

IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DE FORMALDEÍDO EM AMBIENTES HOSPITALARES UTILIZANDO O REAGENTE FLUORAL “P” E DETECÇÃO ESPECTROFLUORIMÉTRICA

Heloisa L. C. Pinheiro

Djane Santiago de Jesus

Fabiany Cruz

RESUMO

O formaldeído é o mais abundante e importante aldeído no ambiente, caracterizando-se por ser um gás incolor com um forte odor irritante, muito solúvel em água, que possui alta reatividade química. O efeito na maioria das pessoas a este composto é bem conhecida: irritação aos olhos e no trato respiratório superior, dor de cabeça, náusea, sonolência, reações alérgicas na pele para concentrações $\geq 0,1$ ppmV. Poucas pessoas são mais sensíveis para concentração $< 0,05$ ppmV. Além disso, possui propriedades cancerígenas, mutagênicas e teratogênicas. O formaldeído é uma preocupação em ambientes internos, pois é encontrado em residências, escritórios, hospitais etc, emitido de fontes primárias como: materiais de construção, fabrico de móveis, fumaça de cigarro, detergentes e produtos desinfetantes. Assim, níveis de concentração de formaldeído em ambientes internos devem ser medidos, pois altas concentrações de até 0,5 ppm têm sido reportadas na literatura. Portanto, é de extrema importância o monitoramento em ambientes hospitalares, tais como: salas de emergência, salas de cirurgia e UTI, visando o estudo da sua quantificação em sítios hospitalares para uma avaliação de dados qualitativos e quantitativos que auxiliem em estudos toxicológicos relativos à exposição a esta substância.

ABSTRACT

The importance of monitoring hospitals environments using reagent fluorol P and spectrumfluorimetric detection

The formaldehyde is the most abundant and important aldehyde in the environment, it is characterized for being a colorless gas with a strong irritating odor, very soluble in water, and that possesses high chemical reactivity. The effect in the majority people that the exposition to this composition well is known: irritation to the eyes and in the superior respiratory treatment, migraine, nausea, sleepiness and allergic reactions in the skin for concentrations $\geq 0,1$ ppmV. Few people are more sensible for concentration $< 0,05$ ppmV. Moreover, it also possesses mutagenic and carcinogenic proprieties. The formaldehyde is a concern in internal environments, because this is found in residences, offices, hospitals etc, emitted from primary sources as material of construction, furniture production, cigarette smoke, and disinfecting detergents products. This levels of formaldehyde concentration in internal environments must be measured, because high concentrations, up to 0,5 ppm, have been reported. Therefore it is of extreme importance the monitoring in hospital environments such as: emergency rooms, rooms of surgery and UTI, aiming at the study of the formaldehyde quantification in hospitals for an evaluation of qualitative and quantitative data that assist in relative toxicological studies the exposition to this substance.

PALAVRAS-CHAVE: Formaldeído. Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Ambiente Hospitalar. Espectrofluorimetria.

INTRODUÇÃO

O formaldeído é o mais abundante e importante aldeído no ambiente, caracterizando-se por ser um gás incolor com um forte odor irritante, muito solúvel em água, produzindo um hidrato e possuindo alta reatividade química (NACIONAL..., 1981).

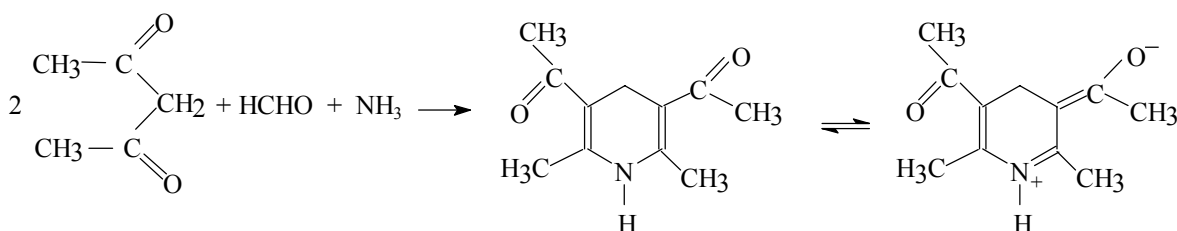
A importância ambiental do formaldeído e derivados está muito bem estabelecida e aceita pela comunidade científica; portanto, o interesse por seu estudo vem aumentando a cada dia devido a sua presença nas fases, sólida, líquida e gasosa, sua alta reatividade – que resulta na formação de poluentes secundários – e seus efeitos tóxicos à saúde humana. Esses efeitos podem ser de três tipos: irritação, sensibilidade imunológica imediata e mutagênese ou carcinose. A irritação aguda da mucosa e trato respiratório tem sido bem documentada em estudos experimentais e epidemiológicos, assim como a sensibilidade alérgica na pele (NACIONAL..., 1981). Infecções crônicas e efeitos mutagênicos têm sido demonstrados *in vitro* e

efeitos carcinógenos em experimentos com animais (NACIONAL..., 1981; BERNSTEIN et al, 1984). Existem, também, evidências do efeito teratogênico do formaldeído devido à sua exposição a seres humanos (SALTHAMMER, 1994). O início e/ou exacerbação de asma ou hiper-reatividade bioquímica não específica tem sido associado com a exposição a formaldeído e produtos contendo esta substância (NACIONAL..., 1981; BERNSTEIN et al, 1984).

O formaldeído é uma preocupação em ambientes internos, pois este é encontrado em residências, escritórios, hospitais etc, emitido de fontes primárias, como materiais de construção, fabrico de móveis, fumaça de cigarro, detergentes, produtos desinfetantes, cosméticos e produtos de papel (SALTHAMMER, 1994; BELMAN, 1963). Assim, níveis de concentração de formaldeído em ambientes internos devem ser medidos, pois altas concentrações, de até 0,5 ppm, têm sido reportadas na literatura (SALTHAMMER, 1994). Portanto, é importante a quantificação dessa substância em ambientes hospitalares, tais como: salas de emergência, salas de cirurgia e UTI, visando o monitoramento e acompanhamento à exposição de pacientes e trabalhadores nesses locais, bem como a coleta de dados qualitativos e quantitativos que auxiliem em estudos toxicológicos relativos à sua exposição.

Diferentes métodos de amostragem vêm sendo atualmente utilizados para a coleta de formaldeído gasoso, assim como diferentes métodos de quantificação deste composto são conhecidos. A maioria destes métodos tem sensibilidade limitada pela alta resposta de branco e essa interferência é difícil de ser eliminada, pois os reagentes e solventes contêm traços deste composto como impureza.

Recentemente, foi desenvolvida uma nova metodologia analítica para a determinação de formaldeído que é sensível, específica e de baixo custo, utilizando a reação desta substância com o reagente Fluoral P (solução tampão de acetato de amônia e ácido acético mais acetilacetona), formando um aduto fluorescente, a 3,5-diacetil-1,4-dihidrolutidina (DDL) (5,6) (reação mostrada na equação 1) que, quando excitado em 410nm, fluoresce em 510nm. Esta metodologia pode ser aplicada em amostras nas fases líquida ou gasosa, sendo que outros aldeídos de maior massa molar não interferem no processo. Uma grande vantagem do método é que o acetaldeído (principal interferente em outros métodos), mesmo quando presente em concentrações 1000 vezes maiores que a do formaldeído, não influencia nos resultados das análises (5,6). Com esse método é possível detectar quantidades de formaldeído da ordem de 0,01µg, e concentrações variando na faixa de 0,005 a 1,0µg/m³ (5,6).



Equação 1

METODOLOGIA PARA A COLETA DE FORMALDEÍDO GASOSO

O reagente aqui proposto para quantificar formaldeído em amostras líquidas e gasosas é o Fluoral P, preparado pela reação de 0,3 mL de ácido acético, 0,2 mL de acetilacetona (bidestilada) e 15,4 g de acetato de amônio, completando-se o volume para um balão de 100,0 mL com água desionizada. Este reagente, quando estocado sob refrigeração e em frasco escuro, pode ser usado satisfatoriamente por até 60 dias.

O Fluoral P é o reagente utilizado para impregnar colunas de adsorvente sólido (Sep-Pak de sílica plus), as quais são lavadas com água desionizada (10,0 mL), em seguida com acetonitrila (5,0 mL), e impregnadas com o reagente (5,0 mL). O excesso do reagente é retirado com fluxo de N₂ por 10 min. Em seguida, as colunas são tampadas nas extremidades, enroladas com fita teflon e com papel alumínio e, então, guardadas em frasco de vidro escuro, no refrigerador, até a sua utilização, para não haver contaminação nem degradação do reagente.

O equipamento para análise das amostras é um espectrofluorímetro equipado com uma célula de quartzo com caminho óptico de 1 cm, funcionando em $\lambda_{\text{ex}} = 410 \text{ nm}$ e $\lambda_{\text{em}} = 510 \text{ nm}$, que mede a fluorescência do aduto DDL.

O ar deve ser coletado, a vazão de 1,0 L/min, durante 60 min, sendo paralelamente monitorados a temperatura ambiente e a umidade do ar. Após a coleta as colunas de sílica, são tampadas nas extremidades com dispositivo próprio, envolvidas com teflon e enroladas em papel de alumínio, evitando, assim, as perdas, contaminação e degradação da amostra. A análise deve ser feita imediatamente após a coleta ou as colunas serem mantidas refrigeradas para análise posterior.

As quantidades de formaldeído nas amostras são calculadas através das curvas analíticas pela comparação da intensidade de fluorescência do aduto DDL formado pela reação do Fluoral P com as soluções padrão de formaldeído.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os locais de grande importância na área hospitalar, onde se deve coletar amostras de ar ambiente para a quantificação de formaldeído, são: salas de emergência, salas de cirurgia e UTI, antes e depois que estes locais sejam submetidos a processos de desinfecção, pois a concentração dessa substância depois da desinfecção pode apresentar maior valor, porque os produtos utilizados em tais processos contêm formaldeído em grandes quantidades, alterando, assim, a concentração deste composto no ar ambiente.

O efeito na maioria das pessoas à exposição a este composto é bem conhecida: irritação aos olhos e no trato respiratório superior, dor de cabeça, náusea, sonolência, reações alérgicas na pele para uma concentrações $\geq 0,1 \text{ ppmV}$. Poucas pessoas são mais sensíveis para concentração $< 0,05 \text{ ppmV}$ (NACIONAL..., 1981). Além disso, possui propriedades cancerígenas, mutagênicas e teratogênicas (BERNSTEIN et al, 1984)

Com base em dados correntes e diretrizes internacionais relativas ao controle de efeitos agudos na saúde, um padrão para níveis internos de formaldeído proposto é cerca de 0,1 ppm (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (NACIONAL..., 1981; BERNSTEIN et al, 1984). Tipicamente, valores entre 0,01-0,1 ppm têm sido encontrados em moradias convencionais, embora os níveis normais de formaldeído em hospitais sejam desconhecidos. O limiar para cheiro de formaldeído foi determinado em cerca de 0,05 ppm, embora reações sensoriais pronunciadas em concentrações menores que 0,3 ppm tenham sido reportadas (NACIONAL..., 1981; BERNSTEIN et al, 1984).

A importância ambiental do formaldeído e seus derivados está muito bem estabelecida e aceita pela comunidade científica. Os estudos sobre este composto englobam uma grande variedade de aspectos como: cinéticos e produtos de reações em fases, sólida, líquida e gasosa; desenvolvimento de metodologias analíticas e estudo de campo sobre concentrações atmosféricas; síntese de atividades carcinogênicas e mutagênicas e processos de remoção da atmosfera. Portanto, o estudo do monitoramento desta substância em sítios hospitalares é de extrema importância para uma avaliação de dados qualitativos e quantitativos que auxiliem em estudos toxicológicos relativos a exposição a esta substância.

Diferentes métodos de amostragem podem ser utilizados para a captura de formaldeído na atmosfera em fase gasosa e vapor. Assim como diferentes métodos de quantificação são conhecidos, porém, a utilização de Fluoral P como reagente formando o DDL na coleta dessa substância, é um método sensível, de baixo custo, de fácil manuseio dos equipamentos em campo e específico para formaldeído, onde o acetaldeído não interfere, mesmo quando presente em concentrações 1000 vezes maiores. Além disso, o limite de detecção deste método ($S/R = 3$) é de 0,006 mg/L, permitindo medidas de quantidades-traços com boa precisão e exatidão.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE J. B. et al. Spectrofluorimetric Determination of Formaldehyde and Acetaldehyde in Liquid Samples. **American Laboratory**. p. 56-58, 1996.
- BELMAN, S. The Fluorimetric Determination of Formaldehyde. **Anal. Chem. Acta**. n. 29, p.120-126, 1963.
- BERNSTEIN, R. et al. Inhalation Exposure to Formaldehyde: An Overview of Its Toxicol Epidemiology, Monitoring, and Control. **Am. Ind. Hyg. Assoc. J.** v. 11, n.45, p.778-785, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Committee on Aldehydes, Formaldehyde and Other Aldehydes**. National Academy of Science Press Washington D. C. 1981.
- PINHEIRO, H. L. C. **Determinação Espectrofluorimétrica de Formaldeído em Amostras Líquidas e Gasosa com Fluoral P**. 2001. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- SALTHAMMER, T. Effect of The Air Exchange on Formaldehyde Concentrations indoor Air, **Indoor Air International**. ULM, p-451-463, 1994.

AGRADECIMENTOS

CNPq, FINEP, CADCT-BA

Heloisa L. C. Pinheiro é Doutora em Química Analítica e professora do Departamento de Administração e Tecnologia de Processos Industriais e Químicos – Grupo de Pesquisa e Produção em Química do CEFET-BA

Djane Santiago de Jesus tem pós-doutorado pela Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto e é professora do Departamento de Administração e Tecnologia de Processos Industriais e Químicos – Grupo de Pesquisa e Produção em Química do CEFET-BA,

Fabiany da Conceição Cruz é graduanda em Tecnologia Química com Análise em Processos de Polimerização e do Grupo de Pesquisa em Produção em Química do CEFET-BA.