

RELATÓRIO DO PIBIC

**INDICADORES DE QUALIDADE DE AR INTERIOR (QAI) PARA AMBIENTE
OCUPACIONAL: APLICAÇÃO DO MÉTODO DE RGA.**

ORIENTADOR: Prof^a. Dra. Silvia Pierre Irazusta.

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Francisco Tadeu Degaspari.

ALUNO: Lígia Miyuki Nagao Asano.

INDICADORES DE QUALIDADE DE AR INTERIOR (QAI) PARA AMBIENTE OCUPACIONAL: APLICAÇÃO DO MÉTODO DE RGA.

INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental estuda os efeitos nocivos causados por substâncias químicas presentes no ambiente de trabalho. Com a técnica de Análise de Gases residuais (RGA) pretende-se identificar os gases presentes em ambientes ocupacionais com tecnologia do vácuo. O equipamento utilizado na execução do RGA é simplesmente referido como um analisador de gás residual (usando o mesmo acrônimo, RGA). A empresa que foi feito o monitoramento é a CONTEMAR, empresa de tratamento de resíduos de saúde.

Analisadores de gás residuais operam criando uma barreira de íons da amostra de gás a ser analisado. A mistura resultante de íons será separada em espécies individuais pelas relações de custo-para-massa deles/delas. Para realizar estes, um RGA típico tem três partes principais, isto é, um ionizador, um analisador de massa, e um detector de íon. A produção de um RGA é um espectro que mostra as intensidades relativas das várias espécies presente no gás. Esta produção é conhecida como *scanner* de massa ou espectro de massa. Os íons do gás distinguem-se uns dos outros em termos das massas deles/delas pelo analisador de massa do RGA.

Os RGA de espectros de massas são representados por espectros como um quadro com a relação de massa-para-custo no x-eixo e a intensidade relativa no y-eixo. Os cumes exibidos por um espectro de massa precisam ser interpretados corretamente, visto que estes podem ser ambíguos em certos casos, como quando duas moléculas diferentes exibem a mesma massa. Conhecimento de como duas moléculas diferentes com a mesma massa podem se dissociar em fragmentos menores de diferentes massa-para-custo (conhecido como rachando padrões) permite identificação absoluta do gás. (<http://www.siliconfareast.com/rga.htm>)

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

- Monitoramento ambiental ocupacional da empresa de coleta e tratamento de RSS – CONTEMAR AMBIENTAL.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliação, por meio da tecnologia de análise residual de gases – RGA -, a variação da composição das emissões atmosféricas do ambiente ocupacional.
- Avaliação dos efeitos potencialmente tóxicos das emissões geradas no ambiente ocupacional pelo ensaio de micronúcleo na *Tradescantia pallida*.

METODOLOGIA:**Materiais utilizados na Primeira análise:**

- 2 seringas comuns de vidro (20 mL) com tampa de vedação.
- Água destilada.
- Álcool.
- Becker.
- Caixa térmica.
- Corante aceto-carmin.
- Lâmina e lamínula.
- Luxímetro.
- Microscópio Óptico Comum.
- Mistura de terras (Compostado plantax, terra vegetal especial para hortaliças, vermiculita expandida e húmus de minhoca.)
- RGA.
- Solução de aceto-etanol (1:3).
- Vaselina.
- Vasos.
- *Tradescantia pallida*.

Materiais utilizados na Segunda Análise:

- RGA
- Gelo seco. (CO₂ sólido)
- 2 Sistemas de vácuo
- Bomba de alto-vácuo turbo molecular

MÉTODOS

Primeira análise:

1. Coleta dos Gases:

Esterilizou-se as duas seringas com o álcool alguns minutos antes da autoclavagem termina, quando a autoclave abrir dirigir-se a saída da autoclave para a coleta dos gases, na empresa Contemar, na primeira seringa capturar o gás de uma carga mista (lixo hospitalar misturado) e na segunda seringa capturar o gás de uma carga com perfure cortante (lixo hospitalar cortante) que estavam dentro da autoclave. Após capturar o gás colocar vaselina na entrada da seringa para melhor vedação e em seguida colocar a tampa. Colocar em uma caixa térmica com bolsas de gelo para a preservação do material coletado.

2. Análise da atmosfera com o Analisador de Gases Residuais (RGA):

O analisador de gases residuais é um equipamento capaz de determinar qualitativamente a presença de gases e vapores em uma atmosfera. É um instrumento bastante sofisticado e pode apresentar sérios problemas na interpretação dos dados. A ambiguidade na identificação dos gases é intrínseca ao modo como o RGA identifica os gases. No próximo relatório anexaremos em apêndice o princípio de funcionamento do RGA. Foi necessário fazer uso de um sistema de vácuo para que injetado o gás e o vapor colhidos na empresa Contemar pudesse estar em pressão de trabalho do RGA. A pressão de trabalho do RGA deve ser menor que 10^{-4} mbar. Assim, a amostra coletada foi introduzida em baixas doses na câmara de vácuo, onde foi instalado o RGA. Enfatizamos que a identificação dos gases na atmosfera coletada não é uma tarefa automática, ela precisa de muita reflexão e análise.

Não obstante as dificuldades, fizemos a montagem e análises dos gases na amostra. Mostramos a seguir o esquema do circuito de vácuo com o analisador de gases residuais.

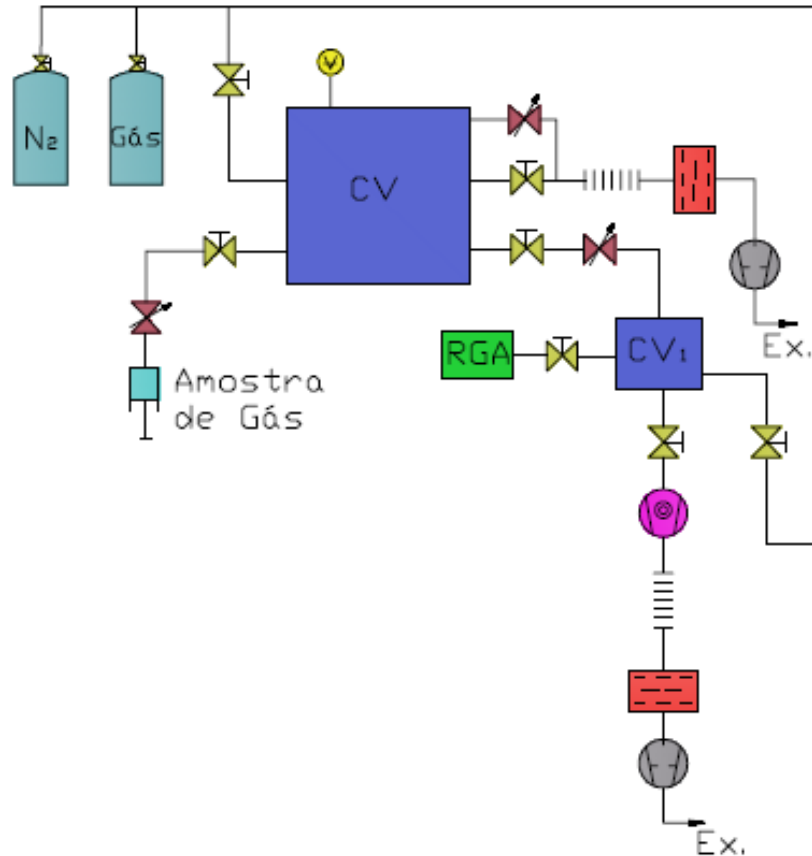


Figura 1 - Circuito de vácuo.

Os espectros dos gases presentes e discussão estão na seção referente aos resultados. Certamente avanços serão necessários para tornar a análise de gases uma ferramenta objetiva, qualitativa confiável e quantitativa. Esta etapa deverá prosseguir neste semestre (primeiro semestre de 2012).

Os gases analisados com o RGA, contou com a participação e alguns equipamentos do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer CTI – MCTI, localizado em Campinas. Agradecemos o Mestre Mário T. Biasoli pela grande ajuda.

3. Coleta de parâmetros (luminosidade, ruídos temperatura e umidade):

A área de instalação da autoclave tem cerca de 200 m². Para a realização desse trabalho foram demarcados oito pontos de medição de parâmetros ambientais, sendo seis postos de trabalho (1 a 6) e dois pontos de controle (7 e 8). As medições foram realizadas em triplicata utilizando-se um dosímetro multiparâmetros (Instrutherm, modelo THDL-400) para luminosidade, ruído, temperatura e umidade. As medidas foram anotadas em planilhas, calculadas as médias de cada parâmetro para cada ponto e tabuladas para análise.

4. Montagem dos vasos:

Os vasos serão montados utilizando os clones de *Tradescantia pallida* já existentes, no Laboratório de Ecotoxicologia do NEPA – FATEC – Sorocaba. O substrato normalmente utilizado para o cultivo dessas plantas, no vaso, é preparado a partir da mistura de terra compostado plantmax, terra vegetal especial para hortaliças, vermiculita expandida e húmus de minhoca.

5. Ensaio de Mutagenicidade com *Tradescantia pallida*.

O ensaio de genotoxicidade será realizado no Laboratório de Ecotoxicologia do NEPA – FATEC – Sorocaba, segundo protocolo, segundo MA (1982):

5.1 Somente inflorescências jovens são selecionadas para o tratamento (inflorescências abertas são velhas e não podem ser usadas).

5.2 São necessárias 15 inflorescências intactas para cada grupo experimental. Os caules devem ser cortados com 10-15cm de comprimento. São colocados em beckers com 200mL de água ou de amostra (25-50-100%) ou do controle positivo (Trifluralina a 1,68ppm).

5.3 O tempo de exposição é de 6 horas para químicos puros (Trifluralina) e 24horas para a amostra, seguidos por um período de 24horas de recuperação, antes da fixação.

5.4 Depois da exposição das plantas, as inflorescências são removidas e fixadas em solução de aceto-etanol (1:3), que deve ser preparada imediatamente antes do uso.

5.5 Após 24 horas de fixação, as inflorescências são estocadas em etanol 70% e podem ser guardadas por longo período de tempo.

5.6 Preparação da lâmina:

Depois de aberta a inflorescência o botão correto é dissecado, por meio de agulhas finas e, um pequeno número de células é transferido para a lâmina. Após este passo, uma gota de corante aceto-carmin é adicionada sobre as células, e os restos celulares são removidos cuidadosamente.

5.7 As lâminas são cobertas com lamínula e delicadamente aquecidas a $\pm 60^{\circ}\text{C}$, por meio de uma lamparina. Pressiona-se cuidadosamente a lamínula sobre a lâmina, observando-se esta preparação ao microscópio.

5.8 A contagem dos MCN é realizada no aumento de 400 X. Para cada grupo experimental, 5 lâminas de diferentes plantas devem ser preparadas e 300tétrades de cada lâmina são examinadas.

5.9 A frequência de MCN é calculada dividindo-se o número total de MCN pelo número total de tétrades contadas.

5.10 O valor é dado em nº de MCN /100tétrades. A média e desvio padrão são calculados para cada grupo e a análise de variância é feita pelo teste de DUNNETT. A enumeração é feita conforme a tabela abaixo.

Grupos	N	I	II	III	IV	V	Soma	MCN/100 tétrades	%MCN
Experimentais									

Segunda análise:

Foram usados dois sistemas de vácuo para o trabalho de identificação de gases e vapores produzidos no tratamento de lixo hospitalar da empresa Contemar. O primeiro é um sistema de vácuo para coleta de gases e vapores. (Figura 1.)

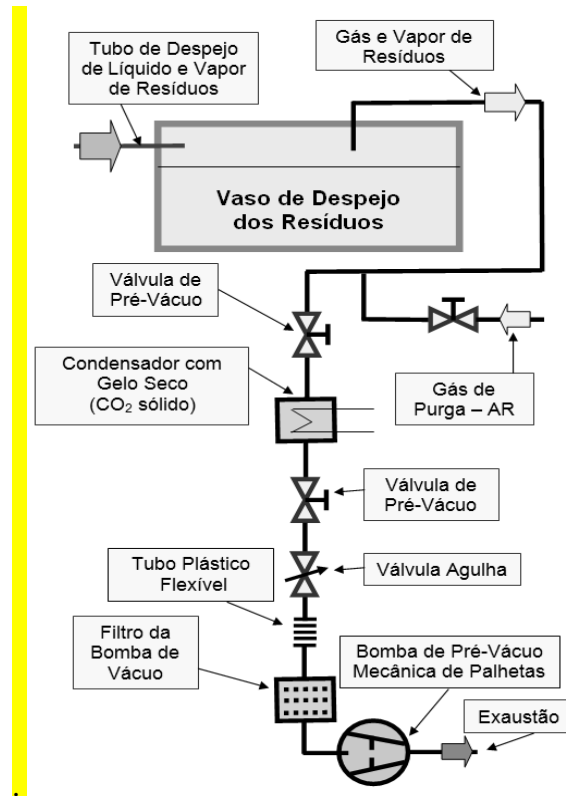


Figura 2: Sistema de vácuo para coleta de gases e vapores

O circuito de vácuo mostrado acima é composto pela linha de bombeamento, que nela transportará os gases e vapores com origem no vaso de despejo. Em seguida eles serão bombeados por uma bomba de vácuo mecânica de palhetas, passando, antes de alcançara a bomba de vácuo, por um condensador resfriado por gelo seco. No condensador serão aprisionados os vapores que têm origem no vaso de despejo.

A coleta dos gases e vapores na empresa Contemar durou cerca de 10 minutos e em seguida isolou o condensador por meio de duas válvulas.

O sistema foi transportado até o CTI Renato Archer – MCTI em Campinas e instalado em um sistema de alto-vácuo com analisador de gases residuais (RGA).

O esquema do segundo circuito de alto-vácuo é mostrado na figura a seguir.

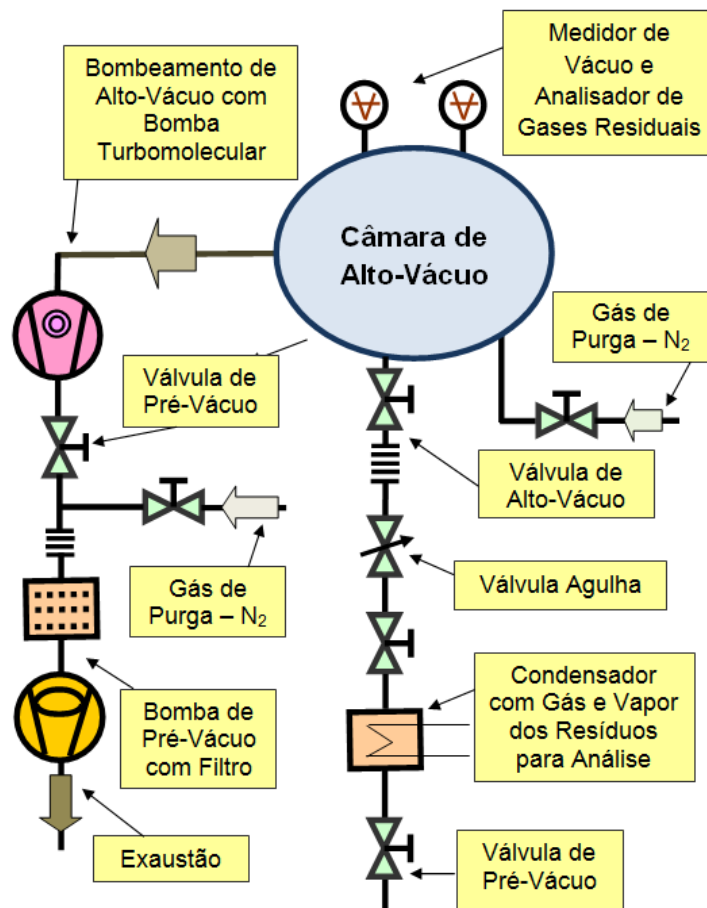


Figura 3: Esquema da bomba de alto-vácuo turbomolecular

Aqui é apresentado um bombeamento realizado pela bomba de alto-vácuo turbomolecular mostrada no esquema acima (figura 3), com pressão base de 10^{-7} mbar. Em seguida foi aberta vagarosamente a válvula agulha e o pequeno fluxo de gases e vapores foram analisados no RGA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeira análise:

Os gráficos das figuras abaixo representam os registros obtidos das coletas de gases realizadas nas saídas das autoclaves respectivamente de materiais perfuro-cortantes (figura 5) e materiais mistos (figura 6).

A análise foi inconclusiva em decorrência de problemas na coleta, uma vez que a concentração dos gases a serem identificados foi muito pequena, quase próximo do limite de detecção do equipamento.

As figuras 4,5 e 6 abaixo mostram respectivamente, o registro da leitura de fundo do RGA, antes da injeção dos gases no interior da seringa; após a injeção da seringa correspondente à coleta dos resíduos perfuro cortantes (Figura 5) e após a injeção correspondente aos resíduos da carga mista (Figura 6) .

Análise dos gases:

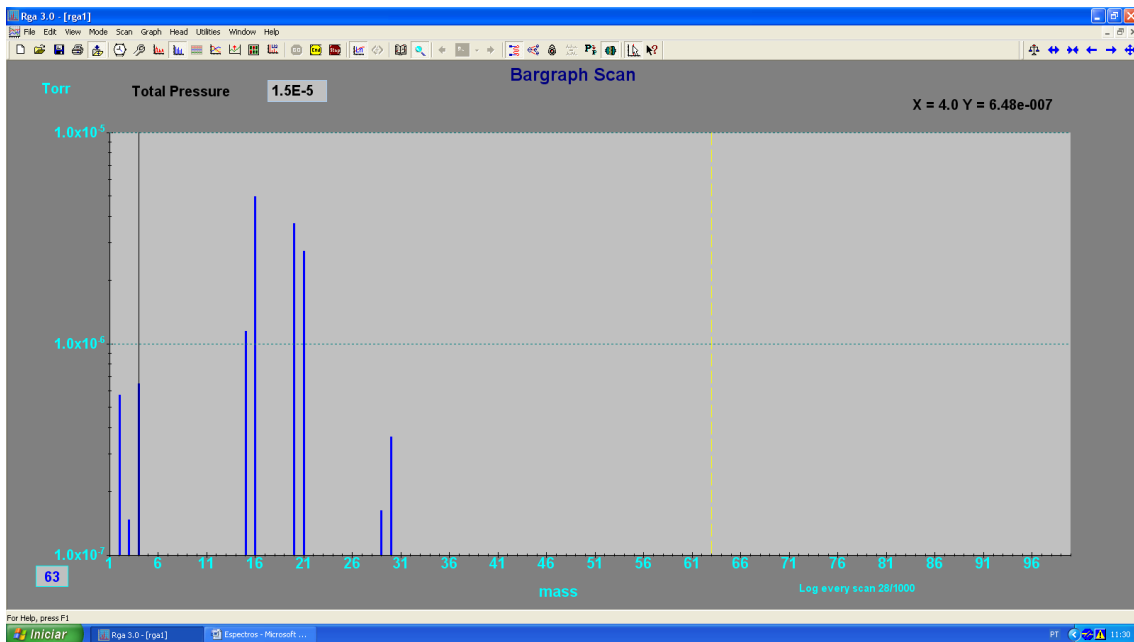


Figura 4: Gráfico de fundo antes de introduzir os gases analisado.

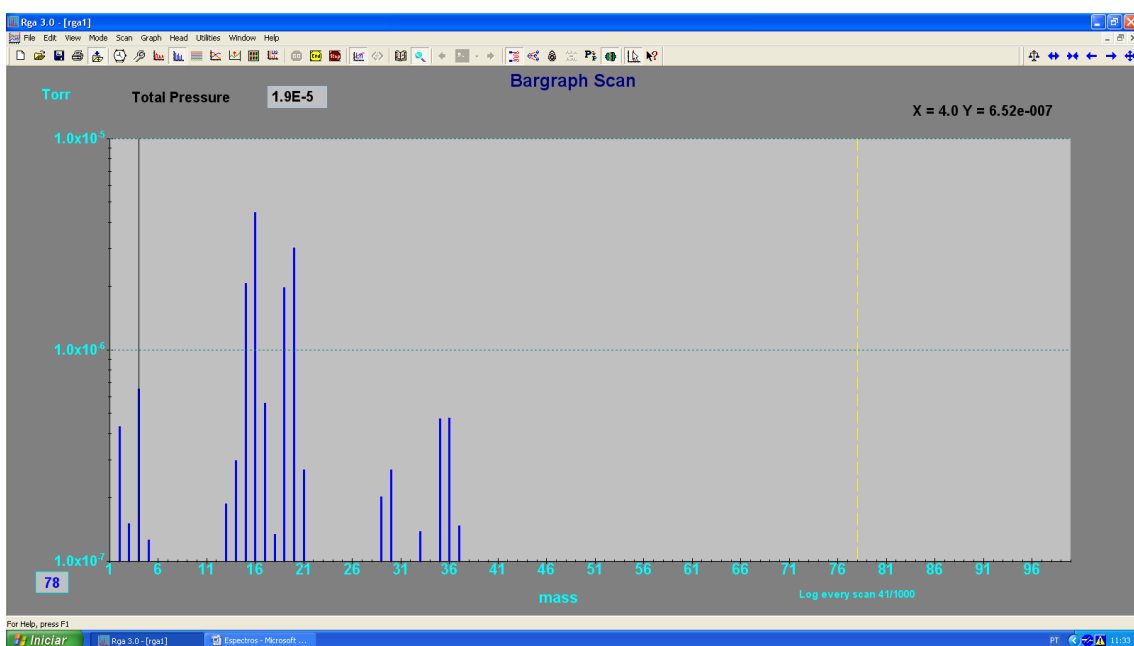


Figura 5: Gráfico após ser injetada a seringa com o gás da carga com perfuro cortante.

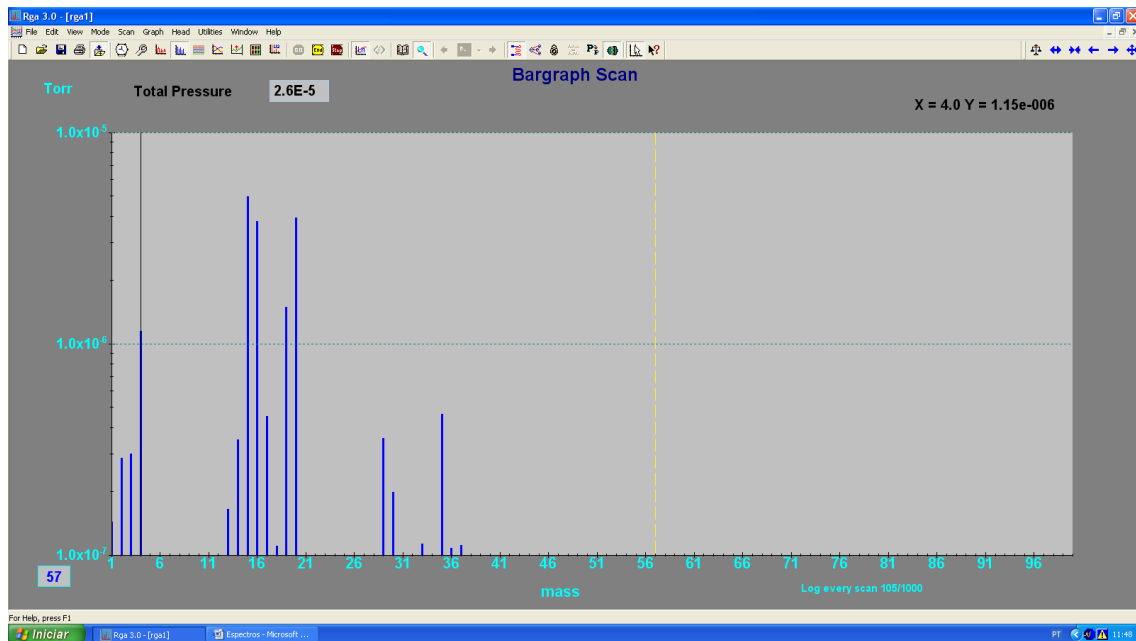


Figura 6: Gráfico após ser injetada a seringa com o gás da carga mista.

Segunda Análise:

A segunda coleta foi realizada com sistema de baixa pressão e temperatura, com o objetivo de concentrar os gases coletados à saída do efluente da autoclave, conforme demonstrado no esquema da figura 2 e 3. As leituras realizadas pelo RGA, são apresentadas abaixo (figuras 7 e 8).

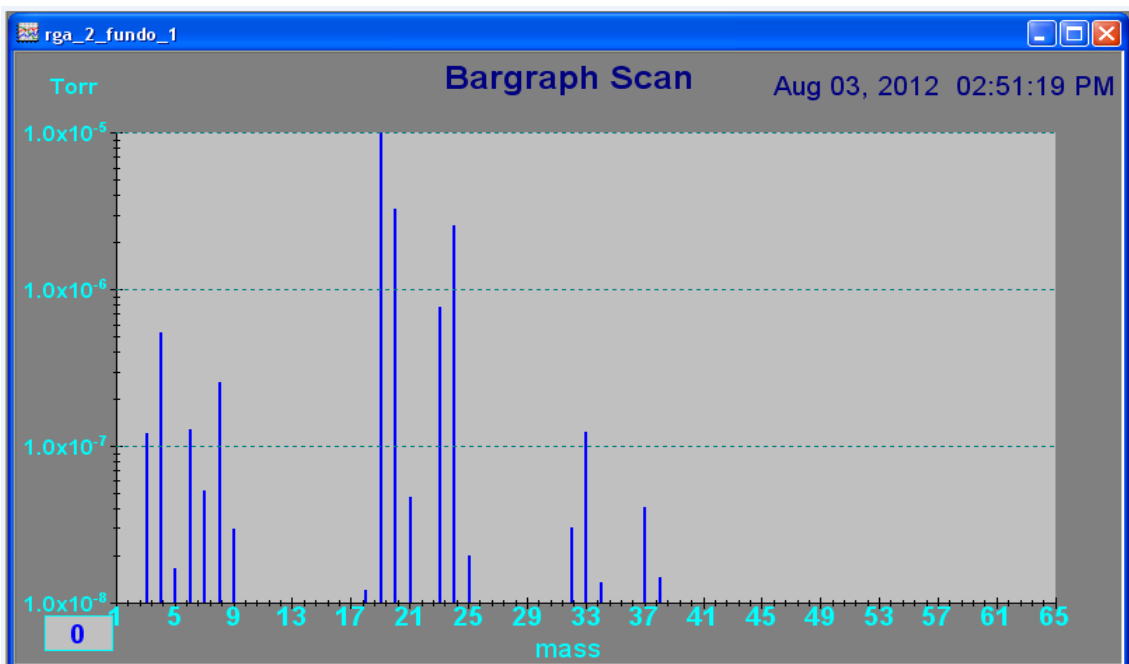


Figura 7: Espectro de fundo com escala de 65 unidades de massa atômica (u.m.a.).

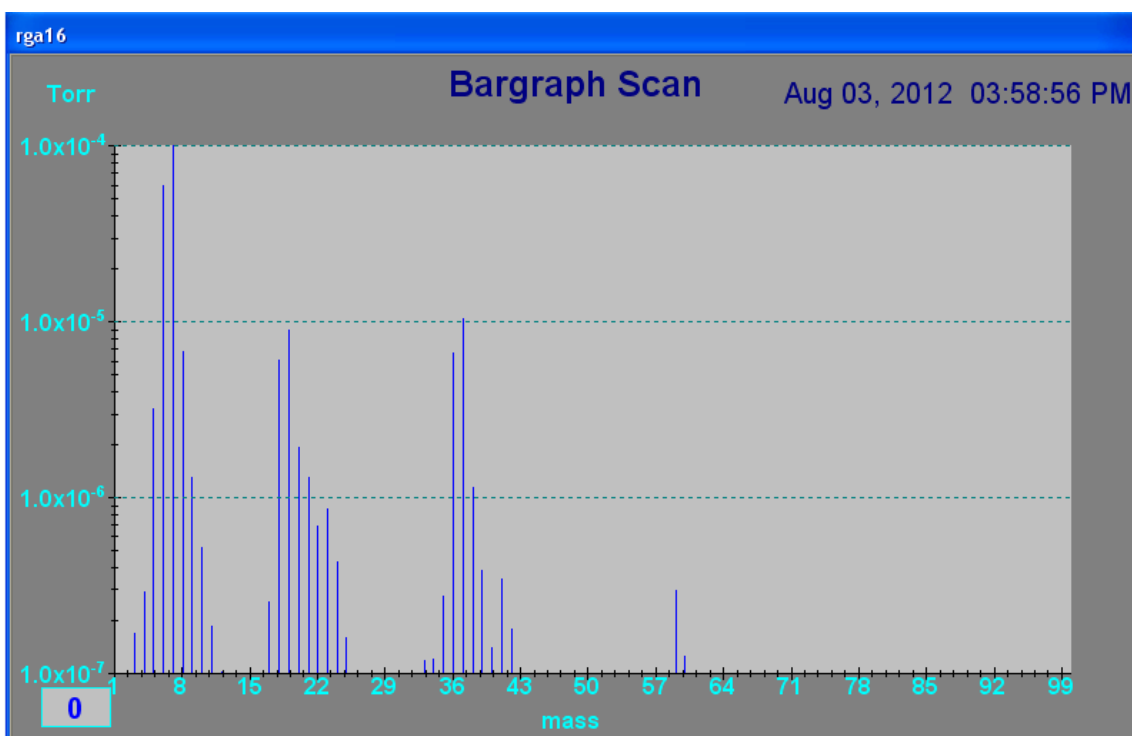


Figura 8: Espectro com a injeção de vapores do condensador com escala de 100 u.m.a.

CONCLUSÃO

Iniciando as determinações de vapores no tratamento de lixo hospitalar, foram tomadas amostras diretamente de uma ampola de injeção. Verificou-se, neste primeiro experimento, que as dosagens não foram suficientes para uma identificação no RGA (1 u.m.a – 200 u.m.a). Dada à situação de baixa concentração no primeiro experimento, isto é, pequena pressão parcial dos vapores a serem identificados. Propusemos então um arranjo experimental baseado na condensação dos vapores. Partimos da suposição que a pressão de vapor dos vapores é alta, sendo assim, utilizou-se um condensador resfriado com gelo seco (CO_2 sólido).

A tomada de vapor feita desta forma foi analisada e conseguiu-se, ainda de forma muito qualitativa, identificar picos que sugerem matéria orgânica (Figura 8).

As análises devem ser aprofundadas, considerando a calibração confiável do RGA, injeção de uma amostra conhecida de material gasoso orgânico para considerá-lo como padrão de medição, e expansão da escala de medição do RGA.

DIFICULDADES ENCONTRADAS:

A dificuldade foi que no período decorrido não houve inflorescências da planta *Tradescantia pallida*, na Fatec – Sorocaba, para a nova exposição conforme recomendação recebida da botânica especialista consultada, a fim de sobrepor os problemas relativos à falta de luminosidade do ambiente de estudo.

REFERÊNCIAS:

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 182 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) ISBN 85-334-1176-6, 1. Gerenciamento de resíduos. 2. Serviços de saúde. I. Título. II. Série, NLMWA.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 306, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2004. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/eisref/public/showAct.php?id=13554>>. Acesso em 15 de outubro de 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf>>

CARVALHO, M. I., SILVA, A. S. A. G., SANTOS, A. D. S.; JESUS, E. S. Monitoramento da Qualidade do AR no Estado do Rio de Janeiro. In: III Congresso Interamericano de Qualidade do Ar da AIDIS. Canoas, RS: 2003.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, *Conceito de Risco*. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/riscos/estudo/conceito.asp>>. Acesso em 03 de maio de 2008.

Contemar ambiental. Disponível em: < <http://www.contemar.com.br/servico> >. Acesso em 02 de maio de 2010.

Eleuterio, J.P.L.; Hamada, J.; Padim, A.F. Gerenciamento eficaz no tratamento de resíduos de serviço de saúde – Estudo de duas tecnologias térmicas. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A Integração de Cadeias Produtivas com a Abordagem da Manufatura Sustentável. Rio de Janeiro, R.J. Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

Ferreira JA, Anjos LA. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. Cad Saúde Pública 7: 689-96, 2001.

FONSECA, C.A.; PEREIRA, D.G. Aplicação da genética toxicológica em planta com atividade medicinal. Informa,16: 51-54, 2004.

FORMAGGIA, D.M.E. Resíduos de serviços da saúde. In: Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços da Saúde. São Paulo, 1995. p.3-13

GARCIA, L.P. and ZANETTI-RAMOS, B.G. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. Cad. Saúde Pública, 20:744-752. 2004.

JONES, E. P. Indoor Air Quality and Health. Atmospheric Environment: n° 33. p4535~4564, 1999.

LIMA, E.L.L. e DIAS, S.M.F. O Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde no Hospital Geral Clériston Andrade, Feira de Santana, Bahia. Disponível em: <[http://www.praticahospitalar.com.br/pratica%2042/pgs/materia %203442.html](http://www.praticahospitalar.com.br/pratica%2042/pgs/materia%203442.html)>, 2005. Acesso em 03 de agosto de 2009.

Marino CGG, El-Far F, Barsanti-Wey S, Medeiros EAS. Cut and puncture accidents involving health care workers exposed to biological materials. Braz J Infect Dis 5:235-42, 2001.

MA, T. H. *Tradescantia* cytogenetic tests (root-tip mitosis, pollen mitosis, pollen mother-cell meiosis). A report of the U. S. Environmental Protection Agency Gene-Tox Program. Mutation Research. v. 99, p. 293-302, 1982.

MA, T. H. *Tradescantia* micronuclei (Trad-MCN) test for environmental clastogens. In: Kolber, A.R.; Wong, T.K.; Grant, L.D.; DeWoskin, R.S.; Hughes, T.J., (Ed). In Vitro Toxicity Testing of Environmental Agents. Current and Future Possibilities. Part A: Survey of Test Systems. New York: Plenum Press, 1979b. p. 191-214

PASQUALETTO, A. Níveis de Poluição Atmosféricos em Goiás. In: III Congresso Interamericano de Qualidade do ar da AIDIS. Canoas, RS: 2003.

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoedevida/pnsb/default.shtm>>. Acesso em 02 de maio de 2010.

PICELI, P. C. Quantificação de Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos no Ar de Ambientes Ocupacionais. Universidade Estadual de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2005. Disponível em < <http://www.tede.ufsc.br/teses/PGEA0227.pdf>>. Acesso em 04 de maio de 2010.

PINTO, L.F.R.; FELZENSZWALB, I. Genética do câncer humano. In: RIBEIRO, L.R.; SALVADOR, D.M.F.; MARQUES, E.K. (Ed.) Mutagênese Ambiental. Editora da Ulbra: Canoas, 2003.

Rapparini C. Implementação de um programa de vigilância e instituição de quimioprofilaxia pós-exposição ocupacional ao HIV no Município do Rio de Janeiro [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1999.

Residual Gas Analysis (RGA). Disponível em: < <http://www.siliconfareast.com/rga.htm>>. Acesso em 03 de maio de 2010.

ROUQUAYROL, M. Z. & ALMEIDA FILHO, N., 1999. Epidemiologia & Saúde. Rio de Janeiro: Editora Medsi.

SCHNEIDER, V.E.; EMMERICH, R.C.; DUARTE, V.C.; ORLANDIN, S.M. Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde, 2. ed. rev. e ampl., Caxias do Sul, RS: Educs, 2004.

Silva, A.C.N.; Bernardes, R.S.; Moraes, L.R.S.; Reis, J.D.P. Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos sólidos de serviços de saúde: uma proposta de avaliação. Cad. Saúde Pública 18: 1401-1409, 2002.

SILVA, A. C. N., Indicadores de Contaminação Ambiental e Diretrizes Técnicas para Disposição Final de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde: Uma Abordagem Multidisciplinar. Dissertação de Mestrado, Brasília: Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. 2001

SILVA, J.; FONSECA, M. B. Estudos Toxicológicos no Ambiente e na Saúde Humana. In: SILVA, J.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J.A.P. (org.). Genética Toxicológica. Porto Alegre: Alcance, 2003. p. 70-84

SKARE, J.A.; SCHROTEL, K.R. Alkaline elution os rat testicular DNA: detection os DAN strand breaks after in vivo treatment with chemical mutagens. Mutation Research, 130: 295-303, 1984

TAVARES, Jr., M., PINTO, J. P., SOLCI, M. C. A Emissão de Hidrocarbonetos Policíclicos (HPAs) por veículos a disel. IN: III Congresso Interamericano de Qualidade do Ar da AIDIS. Canoas, RS: 2003.

VENTURA, B. DE C.; ANGELIS, D.F. MARIN-MORALES, M.A. Evidences of mutagenic and genotoxic action of the atrazine herbicide using *Oreochromis niloticus* as test system. Pesticide Biochemistry and Physiology, v. 90, p. 42-51, 2008

VIRTUAL CHEMBOOK, 2003. Disponível em <<http://www.elmhurst.edu/chm/vchembook/655cancer2.html>>. Acessado em 30/05/2008

VOGUEL, E.W.; Discussion Forum: Evaluation of potential mammalian genotoxins using *Drosophila*: the need for a change test strategy. *Mutagenesis*, v.2, p. 161-171, 1987.

YOUNG, R.R. Genetic toxicology: web sources. *Toxicology*, 173:103-121, 2002.