



IDENTIFICAÇÃO DA PRESENÇA DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS GERADORAS DE DIOXINAS EM RESÍDUOS LABORATORIAIS

Jéssica Rodrigues Silveira¹ e Sandra Regina Longhin²

¹Tecnóloga em Química Agroindustrial

²Professora Doutora do Instituto Federal de Goiás (campus Goiânia)/Pontifícia Universidade Católica de Goiás (srls@pucgoias.edu.br), C.P. 86, CEP: 74605-010, Goiânia – GO, Brasil

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

A dificuldade de se tratar e/ou dispor adequadamente os resíduos químicos (RQ) gerados nos laboratórios de IES é devido a sua composição diversificada e baixo volume gerado nas atividades de ensino e pesquisa. A identificação incorreta nos rótulos dos frascos de RQ inviabiliza o gerenciamento levando ao seu armazenamento como passivo. Uma forma de disposição final deste passivo é a incineração, processo que possibilita a formação de dioxinas e seus derivados halogenados. As dioxinas são altamente tóxicas, bioacumulativas e causam danos à saúde humana e ao ambiente. O objetivo deste trabalho foi identificar a presença de substâncias químicas precursoras na formação de dioxinas em RQ laboratoriais sem identificação, pois o destino dos RQ que não contêm compostos aromáticos e cloro pode ser a incineração, em caso contrário, devem ser submetidas a análises específicas que possibilitem a identificação da substância química aromática ou clorada presente para posterior definição da destinação correta. O descarte e/ou tratamento inadequado pode levar a formação de substâncias tóxicas e carcinogênicas. A metodologia adotada foi à pesquisa qualitativa para a identificação da presença de cloro e hidrocarbonetos aromáticos nos RQ. Os resultados obtidos indicaram a inviabilidade da incineração para alguns RQ estudados e possibilitaram a construção de um procedimento operacional padrão (POP) para a caracterização dos RQ orgânicos. O gerenciamento de resíduos de laboratório químico requer do gerador a correta identificação dos mesmos para um tratamento e/ou disposição final segura.

PALAVRAS-CHAVE: Dioxinas, incineração, gerenciamento de resíduos, resíduos químicos.

IDENTIFICATION OF THE PRESENCE OF CHEMICALS THAT GENERATE DIOXINS IN LABORATORY WASTE

ABSTRACT

The difficulty in treating and/or properly dispose chemical waste (CW) generated in the laboratories of University is due to its diverse composition and low volume generated in educational and research activities. The misidentification vial labels CW prevents management leading to its storage as a liability. The disposition of this CW is incineration, a process that allows the formation of dioxins and their halogenated compounds. Dioxins are highly toxic, bioaccumulative and human and environment hazard. This study was to identify precursor chemicals in the formation of dioxins in laboratory CW unmarked because the fate of CW that do not contain aromatic

compounds and chlorine can be incineration , otherwise , should undergo specific tests that allow the identification of aromatic or chlorinated chemical present to further define the correct destination. Disposal and/or inadequate treatment can lead to the formation of toxic and carcinogenic substances. The methodology was qualitative, to identify chlorine and aromatic hydrocarbons in CW. The results indicated the unfeasibility of incineration for some CW studied and allowed the construction of a standardization process for the characterization of organic CW. The management of CW requires the correct identification of the generator for the treatment and/or safe disposal.

KEYWORDS: laboratory waste, waste management, incineration, dioxin.

INTRODUÇÃO

As questões ambientais ganharam grande destaque nas últimas décadas pelo efeito na degradação ambiental e poluição ocasionada pelo progresso industrial e pela urbanização. Estes processos de desenvolvimento não podem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas necessidades mínimas para sobrevivência, logo, o chamado desenvolvimento sustentável necessita ser visto como uma prioridade nos dias atuais. A química produz desenvolvimento científico e tecnológico além de promover uma melhor qualidade de vida da população, porém deve estar atenta aos resíduos gerados nestes processos, minimizando os problemas ambientais e ocupacionais que possam ser gerados.

Uma nova conduta criada na área de química, a química verde ou química sustentável, consiste no desenvolvimento e na implementação de produtos e processos químicos que reduzam ou ainda eliminem o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e do ambiente como um todo.

No código de conduta da American Chemical Society (ACS, 2012), os profissionais da área de química devem ser responsáveis profissionalmente e servir ao interesse público e ao bem estar dos indivíduos utilizando para isso os seus conhecimentos científicos, devem também antecipar os impactos ambientais e ocupacionais gerados em seu ambiente de trabalho, protegendo assim o meio ambiente (WARE, 2001). Tal código mostra a preocupação das instituições científicas quanto à adoção dos princípios do desenvolvimento sustentável como forma de trabalho.

Os resíduos gerados na síntese das diversas substâncias químicas tanto em laboratórios de ensino e pesquisa das Instituições de Ensino Superior (IES) quanto em indústrias, podem causar sérios problemas à saúde humana e ao ambiente quando não gerenciados adequadamente desde a sua produção até a disposição final. As características físico-químicas destas substâncias como reatividade química, estabilidade, volatilidade, solubilidade entre outras podem promover danos ocupacionais, poluição ambiental, contaminação de recursos naturais (como águas superficiais e subterrâneas, ar e solo), contaminação de alimentos ou ainda a geração de resíduos perigosos.

A grande dificuldade de se tratar e/ou dispor adequadamente os resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa das IES brasileiras é o fato de que normalmente sua composição é diversificada e seu baixo volume (PEIXOTO, 2009; SILVEIRA & LONGHIN, 2013).

Os resíduos sem identificação inviabilizam a prática de gerenciamento, ocasionando seu armazenamento no estoque de passivos ou a necessidade de análises químicas para sua caracterização (JARDIM, 1998) e os resíduos orgânicos gerados em aulas experimentais e atividades de pesquisa são de difícil tratamento

devido a sua periculosidade, toxicidade e diversidade. Muitas vezes a incineração acaba por torna-se o destino dado aos resíduos identificados e com as propriedades químicas definidas.

Os compostos orgânicos liberados no meio ambiente compreendem espécies de grande diversidade de moléculas e grupos funcionais. A natureza dos grupos funcionais determina a reatividade química e a aplicabilidade destes compostos. As substâncias tóxicas persistentes (STP) abrangem os poluentes orgânicos persistentes (POP), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH) e outras substâncias persistentes e tóxicas (ALMEIDA et al. 2007).

A Convenção de Estocolmo sobre os POP foi promulgada pelo Decreto Executivo nº 5.472, de 20 de junho de 2005. Essa convenção visa evitar a produção, utilização e as emissões de POP, eliminando o uso de compostos químicos semelhantes aos mesmos e garantir a disposição adequada de resíduos (BRASIL, 2005).

Os POP compreendem 12 compostos químicos organoclorados: dioxinas, furanos, bifenilas policloradas ($C_{12}H_{10-n}Cl_n$, sendo que $1 \leq n \leq 10$) e nove pesticidas, aldrin ($C_{12}H_8Cl_6$), endrin ($C_{12}H_8Cl_6O$), dieldrin ($C_{12}H_8Cl_6O$), clordano ($C_{10}H_6Cl_8$), heptacloro ($C_{10}H_5Cl_7$), mirex ($C_{10}Cl_{12}$), DDT ($C_{14}H_9Cl_5$), hexaclorobenzeno (C_6Cl_6) e toxafeno ($C_{10}H_{10}Cl_8$) (SPIRO & STIGLIANI, 2009).

O termo dioxina é empregado para classificar uma família de compostos aromáticos, planares, tricíclicos, com função éter constituída por dois grupos de compostos: dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) e dibenzofuranos policlorados (PCDF) (ASSUNÇÃO & PESQUERO, 1999; CABRITA et al. 2003). A estrutura das dibenzo-p-dioxinas é formada por dois anéis de benzeno ligados por dois átomos de oxigênio e dos dibenzofuranos, dois anéis benzênicos fundidos por um anel furano.

Entre os átomos de hidrogênio, qualquer um dos oito das PCDD e PCDF pode ser substituído por cloro, dando origem aos seus congêneres. Essas duas famílias de substâncias englobam um total de 210 compostos diferentes, 135 furanos e 75 dioxinas (ASSUNÇÃO & PESQUERO, 1999) genericamente representados como mostra a Figura 1.

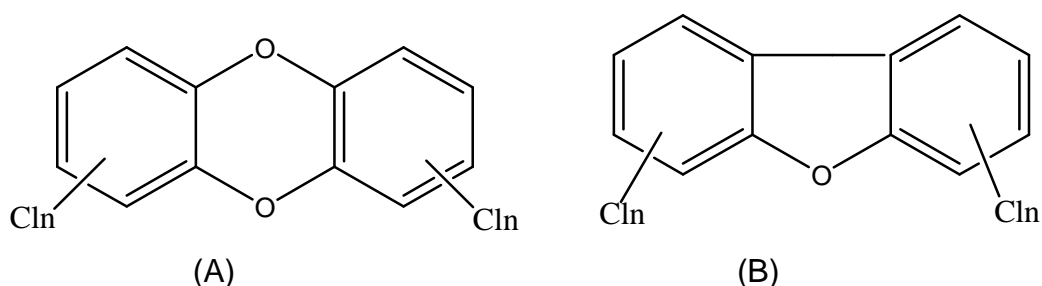


FIGURA 1. Estruturas básicas de dioxinas e furanos: (A) Policlorodibenzo-p-dioxinas, PCDD; (B) Policlorodibenzofuranos, PCDF (ASSUNÇÃO & PESQUERO, 1999).

A formação das dioxinas se dá predominantemente por processos industriais, com ênfase no século XX, formadas como subproduto espontâneo de muitos processos que contêm cloro, hidrogênio, carbono e oxigênio em ambiente térmico ou quimicamente reativo, como a produção de diversos produtos químicos, tais como pesticidas, branqueamento de papel e celulose, incineração de resíduos, incêndios, processos de combustão e outros (ASSUNÇÃO & PESQUERO, 1999).

Os incineradores constituem as maiores fontes de emissão de dioxina nos países desenvolvidos. A Figura 2 apresenta a estimativa dos inventários de dioxina sobre as taxas de emissão para vários tipos de combustão.

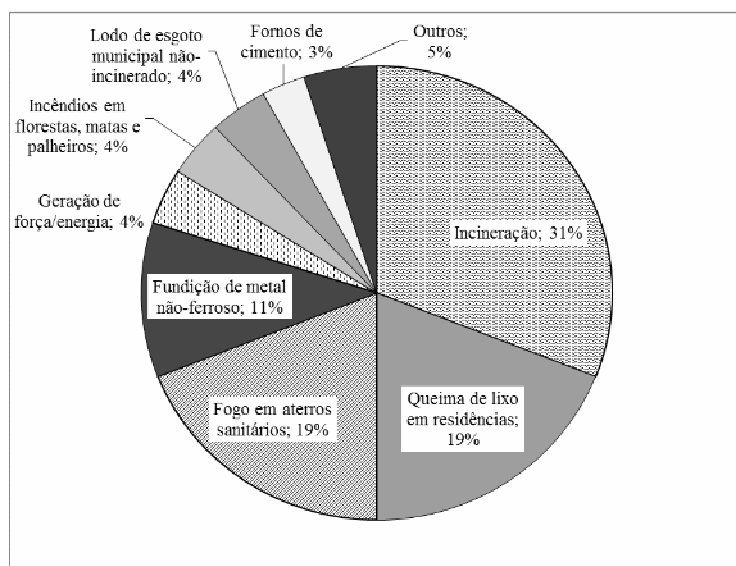


FIGURA 2. Fontes de dioxina nos Estados Unidos, 1995 (SPIRO & STIGLIANI, 2009).

Há dois mecanismos responsáveis pela emissão das dioxinas em processos de combustão:

- I) Ocorrem como constituinte em quantidades traço no próprio resíduo, ao sofrer combustão parte do material não sofre alteração.
- II) Formam-se a jusante da câmara de combustão por meio de termólise e rearranjo molecular de precursores, como os fenóis clorados, as bifenilas policloradas e os benzenos clorados (CAREY, 2011). A Figura 3 apresenta a reação secundária ocorrida na síntese industrial do triclorofenol (C_6H_3ClO) em que é convertido uma quantidade mínima em dioxina.

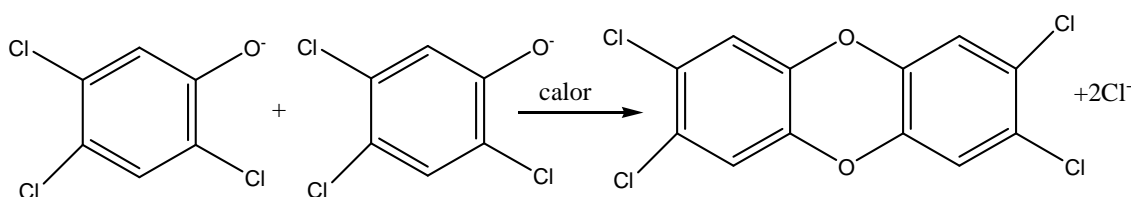


FIGURA 3. Formação da dioxina a partir do produto químico triclorofenol (CAREY, 2011).

A incineração de resíduos orgânicos é uma medida que deve ser adotada com cautela, pois pode resultar na produção de poluentes orgânicos persistentes (POP). As dioxinas estão listadas na Convenção de Estocolmo sobre POP, estes poluentes são conhecidos pelas suas características de toxicidade, carcinogenicidade e bioacumulação na fauna e flora, precisando ser medidos, monitorados e reduzidos drasticamente para eliminar os riscos ocupacionais e ambientais. Estas são substâncias químicas altamente tóxicas, acumulativas nos tecidos vivos, resistentes à degradação, que serão transportados pelo ar, água e espécies migratórias e depositados em diferentes partes dos ecossistemas terrestres e aquáticos onde

poderão sofrer processos de bioacumulação (BRASIL, 2005).

A legislação brasileira por meio da Resolução CONAMA nº 316 determina que sistemas de tratamento térmico não podem emitir de poluentes atmosféricos que ultrapassem os limites por ela definidos, sendo que para dioxinas e furanos este é de $0,50 \text{ ng m}^{-3}$ de ar (CONAMA 316/2002). Em caso de formação destes compostos nos efluentes gerados por processos industriais, a Resolução CONAMA nº 430 exige a utilização da melhor metodologia reconhecida cientificamente para a sua redução até completa eliminação dos mesmos (CONAMA 430/2011).

Os compostos organoclorados caracterizam-se por apresentarem um ou mais átomos de cloro em sua estrutura química. Estes atuam basicamente no sistema nervoso central e no sistema de defesa do organismo humano, podendo também causar lesões hepáticas, renais e em órgãos como cérebro, medula óssea e outros (ASSUNÇÃO & PESQUERO, 1999).

Este trabalho teve como objetivo identificar a presença de substâncias químicas como compostos clorados e hidrocarbonetos aromáticos, em resíduos orgânicos não identificados, substâncias estas reconhecidamente precursoras na formação de dioxinas quando de sua disposição final em processo de incineração.

Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Campus Goiânia, nos Laboratórios da Coordenação de Química. Nos mesmos foram encontrados um quantitativo de quatro unidades ($n=4$) de frascos identificados como resíduos orgânicos em seus rótulos. Nos rótulos não havia informações que possibilitassem a identificação das substâncias ali presentes, apenas que eram orgânicos, o que impossibilita a definição da forma adequada de destinação, tratamento para reuso ou ainda para descarte seguro. Estes resíduos então passaram a ser objeto do estudo, formando um grupo amostral de 4 unidades.

A identificação da presença de compostos clorados e aromáticos nestes resíduos é necessária visto que se encaminhados inadvertidamente para incineração, haverá o risco da formação de substâncias altamente tóxicas. Esta possibilidade não pode ser descartada tendo em vista que a incineração é uma das alternativas de destino de resíduos químicos laboratoriais gerados pelas IES em Goiânia por se encontrar disponível na região uma empresa autorizada a realizar este processo.

A possibilidade de formação de dioxinas entre outros compostos tóxicos e/ou carcinogênicos por incineração requer que sejam realizados testes por meio de análises químicas qualitativas que possibilitem a identificação da presença de cloro e hidrocarbonetos aromáticos nas amostras em estudo.

Os frascos ($n=4$) identificados apenas como resíduos continham as seguintes informações em seus rótulos: Resíduo 1: H_3CCOCH_3 , Lavagem (R1); Resíduo 2: Mistura de solvente orgânico (R2); Resíduo 3: Acetato 3% (R3); e, Resíduo 4: Extração tolueno no rotavapor (R4).

Para o correto manuseio dos resíduos e materiais utilizados, foram adotadas as medidas de segurança indicadas pelas normas vigentes do Ministério do Trabalho e Emprego (MT), tais como a Norma Regulamentadora nº 6 (NR6/MT) e a Resolução Ordinária nº 927/MT. A vidraria utilizada foi devidamente lavada com solução alcoólica de hidróxido de potássio 10% ($\text{KOH}/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) e reservada como forma de garantir a não contaminação durante o trabalho de pesquisa.

Análise qualitativa para identificação da presença de hidrocarbonetos aromáticos

A metodologia adotada para identificação da presença de hidrocarbonetos aromáticos se fundamenta na reação de formaldeído, na presença de ácido sulfúrico concentrado, a temperatura ambiente, produzindo compostos coloridos vermelho, violeta, verde, ou ainda sólidos insolúveis (SOARES et al., 1988).

Esse método possibilita que a partir de 1 mL de amostra, transferida para um vidro de relógio e com adição de duas gotas de formaldeído e 10 gotas de ácido sulfúrico concentrado, identifique-se a presença de hidrocarbonetos aromáticos. A solução utilizada como padrão (P) para hidrocarbonetos aromáticos foi o benzeno ($C_6H_6(l)$) PA VETEC.

Análise qualitativa para identificação da presença de cloro

Para identificação da presença de cloro foi adotada uma metodologia baseada na reação de substâncias orgânicas halogenadas em presença de mistura sulfocrômica que, ao ser submetida a aquecimento, promove a formação do halogênio gasoso e outros produtos. A presença de cloro foi identificada pelo reagente bromo-fluoresceína, essa reação se dá pela oxidação do brometo do reagente a bromo molecular pelo cloro gasoso, que reage com a fluoresceína formando a eosina, de cor carmim (SOARES et al., 1988).

Esse método permite que a partir de 1 mL de amostra, transferida para um tubo de ensaio, com adição de 2 gotas de solução de dicromato de sódio e sob aquecimento em banho-maria, posicionando-se na boca do tubo um pedaço de papel-filtro umedecido com o reagente, identifique-se a presença de cloro. A solução utilizada como padrão (P) para cloro foi o clorofórmio ($CHCl_3(l)$) PA VETEC.

A mistura sulfocrômica foi preparada com dicromato de sódio e ácido sulfúrico concentrado sob agitação e aquecimento até a sua solubilização. Para a solução de bromo-fluoresceína foi utilizado um cristal de brometo de potássio e algumas gotas da solução de fluoresceína 1% em álcool.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos orgânicos utilizados como amostras não continham em seus rótulos as informações necessárias para o seu gerenciamento correto. O rótulo inadequado de um resíduo dificulta a identificação, a caracterização e o gerenciamento do mesmo. A Figura 4 apresenta o aspecto visual dos frascos e as informações de seus rótulos, R1: H_3CCOCH_3 , Lavagem; R2: Mistura de solvente orgânico; R3: Acetato 3%; e, R4: Tolueno extração no rotavapor.



(A) (B) (C) (D)

FIGURA 4. Aspecto visual dos frascos de resíduos encontrados: (A) R1, (B) R2, (C) R3, (D) R4. (Foto: J. R. SILVEIRA, 2012)

Análise qualitativa para identificação de hidrocarbonetos aromáticos

As análises realizadas de acordo com a metodologia proposta permitiram a identificação da presença de hidrocarbonetos aromáticos em R2 e R4 conforme apresentado na Tabela 1 a seguir.

TABELA 1. Resultado das análises qualitativas para hidrocarbonetos aromáticos

Amostra	Resultado
R1	Negativo
R2	Positivo
R3	Negativo
R4	Positivo
P (padrão)	Positivo

A presença de hidrocarboneto aromático nos resíduos, resultado positivo ou negativo, pode ser confirmada por meio da observação visual com o desenvolvimento de cor ou formação de sólido insolúvel, como apresentado na Figura 5.

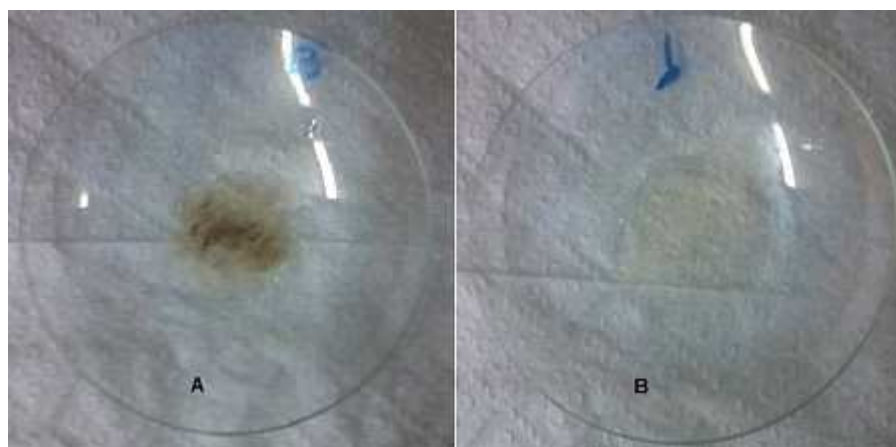


FIGURA 5. Aspecto visual do resultado para identificação de hidrocarboneto aromático: Positivo em P (A) e negativo em R1 (B). (Foto: J. R. SILVEIRA, 2013)

A formação de um precipitado de cor escura indicando a presença de hidrocarboneto aromático foi observado imediatamente quando da mistura dos reagentes específicos para a análise qualitativa de identificação da presença de hidrocarbonetos aromáticos com os resíduos de R2, como pode ser observado na figura 6 a seguir.

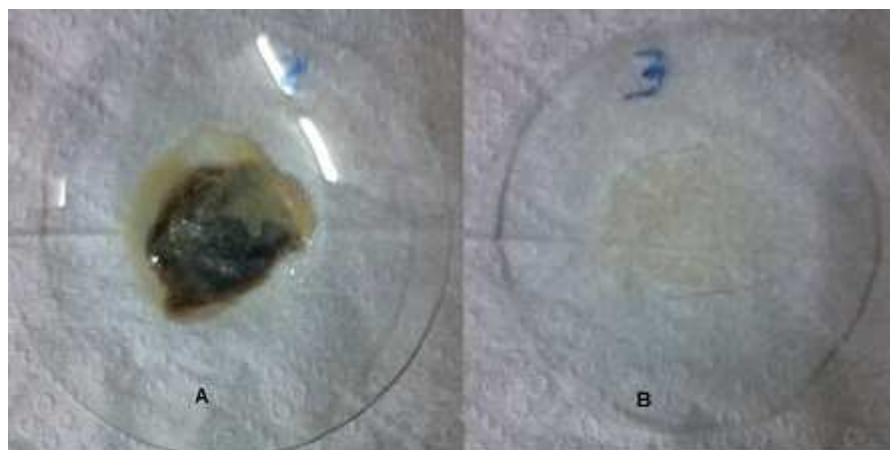


FIGURA 6. Aspecto visual dos resultados para identificação de hidrocarboneto aromático: Positivo em R2 (A) e negativo em R3 (B). (Foto: J. R. SILVEIRA, 2013).

A metodologia se mostrou adequada para a identificação de hidrocarboneto aromático, esta é conhecida como teste de le Rosen. Nos resíduos R2 e R4 foi positivo o teste para a presença de hidrocarbonetos aromáticos, nos demais R1 e R3 o resultado foi negativo, o que não indica a total ausência (100%) de hidrocarboneto aromático, mas que a concentração desta substância na mistura residual é baixa o suficiente permitindo o encaminhamento para a incineração.

A estrutura do produto colorido não está totalmente elucidada, para SOARES e colaboradores (1988), o ácido sulfúrico (H_2SO_4) promove a condensação do anel aromático com o formaldeído (CH_2O). O formaldeído (CH_2O) então reage com o hidrocarboneto aromático, formando o diarilmetileno ($C_{13}H_{12}$). Este é oxidado pelo ácido sulfúrico (H_2SO_4) e resulta em um composto p-quinoidal ($C_{13}H_{11}O$) colorido. As reações ocorridas com o padrão utilizado são apresentadas na Figura 7.

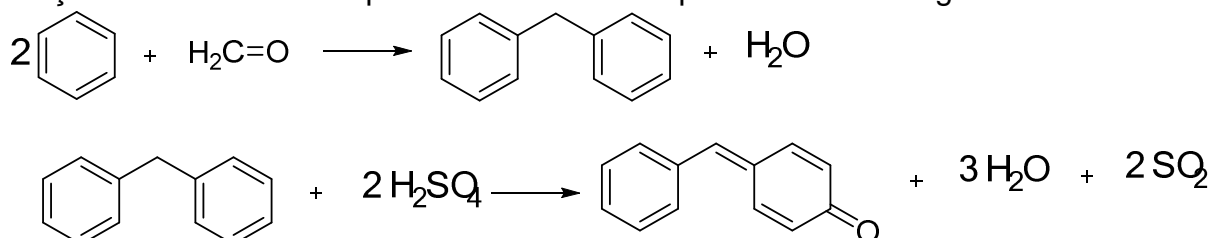


FIGURA 7. Reações ocorridas na identificação da presença de benzeno (SOARES et al., 1988).

A reação é limitada para compostos aromáticos que, ao sofrerem condensação com formaldeído (CH_2O), mantêm a posição para de um dos anéis livres ou que contenham grupo OH nesta posição, o que permite a formação do composto p-quinoidal ($C_{13}H_{11}O$) na etapa de oxidação.

A natureza química do composto pode ser determinada pela coloração: benzeno (C_6H_6), vermelho; fenantreno ($C_{14}H_{10}$), verde; fenol (C_6H_5OH), vermelho-violeta; β -naftol ($C_{10}H_7OH$), castanho; cloro-benzeno (C_6H_5Cl), vermelho; tolueno (C_7H_8), vermelho; o, m, p-xileno (C_8H_{10}), vermelho. A estrutura não foi identificada para isto é necessário técnicas para identificação da substância aromática, tais como cromatografia gasosa ou RMN de hidrogênio e carbono 13.

Testou-se também uma metodologia de identificação de hidrocarbonetos aromáticos por meio da reação de Friedel-Crafts (MCMURRY, 2005), esta não se

mostrou adequada ao objetivo do trabalho por não possibilitar resultados qualitativos visualmente detectáveis. Esta reação estabelece que compostos aromáticos reagem com cloreto de alumínio anidro (AlCl_3) na presença de diclorometano (CH_2Cl_2) ou clorofórmio (CHCl_3), produzem espécies coloridas, o que não foi observado nos testes realizados com as amostras padrão.

Análise qualitativa para identificação de cloro

As análises realizadas permitiram a identificação da presença ou ausência de substância cloradas nas amostras frente ao padrão como observado na Tabela 2.

TABELA 2. Resultado das análises qualitativas para cloro

Amostra	Resultado
R1	Negativo
R2	Negativo
R3	Negativo
R4	Negativo
P	Positivo

A presença de cloro nos resíduos, resultado positivo ou negativo, pode ser confirmada por meio da observação visual pelo desenvolvimento de cor, como apresentado na Figura 8.

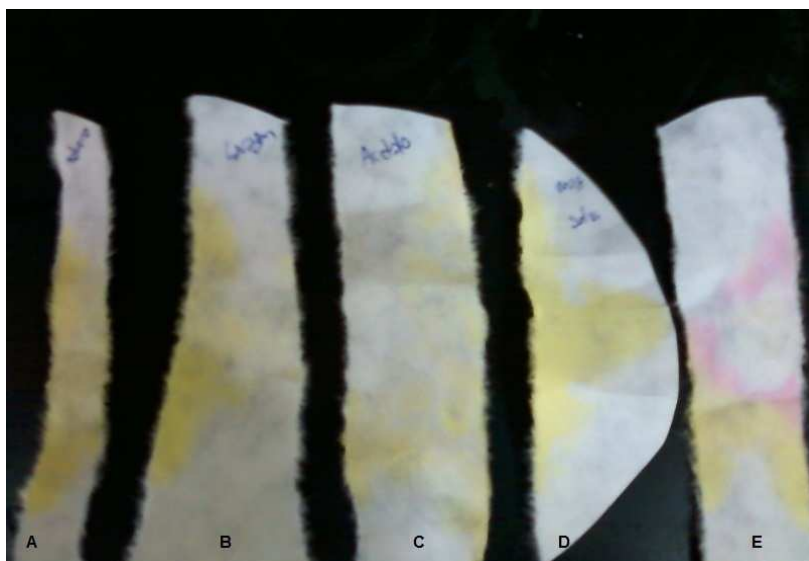


FIGURA 8. Aspecto visual dos resultados para identificação de cloro: (A) Negativo em R4; (B) Negativo em R1; (C) Negativo em R3; (D) Negativo em R2; (E) Positivo em P. (Foto: J. R. Silveira, 2013)

A oxidação, na presença de mistura sulfocrômica da substância orgânica halogenada, promove a liberação de gás cloro (Cl_2). O reagente bromo-fluoresceína ($\text{C}_{20}\text{H}_8\text{O}_5\text{Br}_4$) é utilizado para a identificação do cloro, este não reage com a fluoresceína ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{O}_5$) (SOARES et al., 1988). A Figura 9 apresenta as reações envolvidas nesta análise qualitativa, o cloro oxida o íon brometo do reagente a bromo, que reage com a fluoresceína ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{O}_5$). Na reação de bromo com a

fluoresceína (amarela) ocorre a formação de eosina (C₂₀H₈O₅Br₄), de coloração carmim.

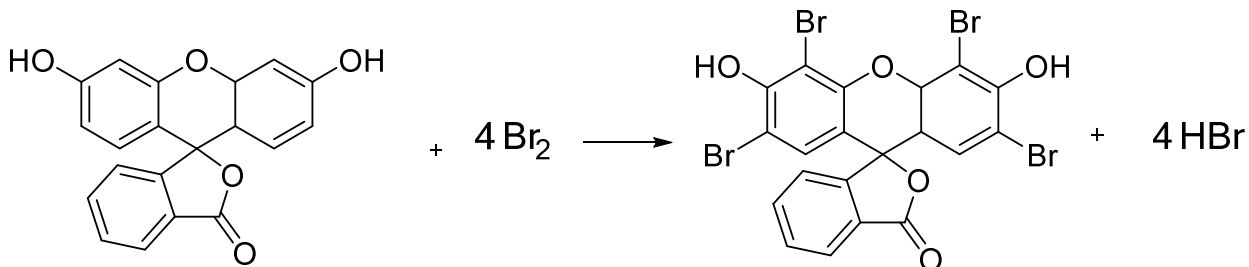
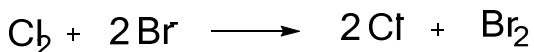


FIGURA 9. Reações ocorridas na identificação da presença de cloro (SOARES et al., 1988).

A definição da metodologia de identificação da presença de cloro possibilitou a elaboração um POP para a consulta por professores e alunos para a análise qualitativa e identificação de substâncias cloradas em resíduos orgânicos sem identificação como apresentado a seguir bem como a sugestão de rótulo a ser utilizado (Figura 10) para a correta identificação de resíduos gerados em laboratório químico.


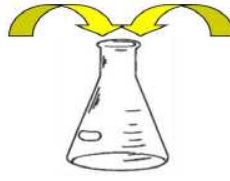
RESÍDUO QUÍMICO:	 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIÁS
Laboratório gerador:	
Gerador Responsável:	
Data: / /	
Composição aproximada do resíduo (1L):	
Componente principal (maior concentração):	
Concentração aproximada:	 MISTURA RESIDUAL
INCOMPATIBILIDADE QUÍMICA:	

FIGURA 10. Rótulo para identificação do resíduo (MAIA, 2014).



Título: Método para identificação da presença de cloro em resíduos químicos.

Número:
001

Versão:
001

CAMPO DE APLICAÇÃO: Este procedimento aplica-se a identificação da presença de cloro em resíduos químicos não identificados.

INTRODUÇÃO

O resíduo identificado de forma inadequada inviabiliza o programa de gerenciamento de resíduos químicos. É importante analisar as substâncias presentes na composição química do resíduo, pois muitas podem trazer danos ambientais e ocupacionais. O objetivo deste procedimento é identificar a presença de cloro em resíduos para ser proposta a destinação final adequada, evitando perigos provenientes do mau gerenciamento.

MATERIAIS E REAGENTES

Materiais

- Bastão de vidro;
- Béquer 50 mL;
- Espátula metálica;
- Estante para tubos de ensaio;
- Manta aquecedora;
- Papel filtro;
- Pipeta graduada 5 mL;
- Tubos de ensaio.

Reagentes

- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4);
- Brometo de potássio (KBr);
- Dicromato de sódio hidratado ($Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$);
- Fluoresceína 1% em álcool ($C_{20}H_{12}O_5/CH_3CH_2OH$).

ANÁLISE QUALITATIVA

- **a)** Transferir 1 mL da amostra para um tubo de ensaio e adicionar 2 gotas da mistura sulfocrômica.
- **b)** Umedecer um pedaço do papel de filtro com o reagente bromo-fluoresceína e posicionar na boca do tubo.
- **c)** Aquecer o tubo em banho-maria;
- **d)** O aparecimento de cor é o indicativo para a presença de cloro.

Preparação da mistura sulfocrômica

- **a)** Colocar em um béquer 10 g de $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ e adicionar 5 mL de H_2SO_4 com a pipeta.
- **b)** Aquecer e agitar com bastão de vidro até a solubilização da mistura.

Palavras-chave: Cloro, mistura sulfocrômica, reagente bromo-fluoresceína, eosina e resíduo químico.

Elaboração:
18/01/2013

Verificação:
19/02/2013

Aprovação:
() sim () não

Data:
19/02/2013



Título: Método para identificação da presença de cloro em resíduos químicos.

Número:
001

Versão:
001

3.2 Preparação do reagente bromo-fluoresceína

- a) Transferir 20 gotas da solução de fluoresceína 1% em álcool e adicionar um cristal de KBr.
- b) Solubilizar a solução com auxílio do bastão de vidro.

DISCUSSÃO

A ausência de cloro permite que o resíduo seja enviado para incineração, evitando a produção de substâncias tóxicas como as dioxinas. Determinada a presença do mesmo é necessário utilizar técnicas mais avançadas de identificação de substâncias para propor o descarte correto para o resíduo, eliminando assim os riscos associados a sua composição química.

REFERÊNCIAS

SOARES, B. G.; SOUZA, N. A. de; PIRES, D. X. Química Orgânica: **Teoria e Técnicas para Preparação, Purificação e Identificação de Compostos Orgânicos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

Palavras-chave: Cloro, mistura sulfocrômica, reagente bromo-fluoresceína, eosina e resíduo químico.

Elaboração: 18/01/2013	Verificação: 19/02/2013	Aprovação: () sim () não	Data: 19/02/2013
---------------------------	----------------------------	-------------------------------	---------------------

CONCLUSÕES

As análises qualitativas de hidrocarbonetos aromáticos e cloro permitiram concluir que os resíduos R1, usado na lavagem de materiais e R3, podem ser encaminhados a incineração, pois não se identificou a presença de substâncias precursoras na formação de dioxinas. Contudo, os resíduos R2 e R4 não podem ser destinados da mesma forma por ter sido constatado a presença de hidrocarbonetos aromáticos. As estruturas dos hidrocarbonetos aromáticos não foram identificadas, sendo necessário prosseguir com técnicas de elucidação de substâncias químicas.

Os resíduos gerados em aulas experimentais e pesquisa sem identificação inviabilizam a prática de um gerenciamento de resíduos químicos (GRQ) e quando armazenados no estoque de passivos, podem inadvertidamente serem encaminhados à incineração. Este processo térmico é responsável pela eliminação de resíduos perigosos, porém é a principal fonte de emissão de poluentes orgânicos persistentes, como as dioxinas. As dioxinas são extremamente estáveis quimicamente e difíceis de degradar no ambiente natural o que prejudica a saúde humana e o meio ambiente.

Para que um programa de gerenciamento seja efetivo é importante que todas as etapas sejam executadas corretamente pelo gerador do resíduo químico desde a identificação até o tratamento e/ou a disposição final. O descarte inadequado poderá ser minimizado se o responsável pela geração dos mesmos se comprometer com a adoção de medidas de minimizam a geração de resíduos que impactam o ambiente nas aulas experimentais de Química, nas pesquisas e adotem POP para o tratamento.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. José Pacífico de Vasconcelos pelas valiosas contribuições.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. V.; CENTENO, A. J.; BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 1976-1985, 2007.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY – ACS. [online] 2012. The Chemical **Professional's Code of Conduct**. Disponível em: <<http://www.acs.org/content/acs/en/careers/profdev/ethics/the-chemical-professionals-code-of-conduct.html>>. Acesso em 05 de janeiro de 2013.

ASSUNÇÃO, J. V. de; PESQUERO, C. R. Dioxinas e furanos: origens e riscos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 523-530, outubro 1999.

BRASIL, **Decreto nº 5.475** (Decreto do Executivo), D.O.U. de 21 de junho de 2005, p.7, Promulga o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes.

BRASIL. **Resolução Ordinária n. 927**, Diário Oficial da União, 1970.

CABRITA, I.; GULYURTLU, I.; PINTO, F.; BOAVIDA, D.; COSTA, P.; RACHA, L. Formação e Destruição de Dioxinas em Processos de Combustão e Co-combustão. **Revista Faculdade de Medicina de Lisboa**, 2003, 8, 225-235.

CAREY, F. A. **Química Orgânica**. 7 ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. v. 2.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2002. **Resolução nº 316/2002**.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2011. **Resolução nº 430/2011**.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**, 1998, 21, 671-673.

MAIA, A. P. M. Programa de gerenciamento de resíduos químicos (PGRQ) laboratoriais para o IFG - Campus Goiânia. 112 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnóloga em Química Agroindustrial)** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2014.

MCMURRY, J., **Química Orgânica**, Combo, Cengage Learning, São Paulo, 2011.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-6** - Equipamento de Proteção Individual. 2010.

PEIXOTO, N. S. **Implantação de um Sistema de Gerenciamento e Tratamento de Resíduos Químicos nos Laboratórios de Graduação de Química do IF Goiás**. 44 p., Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2009.

SILVEIRA, J. R.; LONGHIN, S. R. **Resíduos Orgânicos dos laboratórios de Química do IFG: identificação, segregação e destinação**. 6º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, Goiânia, 2013, 6. Disponível em: <<http://conferencias.ifg.edu.br/index.php/seminarioict/SICT/paper/view/61>>. Acesso em 02 de janeiro de 2013.

SOARES, B. G.; SOUZA, N. A. de; PIRES, D. X. **Química Orgânica: Teoria e Técnicas para Preparação, Purificação e Identificação de Compostos Orgânicos**. Guanabara: Rio de Janeiro, 1988.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

WARE, S. A., **Teaching chemistry from a societal perspective**, *Pure Applied Chemistry*, 2001, 73, 1247–1250.