

VI-012 - DIAGNOSTICO E TRATAMENTO VIAVEIS DE COMPOSTOS TOXICOS GERADOS NOS LABORATORIOS E NO HOSPITAL VETERINARIO DA UFLA

Waina Bella de Castro Junqueira⁽¹⁾

Arquiteta pela Universidade Gama Filho. Especialização em gestão ambiental em municípios pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Mestre em Ciência da arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Doutoranda em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Cláudio Milton Montenegro Campos

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutor em Environmental Engineering - University of Newcastle Upon Tyne. Professor Associado III, Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Zuy Maria Magriots

Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ. Doutora em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ e Institut de Researches sur la Catalyse IRC/CNRS (Lyon/França). Professora Adjunta IV e Diretora de Meio Ambiente da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Felipe Moreira Pinto

Químico e mestre em Agroquímica pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutorando pela Universidade Estadual de Campinas.

Maria José Ferreira Berti

Engenheira Sanitária pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Estadual de Mato Grosso. Doutoranda em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR).

Endereço⁽¹⁾: Rua José Augusto Amaral, 314- Bairro Centenário - Lavras - MG - CEP: 372000-000 - Brasil - Tel: +55 (35) 91505161 - e-mail: waina.junqueira@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo traça um diagnóstico e propõe alguns tipos de tratamento viáveis de vários produtos tóxicos gerados tanto em laboratórios como no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Dos compostos relacionados, em torno de 40% eram lançados diretamente na rede de esgoto e encaminhado para tanques sépticos. Atualmente, os referidos produtos, estão sendo coletados e tratados no Laboratório de Resíduos do Departamento de Química da UFLA (DQI) e, dentro de dez meses, 100% de todos os compostos tóxicos e potencialmente tóxicos gerados serão coletados e sofrerão destino adequado. Muitos deles possuem princípios ativos capazes de causar toxicidade, e dependendo da concentração final podem ter efeitos bactericidas ou bacteriostáticos sobre a biota da estação de tratamento de esgoto da UFLA, além de poderem causar danos ambientais e riscos à saúde pública. Nem sempre podem ser reciclados tendo de passar muitas vezes por processos oxidativos avançados (POA). Portanto é de suma importância desenvolver, em função das rotinas diárias, protocolos e normas internas, para se descartar os referidos produtos, permitindo que a gestão correta possa ser seguida de acordo com a legislação vigente, possibilitando assim o tratamento biológico apenas de compostos biodegradáveis no sistema de tratamento da UFLA.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico, Gestão, Produtos tóxicos, Efluentes, Biodegradabilidade.

INTRODUÇÃO

A problemática que envolve produtos tóxicos, sua geração, descarte e destinação final, torna-se um desafio a ser enfrentado e saneado, especialmente os compostos aos hospitalares, uma vez que estes poluentes trazem no seu bojo potenciais causas de poluição das águas, dos solos e ainda doenças de veiculação hídrica.

Cabe ressaltar que os tratamentos biológicos de efluentes líquidos, na maioria dos casos, são incapazes de degradar compostos normalmente empregados em procedimentos hospitalares e/ou laboratoriais, como por exemplo, produtos infectantes, desinfetantes e até mesmo conservantes como formol, fenol, xilol e ainda produtos oxidantes a base de cloro e outros compostos de elevado potencial de oxidação.

É recorrente a busca de novas tecnologias na degradação da maioria dos contaminantes para torná-los inertes. Como alternativa, os processos oxidativos avançados (POA) são considerados de elevada eficácia na eliminação da toxicidade de compostos poluentes recalcitrantes ou refratários, ou seja, não biodegradáveis por sistemas biológicos.

Dentro desta ótica foi realizado um levantamento dos compostos utilizados objetivando traçar um diagnóstico de vários produtos tóxicos gerados tanto em laboratórios como no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e mostrar as diversas soluções para tratamento e as metodologias de tratabilidade capazes de sanear os efeitos prejudiciais dos mesmos, evitando assim comprometer a eficiência do sistema de tratamento biológico da ETE/UFLA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Departamento de Medicina e Veterinária (DMV) da UFLA durante o primeiro semestre do ano de 2010. A metodologia baseou-se na identificação das fontes geradoras de compostos utilizados em 8 (oito) dos 12(doze) laboratórios existentes e no hospital.

Questionários, planilhas e visitas foram formulados para obtenção das informações, e análise dos dados levantados. Os questionários foram respondidos pelos representantes e/ou responsáveis técnicos de cada unidade, e que possuíam conhecimento da área pesquisada, com o propósito de viabilizar os resultados. As planilhas foram empregadas na tabulação dos dados resultantes da análise. As visitas foram de fundamental importância, não apenas para percepção da realidade no local, mas ainda para que as propostas fossem mais efetivas e subsidiassem mais concretamente as ações futuras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho procurou-se relacionar os problemas relativos à questão dos compostos, levando em consideração o controle e monitoramento de todo o processo de geração, manipulação, segregação e descarte. Pereira (2010) adverte que as instituições de ensino e pesquisa, tanto trabalham, como geram grande diversidade de materiais residuais dentre os quais estão os produtos químicos cuja maioria, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, é considerada perigosa.

De acordo com a tabela 1, que representa 70% dos questionários respondidos por representantes dos laboratórios e do hospital do DMV / UFLA, dos 1.631,44 litros de compostos descartados mensalmente, aproximadamente 40%, ou seja, 648 litros, na sua maioria produtos considerados tóxicos, são lançados diretamente na rede de esgoto. Todavia, dentro de dez meses, 100% de todos os compostos tóxicos e potencialmente tóxicos gerados no referido departamento serão coletados e sofrerão destino adequado.

Tabela 1 - Compostos químicos (laboratórios e hospital) – DMV / UFLA

Resíduos gerados	Volume gerado (L)	Descartados na rede esgoto(L)	Recolhidos (L)
Ácido acético (2%)	0,20	0,20	-
Brometo de Etídio (1%)	0,04	-	0,04
Citrato de sódio (2,9%)	0,40	0,40	-
Detergente neutro comum	10,40	10,4	-
Detergentes ácidos e alcalinos	2,60	2,60	-
Dimetil sulfóxido (2,3%)	0,40	0,40	-
Etanol	0,40	0,40	-
Etanol (2,3%)	0,40	0,40	-
Etanol (2,8%)	0,40	0,40	-
Etanol (3,6%)	0,40	0,40	-
Fenol estabilizado	0,20	-	0,20
Formaldeído (10%)	0,40	0,40	-
Formaldeído (30%)	0,40	0,40	-
Formol (8%)	2,00	2,00	-
Formol (10%)	128,40	8,40	120,00
Formol (3%) / etanol (2%)	500,00	-	500
Glicerol (2,8%)	0,40	0,40	-
Glutaraldeído	320,00	-	320,00
Hipoclorito de sódio	2,40	2,40	-
Hipoclorito de sódio (0,5%)	40,00	40,00	-
Hipoclorito de sódio (1%)	40,00	40,00	-
Hipoclorito de sódio (2%)	1,20	1,20	-
Hipoclorito de sódio (10%)	8,80	8,80	-
Iodo PVPI degermante (1%)	16,00	-	16,00
Material biológico (sangue,	423,60	423,60	-
Meios de cultura de células	20,80	20,80	-
Metanol (1%)	0,40	0,40	-
Propanol (1,8%)	0,40	0,40	-
Resíduos fármacos *	3,20	-	3,20
Sacarose (5,13%)	0,40	0,40	-
Tampões/reagentes**	82,40	82,40	-
Uréia (3,6%)	0,40	0,40	-
Xilol	24,00	-	24,00
TOTAL (quantitativo mensal)	1.631,44	648,00	983,44

* dipirona, morfina, acepromazina, xilazina, álcool ** cultura de células e biologia molecular diversos

O presente estudo propõe, em função das rotinas diárias de funcionamento, protocolos e/ou normas internas para descarte de resíduos, os quais, sob qualquer hipótese, não poderão ser descartados em pias ou ralos, mas em bombonas individuais, contendo em seu rótulo os reagentes envolvidos. O protocolo especifica ainda a coleta semanal das bombonas pelo Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos, onde se dará, conforme cada tipo de composto, tratamento, reciclagem, ou mesmo descarte apropriado, de acordo com a legislação vigente, uma vez que os compostos lançados na rede coletora de esgotos poderão acarretar prejuízos à eficiência da ETE/UFLA, além de danos ambientais.

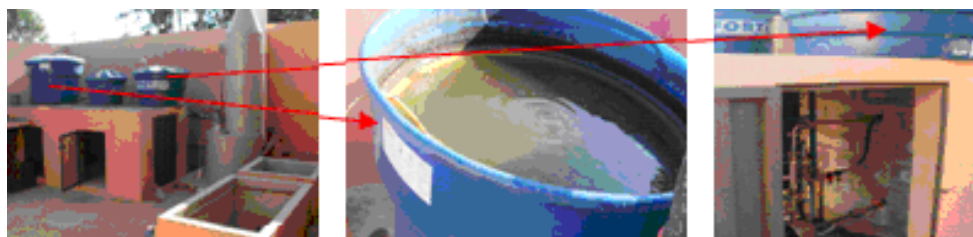
De acordo com Penatti (2009) e dados fornecidos pela IBILCE/UNESP/ CISQ (2004), alguns destes compostos podem provocar riscos à saúde humana e ao meio ambiente, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Produtos químicos utilizados em laboratórios e sua relação de riscos

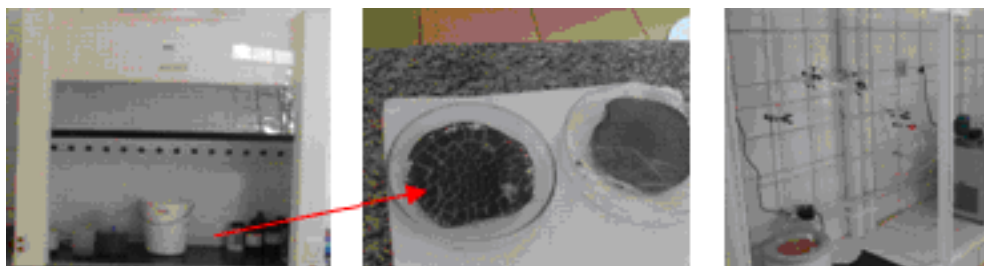
Produto	Riscos a Saúde Humana	Riscos ao Meio Ambiente
Ácido Acético CH_3COOH	Em contato com a pele e olhos pode provocar queimaduras. Ingerido pode ser fatal. Inalado pode causar danos no pulmão e dentes.	O líquido e o vapor são inflamáveis. Corrosivo. Tóxico à vida aquática.
Brometo de Etídio $\text{C}_{21}\text{H}_2\text{OBrN}_3$	Danoso se for engolido ou absorvido pela pele, causando irritação (pele, olhos e trato respiratório).	Toxicidade ambiental: Não há registro.
Etanol ou álcool etílico $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Causa irritação no trato respiratório e digestivo. Pode causar depressão no sistema nervoso central e problemas no fígado, rim e coração, defeitos de nascimento e câncer.	Inflamáveis e explosivos (altas temperaturas). Na atmosfera, se fotodegrada em horas (poluição atmosférica urbana). Perigoso à vida aquática
Fenol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	Pode ser fatal se ingerido, inalado ou absorvido pela pele. Causa queimaduras. Afeta o sistema nervoso central, fígado e rim.	Corrosivo. Tóxico para a vida aquática. Aquecido, libera vapores inflamáveis que formam misturas explosivas.
Formaldeído ou Formol HCHO e CH_3OH em água	Pode causar em alta dosagem ou exposição prolongada, dermatite, irritação bronquiônica, conjuntivite e ingerido, câncer, cegueira ou ser fatal.	Produce vapores tóxicos. Liberado no solo atinge o subsolo. É muito tóxico à vida aquática.
Glutaraldeído $\text{OCH}(\text{CH}_2)_3\text{CHO}$ em água	Prejudicial se ingerido, inalado ou absorvido pela pele.	Corrosivo.
Iodo I_2	Pode ser fatal se ingerido ou inalado. Afeta os sistemas nervosos cardiovasculares e centrais. Os vapores causam irritação na pele, olhos e área respiratória.	Corrosivo. Em contato com outro material pode causar fogo.
Metanol ou álcool metílico CH_3OH	Rapidamente absorvido, causa confusões, tonturas, náuseas. Tóxico moderado se inalado. Se ingerido causa cegueira. Pode ser fatal	Líquido e vapor inflamáveis. É tóxico à vida aquática.
Uréia $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	Aspirado ou inalado, causa irritação à pele, olhos e trato respiratório.	Toxicidade ambiental não há registro.
Xilol $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	Danoso ou fatal se for ingerido. Afeta o sistema nervoso central. Causa severas irritações na pele, olhos e trato respiratório.	É tóxico para a vida aquática. A dose letal para peixes é entre 10 e 100 mgL^{-1} .

Com respeito aos compostos citados é importante o uso de novas tecnologias na degradação dos mesmos, a fim de que sejam minorados os impactos negativos por eles causados. De acordo com Pinto et al. (2010), o Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos da Universidade Federal de Lavras (UFLA) trata, por meio de seus laboratórios de resíduos, vários resíduos orgânicos utilizando-se dos POA, como por exemplo, o processo FENTON homogêneo e por meio de ozonizador (Figuras 1). Como vantagem, possibilita o tratamento por batelada de até 1000 litros, de grandes quantidades de compostos. Entretanto, nem todos os resíduos podem ou devem ser tratados via POA, pois muitos podem ser recuperados e até mesmo reutilizados (Figuras 2). Os processos de recuperação de metais, neutralização e destilação são alguns exemplos a serem citados, e ainda estão sendo aprimorados na própria instituição.

Dos compostos contidos na tabela 1, o ácido acético, fenol estabilizado, formaldeído, formol, glicerol, glutaraldeído, citrato de sódio, sacarose e a uréia, dependendo da concentração, podem ser tratados pelo POA. O brometo de etídio, considerado muito tóxico, não se tem ainda tratamento desenvolvido. O hipoclorito de sódio, iodo, e as soluções tampão, alguns reagentes, podem ser tratados por meio da neutralização. Já o etanol, metanol, propanol e xilol são recuperados via destilação. Os demais não recebem tratamento por se tratar de material biológico, ou por se tratar de fármacos complexos.



Figuras 1 – POA FENTON / POA Ozonólise



Figuras 2 – Recuperação de metais / Sistema de destilação

Confirmando a viabilidade e a importância do uso das novas tecnologias no tratamento de alguns compostos, o Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos/UFLA, no tratamento de 730L de compostos químicos orgânicos originados de diversas fontes, utilizando um POA homogêneo (peróxido de hidrogênio e Fe^{2+} como catalisador) possibilitou que outros componentes ácidos e básicos fossem utilizados na neutralização da acidez do referido composto. Além do POA se mostrar eficiente e de fácil aplicação, como resultado teve-se a integração de dois tratamentos distintos, economizando reagentes e diminuindo o impacto ambiental (PEREIRA, et al. 2010).

A utilização e o desenvolvimento de novas tecnologias para tratar, reciclar e/ou neutralizar compostos potencialmente tóxicos, é de fundamental importância para o tratamento de produtos bactericidas e bacteriostáticos, que poderão causar danos às estações biológicas de tratamento, sendo os POA uma forte tendência no tratamento de compostos químicos, principalmente daqueles que podem ser recuperados para sua posterior reutilização.

De acordo com Ilha (2004), normalmente, os poluentes que não são adequados aos tratamentos biológicos apresentam uma alta estabilidade química, o que dificulta a sua completa mineralização necessitando de processos mais efetivos que os oferecidos pelos métodos convencionais de tratamento.

Em síntese, um estudo realizado entre os meses de março e junho de 2010, pela unidade de resíduos químicos do DQI/UFLA, mostrou que os compostos químicos oriundos dos mais diversos laboratórios, quase que em sua totalidade vem sendo coletados, segregados, tratados e descartados de maneira correta no meio ambiente (PINTO et al., 2010).

CONCLUSÕES

Um programa de gerenciamento de compostos laboratoriais e hospitalar deverá ser implantado, de modo integrado e contínuo, seguindo os critérios aqui expostos e em acordo com as normativas vigentes. O referido programa deverá ser incorporado à política de gestão ambiental da instituição. Ainda, deverá ser implantado um banco de dados uniformizado, constando das rotinas de trabalho tanto dos laboratórios como do hospital, o qual possa ser avaliado com periodicidade e ajustado de acordo com as atualizações legais e tecnológicas.

Cabe ressaltar que se faz essencial que o programa descreva e aponte ações relativas ao manejo de compostos químicos e biológicos, constando de suas características e riscos, e contemple os aspectos referentes à geração, classificação, segregação, quantificação, minimização, tratamento prévio, acondicionamento, armazenamento temporário e armazenamento final. O referido procedimento deverá ser estendido a todas as unidades laboratoriais para que a questão ambiental permeie todas as atividades da universidade.

É importante a inclusão de novas tecnologias como alternativa para a remediação de efluentes, dentre estas os Processos Oxidativos Avançados (POA), que, como foi aqui demonstrado, inclusive de forma quantitativa, se mostram eficazes no tratamento e controle da poluição. E, fundamental a participação de todos: docentes, discentes e comunidade acadêmica, inclusive técnicos administrativos e mão-de-obra terceirizada.

O presente estudo promoverá caso implantado adequadamente, uma série de mudanças, não só institucional, mas ainda comportamental, permitindo um maior comprometimento de todos os envolvidos, já que o gerador pode ser considerado como um co-responsável pelo correto tratamento e descarte de seus compostos poluentes.

AGRADECIMENTOS

A equipe agradece ao CNPq e a FAPEMIG pelas bolsas concedidas, e ainda ao Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos da UFLA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBILCE-UNESP – CISQ. Informações de segurança sobre produtos químicos. São José do Rio Preto SP, setembro de 2004. Disponível em: <http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/produtos/msds.html> Acesso em: 24/08/2011.
2. ILHA, C. E. G. Degradação de corantes e pigmentos: Utilização de processos oxidativos avançados para a degradação de quatro pigmentos monozóicos. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.
3. PENATTI, F. E. Gerenciamento de resíduos como instrumento de gestão ambiental em laboratórios de análises e pesquisa da área química. 2009.232f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Campus de Rio Claro, Rio Claro, SP, 2009.
4. PEREIRA et al. Estudo da avaliação de um possível adsorvente natural para o tratamento de efluentes contendo corantes catiônicos. XXIV ENCONTRO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Viçosa-MG, 2010.
5. PEREIRA R. A. Tratamento e recuperação de resíduos provenientes do programa de gerenciamento de resíduos químicos. Monografia (Obtenção do título de Licenciatura em Química). UFLA, 2010.
6. PINTO, F. M. et al. Implementação do programa de gerenciamento de resíduos químicos da UFLA. Balanço primeiro semestre de 2010. XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 2010.