), de 9,3 a 14,7 mg/L, para amostras coletadas durante evento de severa precipitação no Aeroporto de Genoa, na Itália.

A presença de boro e surfactantes nas análises (registros no Aeroporto de Montes Claros) pode estar relacionada às atividades de lavagem e higienização de pátios e áreas internas do aeroporto, uma vez que as principais fontes destes contaminantes são materiais detergentes. O boro também é um elemento encontrado em fertilizantes agrícolas. No entanto, o uso destes produtos em empreendimentos aeroportuários é bastante improvável, uma vez que a manutenção das áreas verdes consiste, em geral, de atividades de podas de indivíduos arbóreos, a fim de evitar a atração de aves para o local.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Tomando por base os estudos de caso realizados em aeroportos de pequeno porte, espera-se que este trabalho seja útil como registro da qualidade da água após escoamento em locais de movimentação de aeronaves, tais como pátio e pista.

Com base nos resultados apresentados, é razoável o questionamento sobre a necessidade de implantação de estruturas específicas para controle ou tratamento das águas pluviais geradas durante o escoamento superficial nos pátios de aeroportos, uma vez que não existem indícios de contaminação de qualquer natureza, sustentados pela regularidade das análises físicas e químicas realizadas. Importante ressaltar que todas as análises foram realizadas na situação mais crítica, na qual a parcela amostrada carregava a maior quantidade possível de poluente (nos primeiros minutos da chuva). Após isso, a água escoada estaria ainda mais diluída em termos de eventuais contaminantes. Os parâmetros avaliados no presente estudo apresentaram valores aceitáveis, se comparados com os limites definidos em legislação para o lançamento de efluentes em corpos d'água. Além disso, não foram detectados os parâmetros óleos e graxas em nenhum dos ensaios (todos abaixo do limite de detecção do método), o que sugere que o pátio de aeronaves não constitui uma fonte de contaminação também quanto a essas substâncias. Há também a hipótese de que apenas emulsões são formadas, em baixíssimas concentrações.

É importante ressaltar que as todas as análises foram realizadas em aeroportos onde já são previstos procedimentos contingenciais quando da ocorrência de vazamentos de óleos/graxas e combustíveis no pátio. Nesses casos são utilizadas mantas, turfas ou outros materiais de elevada absorção, para recolhimento do material e posterior tratamento e disposição adequada como resíduo sólido contaminado. Os resultados deste trabalho indicam que tais técnicas de contenção e controle são efetivas, possivelmente dispensando o tratamento do efluente resultante do escoamento superficial (visto que, em função das grandes áreas de pátio e pista comumente encontradas nos aeroportos, as estruturas de tratamento seriam imensas e muito onerosas). Nesse sentido, como medida de controle ambiental, esforços e recursos podem ser dispensados no intuito de aumentar cada vez mais a eficiência e eficácia dos métodos contingenciais.

Os resultados aqui apresentados fazem parte de estudos de caso em aeroportos de pequeno porte. Para que conclusões mais assertivas e mais generalizadas sejam possíveis, recomenda-se que futuras pesquisas contemplem análises mais frequentes e de longo período, incluindo também aeroportos de maior porte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CALIJURI, M. L.; SANTIAGO, A. F.; MOREIRA NETO, R. F.; CARVALHO, I. C. Evaluation of the Ability of a Natural Wetland to Remove Heavy Metals Generated by Runways and Other Paved Areas from an Airport Complex in Brazil. *Water, Air, and Soil Pollution*, p. 219, 319–327, 2010.
2. CONSOMINAS ENGENHARIA LTDA. 2014. Estudo de Impacto Ambiental do Aeroporto Carlos Prates. Belo Horizonte – MG.
3. GNECCO, I., SANSALONE, J. J., LANZA, L. G. Speciation of zinc and copper in stormwater pavement runoff from airside and landside aviation land uses. *Water, Air, and Soil Pollution*, p. 192, 321–336, 2008.
4. INFRAERO - EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. 2014. Diretoria de Operações. Arquivo interno.