



ICTR 2004 – CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina

## DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE ORGANOCLORADOS POR MEIO DE OXIDAÇÃO SUBMERSA EM SAIS FUNDIDOS

Paulo Ernesto O. Lainetti  
Alcídio Abrão

PRÓXIMA



Realização:  
ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável  
NISAM - USP – Núcleo de Informações em Saúde Ambiental da USP





# DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE ORGANOCLORADOS POR MEIO DE OXIDAÇÃO SUBMERSA EM SAIS FUNDIDOS

Paulo Ernesto O. Lainetti<sup>2</sup>, Alcídio Abrão<sup>3</sup>

## RESUMO

A disposição final adequada de resíduos orgânicos perigosos tais como PCBs (bifenilas policloradas), pesticidas, herbicidas, resíduos hospitalares constitui um grave problema. Em algum ponto do seu ciclo de uso, estes rejeitos deverão ser destruídos, em razão do risco que representam para o ser humano, animais e plantas. A decomposição térmica tem sido comercialmente empregada na disposição de resíduos, principalmente a incineração, cuja característica mais importante é a combustão com chama. Contudo, a incineração convencional, como meio de destruição, apresenta algumas restrições, devido às emissões gasosas eventualmente geradas no processo. Uma alternativa à incineração, para o tratamento de uma vasta gama de resíduos perigosos, é a decomposição em banhos de sais fundidos, que consiste em uma oxidação submersa de materiais orgânicos que permite que as moléculas dos hidrocarbonetos sejam imediatamente oxidadas a dióxido de carbono e água na forma de vapor. Neste processo, o resíduo e o oxidante são misturados em um leito turbulento de sais em estado de fusão. Em virtude da ausência de chama, não é considerado um processo de incineração. Este trabalho descreve as atividades, no IPEN, para a construção de um equipamento de testes para estudos de decomposição de diferentes resíduos orgânicos perigosos. São apresentados os resultados obtidos na decomposição térmica de 1,2 dicloroetano, utilizado para simular um resíduo. As amostras dos gases produzidos na decomposição foram analisadas por meio de cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massa.

Palavras-chave: organoclorados, oxidação, sais fundidos.

<sup>2</sup> Engenheiro Metalurgista, Mestre - Ciclo do Combustível Nuclear e doutorando na área de Materiais do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares- IPEN-CNEN/SP, Chefe da Div. de Tecnologia Química e Ambiental CQMA/IPEN, Caixa Postal 11049 Tel. 3816-9331, São Paulo, Brasil E-mail: [lainetti@net.ipen.br](mailto:lainetti@net.ipen.br)

<sup>3</sup> Químico, Doutor em Ciências – IQUSP, Orientador em Pós-Graduação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP, Caixa Postal 11049 Tel. 3816-9330, São Paulo, Brasil. E-mail: [aabrao@net.ipen.br](mailto:aabrao@net.ipen.br)

## INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas, as preocupações da população mundial com a preservação do meio ambiente aumentaram consideravelmente. Estas preocupações têm sido traduzidas em mudanças profundas e de grande impacto nas legislações de vários países, nos diversos níveis de governo. Como consequência, os métodos mais tradicionais e baratos de disposição dos resíduos em aterros comuns, aterros sanitários e poços profundos, bastante difundidos no passado, vêm sendo substituídos sistematicamente por outros nos quais predominam preocupações não só com a redução da geração e/ou reutilização do resíduo, mas também com tratamentos de decomposição físico-química e biológica.

Historicamente, os poluentes orgânicos persistentes - POPs - "*persistent organic pollutants*", e outras substâncias de difícil destruição, têm sido gerenciados por meio de: 1- armazenamento; 2- estocagem em aterros; 3- Injeção em poços profundos e 4- queima em sistemas de combustão. Estes poluentes são constituídos, principalmente, por compostos químicos obsoletos como, por exemplo: solventes, tintas, pesticidas, óleo, materiais reativos e altamente energéticos (explosivos e propelentes), resíduos perigosos que contenham metais pesados, etc.

Um modo importante de contaminação do meio ambiente é o escape desses poluentes dos seus locais de armazenamento. Existe pouca literatura disponível quanto à eficácia dos métodos de armazenamento e disposição em aterros, com relação ao escape e vazamentos dos produtos químicos estocados. Além disso, a volatilização de POPs dos locais de estocagem é problemática, particularmente nos climas tropicais, devido às maiores temperaturas ambientes. Há agora um consenso mundial quanto à necessidade não só de identificar os estoques e locais de armazenamento de produtos químicos obsoletos e de resíduos contaminados com POPs, mas também de coletá-los e destruí-los adequadamente, de maneira a estancar a sua contínua migração para o ecossistema [1].

A redução do espaço disponível para a criação de aterros levou, nas últimas décadas, ao crescimento do interesse em processos de decomposição, como resposta à necessidade de redução do volume dos rejeitos. Além disso, o conceito predominante atualmente é que os resíduos, particularmente os perigosos, em algum ponto do seu ciclo de uso, deverão ser destruídos, em razão do risco que representam. Esta abordagem está bem definida na expressão em inglês "*cradle to grave*" (literalmente, "do berço ao túmulo"), que compreende desde a geração do resíduo perigoso até a sua disposição final.

A decomposição térmica tem sido comercialmente empregada na disposição de resíduos, principalmente a incineração, cuja característica mais importante é a combustão com chama. Além dos incineradores dedicados ao tratamento de resíduos, também são utilizados os fornos rotativos para produção de clínquer (fabricação de cimento), método conhecido como co-processamento de resíduos, além da queima em caldeiras industriais [2]. O conceito da utilização do fogo como agente de purificação é conhecido desde a pré-história, com resíduos agrícolas e domésticos sendo queimados a céu aberto, no solo ou em buracos, prática que ainda é bastante comum em diversos países.

A incineração pode ser definida como a queima controlada de substâncias em uma área fechada. Durante a queima, os resíduos são introduzidos na câmara de combustão do incinerador. À medida que os resíduos são aquecidos, eles são convertidos de sólidos ou líquidos em gases. Estes gases passam através da chama e são aquecidos ainda mais. Eventualmente, os gases tornam-se tão quentes que os componentes orgânicos presentes nos gases são decompostos nos respectivos

átomos constituintes. Estes átomos combinam-se com oxigênio e formam gases estáveis, que são liberados para a atmosfera após a passagem por dispositivos de controle da poluição atmosférica [3].

Há três fatores críticos na combustão em um incinerador: 1- a temperatura da câmara de combustão; 2- o tempo de residência em que os resíduos são mantidos a alta temperatura e 3- a turbulência, ou intensidade da mistura, dos resíduos com o ar. Embora a incineração seja uma técnica disseminada para disposição de rejeitos combustíveis, uma desvantagem do processo são as suas elevadas temperaturas de operação. Além disso, alguns problemas associados à incineração decorrem da ineficiência com que as espécies químicas reagentes são colocadas em contato direto com o oxigênio, o que provoca a necessidade do uso de excesso de oxigênio e combustível auxiliar, com impacto nos custos operacionais [4].

Contudo, a incineração convencional e o co-processamento, como meios de destruição, apresentam algumas restrições, considerando-se a tendência atual, por parte dos organismos ambientais, de implantar legislação mais restritiva quanto às emissões geradas nos processos de destruição de resíduos. As tecnologias de incineração têm falhado quanto ao atendimento de alguns critérios de desempenho. De fato, têm sido identificadas como uma das principais fontes pelas quais POPs e substâncias perigosas têm sido liberadas no meio ambiente. Para proporcionar uma proteção adequada da população e da vida selvagem, local ou em regiões remotas, as tecnologias utilizadas para destruição dos estoques de POPs devem atender a alguns critérios técnicos fundamentais quanto ao seu desempenho.

O tratamento de resíduos contendo cloro constitui um problema particularmente mais sério. O cloro é encontrado na natureza principalmente na forma de sal (cloreto de sódio), um composto estável que é essencial a alguns dos processos naturais. Com a utilização intensa de eletricidade, a indústria química pode alterar a estabilidade dos compostos de cloro, criando compostos extremamente reativos contendo este elemento e que não são comuns na natureza. O uso industrial do cloro resulta na formação de produtos e rejeitos, alguns dos quais são tóxicos para a vida selvagem e seres humanos. Por exemplo, o gás cloro foi usado na I Guerra Mundial para matar e mutilar soldados. Quando colocado em contato com moléculas orgânicas, o cloro forma ligações fortes com os átomos de carbono, criando novas substâncias denominadas organoclorados. Alguns organoclorados são tóxicos, persistentes e/ou bioacumuláveis. Organoclorados são úteis à indústria porque eles tendem a ser muito estáveis e resistentes aos processos naturais de degradação. Mas isto também significa que eles podem persistir no meio ambiente por décadas, movendo-se na cadeia alimentar (geralmente, os níveis mais altos de contaminação ocorrem no topo da cadeia alimentar), já que são lipossolúveis [5].

Alguns produtos da combustão incompleta – PCIs - de organoclorados, identificáveis nas emissões dos processos de decomposição, são as dioxinas e os furanos. Dibenzodioxinas policloradas (PCDDs) e dibenzofuranos policlorados (PCDFs) são grupos de substâncias extremamente tóxicas, sendo possível a formação de 75 tipos de compostos diferentes (isômeros ou congêneres) no primeiro caso e 135 no segundo [6].

As evidências dos impactos da operação dos incineradores, e sistemas de combustão similares, na saúde do público e no meio ambiente, vêm ocasionando forte oposição à incineração. Este fator, assim como um aumento das exigências quanto ao controle das emissões gasosas e outros resíduos, tem encorajado o desenvolvimento de outras tecnologias de destruição de resíduos. Algumas das

tecnologias desenvolvidas mais recentemente [1,2,6,7] oferecem vantagens significativas, em termos de desempenho, quando comparadas aos processos de decomposição em incineradores e fornos de cimento, sendo citadas a seguir:

- Redução química em fase gasosa – “*Gas-phase Chemical Reduction*” - Hidrogênio reagindo com os compostos orgânicos clorados a altas temperaturas;
- Oxidação eletroquímica – “*Electrochemical Oxidation*” – Em baixas temperaturas, oxidantes gerados eletroquimicamente reagem com os organoclorados;
- Elétrons solvatados – “*Solvated Electron Process*” – Elétrons livres em uma solução de elétrons solvatados convertem os contaminantes em substâncias praticamente inofensivas e sais;
- Oxidação em água em estado supercrítico – “*Supercritical Water Oxidation*” – Organoclorados e outros materiais são oxidados em água a alta pressão e a alta temperatura;
- Hidrogenação catalítica – “*Catalytic Hydrogenation*” – Organoclorados reagem com hidrogênio na presença de catalisadores de metais nobres, formando cloreto de hidrogênio e hidrocarbonetos leves;
- Remoção de cloro em catálise básica – “*Base-catalyzed Dechlorination*” – Organoclorados reagem com polietileno glicol alcalino, formando éter glicol e/ou um composto hidroxilado (que requer tratamento posterior) e um sal;
- Ultra-som – “*Ultrasonic Technology*” – Redução na concentração de PCBs em solos e água com o uso de ultra-som;
- Processo oxidativo avançado – “*Advanced Oxidative Process*” – Utilização de O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, luz UV (ultravioleta), elétrons, ferro ou outros compostos oxidantes para degradar PCBs e VOCs – compostos orgânicos voláteis. Os agentes oxidantes produzem radicais livres que destroem os materiais orgânicos;
- Degradação fotoquímica – “*Photochemical Degradation*” – Energia proveniente da luz solar é utilizada para degradar compostos orgânicos por decomposição térmica ou reações fotoquímicas;
- Tecnologias integradas de dessorção térmica- “*Thermal Desorption Integrated Technologies*” - tecnologias de pré-tratamento de resíduos contendo organoclorados, que preparam o material para posterior tratamento final utilizando outra tecnologia;
- Tecnologias biológicas – “*Biological Technologies*” – A degradação dos compostos organoclorados presentes, principalmente em solos, ocorre pela ação de microorganismos, tanto os naturais como os geneticamente modificados;
- Oxidação com Plasma – “*Plasma Arc*” – Organoclorados e outros materiais são oxidados a temperaturas muito altas, geradas por gases submetidos a um arco elétrico, com a formação de plasma. Este processo apresenta algumas variantes;
- Oxidação em metal fundido – “*Molten Metal Oxidation*” – contendo metais em fusão (por exemplo, em aço líquido);
- Oxidação em escória fundida – “*Molten Slag Oxidation*” - Organoclorados e outros materiais são oxidados em um vaso de um forno elétrico a arco, introduzidos na camada de escória sobrenadante (acima do aço líquido);
- Oxidação em sais fundidos – “*Molten Salt Oxidation*” - organoclorados e outros materiais são oxidados em um vaso contendo sais em fusão como, por exemplo, carbonato de sódio.

Cabe ressaltar que a existência de uma gama tão grande de alternativas em desenvolvimento é uma evidência de que cada método apresenta limitações e/ou incertezas (ao menos nos estágios em que se encontram).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Uma alternativa à incineração, para o tratamento de uma vasta gama de resíduos perigosos ou não, é a decomposição por meio da oxidação em banhos de sais fundidos – MSO – “Molten Salt Oxidation”. A técnica consiste em uma oxidação submersa de materiais orgânicos que permite que as moléculas dos compostos sejam imediatamente oxidadas a dióxido de carbono e água na forma de vapor. Neste processo, o resíduo e o oxidante (normalmente ar) são misturados em um leito turbulento de sais em estado de fusão. Neste caso, a oxidação ocorre em temperaturas mais baixas que na incineração convencional [8,9].

A oxidação em sais fundidos foi desenvolvida nos anos 50, pela Rockwell International para a U.S. Atomic Energy Commission. Inicialmente, foi desenvolvida para atividades do ciclo do combustível nuclear não voltadas à destruição de resíduos [10]. Apesar de o desenvolvimento inicial ter ocorrido nos anos 50, a técnica foi abandonada devido à disseminação de incineradores e o seu emprego na destruição de resíduos a um custo relativamente baixo, preocupações ambientais menos severas, além da tendência de estocar resíduos, em vez de dispô-los adequadamente. Por isso, o desenvolvimento da técnica permaneceu estagnado. Recentemente, face ao enfoque mais restritivo nas questões ambientais, o interesse no processo tem sido renovado.

Na oxidação em sais fundidos, um sal alcalino fundido como, por exemplo, carbonato de sódio -  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – é usado na conversão de um material orgânico e oxigênio em água e dióxido de carbono. O sal, sendo de natureza alcalina, “lava” e neutraliza quaisquer gases ácidos como, por exemplo,  $\text{SO}_3$  e  $\text{HCl}$  anidro (cloridreto), eventualmente produzidos na oxidação, retendo-os na forma dos sais correspondentes:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{NaCl}$ . Átomos como flúor, cloro, bromo, iodo, enxofre, fósforo e arsênio, presentes no resíduo orgânico, reagem com o sal fundido para formar os sais normais correspondentes:  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaAsO}_2$  ou  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ . Estes são retidos no banho como sais inorgânicos, em vez de serem liberados como gases e/ou partículas na atmosfera. Elementos metálicos, radioativos ou não, reagem com o sal fundido e o oxigênio, formando óxidos metálicos ou sais, e são retidos no banho como cinzas, evitando-se os processos de lavagem dos gases de saída e, conseqüentemente, a geração de resíduos líquidos.

A temperatura de operação do processo de sais fundidos é determinada pela combinação de limitações físicas e químicas. O limite inferior de temperatura é determinado pelo ponto de fusão da mistura salina. O limite superior é determinado pela volatilidade do sal fundido e pela corrosão dos componentes da unidade. Os compromissos entre eficácias de destruição aceitáveis, volatilidade do sal e fatores de corrosão resultam em uma faixa de temperaturas de operação entre 850 °C e 1000 °C [10]. Na figura 1, pode ser observado um esquema do processo.

Optou-se, no IPEN, pelo desenvolvimento do processo de oxidação submersa em sais fundidos. Para a execução desse estudo no IPEN, foi projetado e construído um equipamento de testes para oxidação em sais fundidos, que possibilita a decomposição de uma vasta gama de resíduos orgânicos perigosos.

O equipamento consiste de um sistema de aquecimento resistivo com potência total superior a 11 kW e de um vaso (reator) construído em liga de Ni-Cr-Fe (Inconel™ 600), com altura de 1000 mm e diâmetro interno de 188 mm e externo 200



mm. Foi desenvolvido um sistema pressurizado para introdução de resíduos líquidos e gasosos no reator, constituído de reservatório e lança de injeção, esta última também confeccionada em Inconel. Na figura 2, podem ser observados o vaso do reator, o sistema de aquecimento e o reator contendo o sal em fusão a 1000 °C.

Foram realizados testes de queima com dicloroetano –  $(CH_2)_2Cl_2$  – puro para simular um resíduo organoclorado. Foram utilizados nos testes cerca de 38 litros de dicloroetano, para os quais não havia perspectiva de utilização e que permitiram que se dispusesse de uma substância pura para os experimentos. Como vantagem adicional, a presença de átomos de cloro facilitaria a identificação posterior, por espectrometria de massa, dos fragmentos moleculares eventualmente presentes.

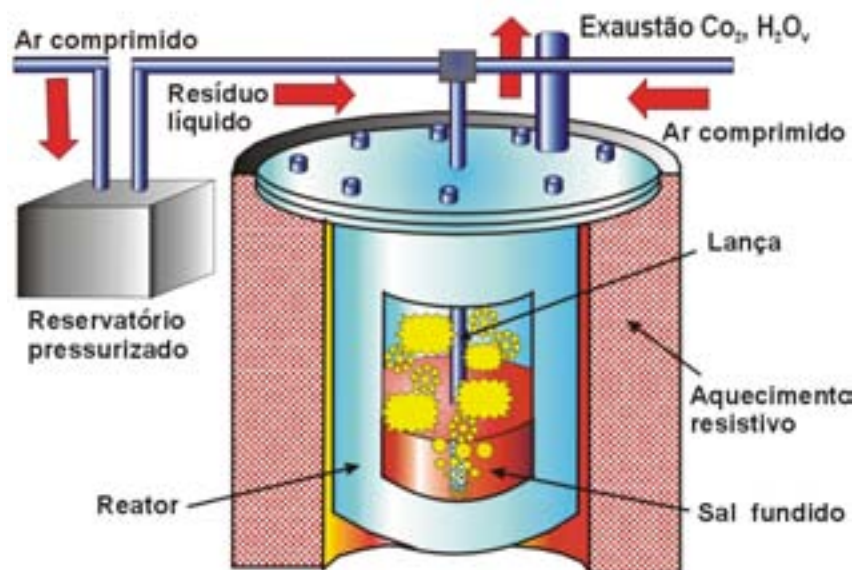


Figura 1: Desenho esquemático do processo de oxidação em sais fundidos.

O carbonato de sódio,  $Na_2CO_3$ , utilizado nos testes não possui pureza especial. O material é o mesmo utilizado em processos de produção em larga escala, comercialmente designado como barrilha leve e fornecido pela Usiquimica. A massa específica aparente do material é de  $550 \text{ kg/m}^3$ . A fração da massa do material com tamanhos de partícula abaixo de 1 mm (passante em malha 18 #) foi de 97,15 %. A caracterização química do material pode ser observada na Tabela 1.



Figura 2: Sistema de aquecimento (esq.), vaso do reator e reator com sal a 1000 °C.

Os testes de decomposição do dicloroetano foram realizados inicialmente mantendo-se a temperatura do banho constante a 950 °C (carbonato de sódio puro) e a profundidade de injeção de 70 cm (equivalente à altura do banho salino). A configuração adotada para a lança de injeção foi a montagem com dois tubos concêntricos e um bocal nebulizador localizado na extremidade superior. O tubo interno é utilizado para a introdução de uma mistura ar-resíduo, sendo o externo utilizado para ar ou ar-oxigênio, permitindo o ajuste do volume total de oxigênio injetado. A vazão de dicloroetano foi mantida constante em 25 mL/min, controlada por meio de rotâmetro calibrado. Os volumes de ar, ou ar/oxigênio, das lanças interna e externa também são controlados por meio de rotômetros. Variou-se a quantidade de oxigênio introduzida, desde uma condição hipoestequiométrica - 10 % até 20 % de excesso em relação ao valor estequiométrico teórico.

Tabela 1: Caracterização química do carbonato de sódio utilizado.

| Componente | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | NaCl | Sulfatos | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Insolúveis* em H <sub>2</sub> O |
|------------|---------------------------------|------|----------|--------------------------------|---------------------------------|
| % *        | 99,61                           | 0,16 | 0,04     | 0,001                          | 0,006                           |

\* porcentagens em massa fornecida pela empresa no certificado de análise,

A eficácia do processo foi analisada em termos de composição dos gases provenientes da queima, ou seja, redução da presença de fragmentos moleculares orgânicos nos gases resultantes do processo com a variação dos parâmetros importantes, por meio de espectrometria de massa GC/MS. O método de amostragem utilizado foi a coleta dos gases provenientes da decomposição, com seringa cromatográfica com 30 µL de capacidade, por meio de um septo instalado no duto de exaustão. A análise foi realizada em espectrômetro de massa Varian Saturn 3 acoplado a um cromatógrafo Varian Star 3400 série CX - CG/MS. A retirada de amostra e a introdução no equipamento analítico podem ser observadas na figura 3.



Figura 3: Retirada de amostra - decomposição dicloroetano - e análise no CG/MS.

## RESULTADOS

Na tabela 2 são apresentados resultados dos testes de decomposição do dicloroetano com variação da quantidade de oxigênio. Os valores das contagens foram obtidos da área dos picos dos espectros de massas. Na figura 4, é apresentado um gráfico que ilustra de forma inequívoca a influência do excesso de oxigênio na eficácia da destruição.

As propriedades do carbonato de sódio, antes e após a decomposição de 38 litros do dicloroetano (sendo a massa inicial de carbonato de sódio do banho de



cerca de 40 kg), podem ser observadas na figura 5. O gráfico foi obtido por meio de análise termogravimétrica, realizada em equipamento Mettler Toledo TGA/SDTA 851e.

Tabela 2: Decomposição de 1,2 dicloroetano –  $(CH_2)_2Cl_2$  – em  $Na_2CO_3$  a 950 °C.

| $T_r(min)$ | Composto                                                      | Fórmula molecular | Massa Molec. | Área dos picos (excesso de $O_2$ ) |        |       |      |
|------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|------------------------------------|--------|-------|------|
|            |                                                               |                   |              | -10%                               | 0%     | +10 % | +20% |
| 4,87       | 1-Deceno, 4-Metil                                             | $C_{11}H_{22}$    | 154          | 60558                              | 11010  | 909   | -    |
| 6,89       | Tetracontane, 3,5,24 Trimetil                                 | $C_{43}H_{88}$    | 604          | 1775078                            | 108269 | 28753 | -    |
| 7,26       | Ester Didecílico do Ácido Decanóico                           | $C_{30}H_{58}O_4$ | 482          | 974273                             | 81453  | 28232 | -    |
| 7,49       | 1-Octanol, 2-Butil                                            | $C_{12}H_{26}O$   | 186          | 3108147                            | 240582 | 92612 | -    |
| 9,69       | ester bis(2-Metil Propil) do 1,2 Ácido benzeno-dicarboxílico, | $C_{16}H_{22}O_4$ | 278          | 42921                              | 14737  | 4174  | -    |
| 10,33      | Ftalato dibutílico                                            | $C_{16}H_{22}O_4$ | 278          | 10828                              | 9160   | 2932  | -    |

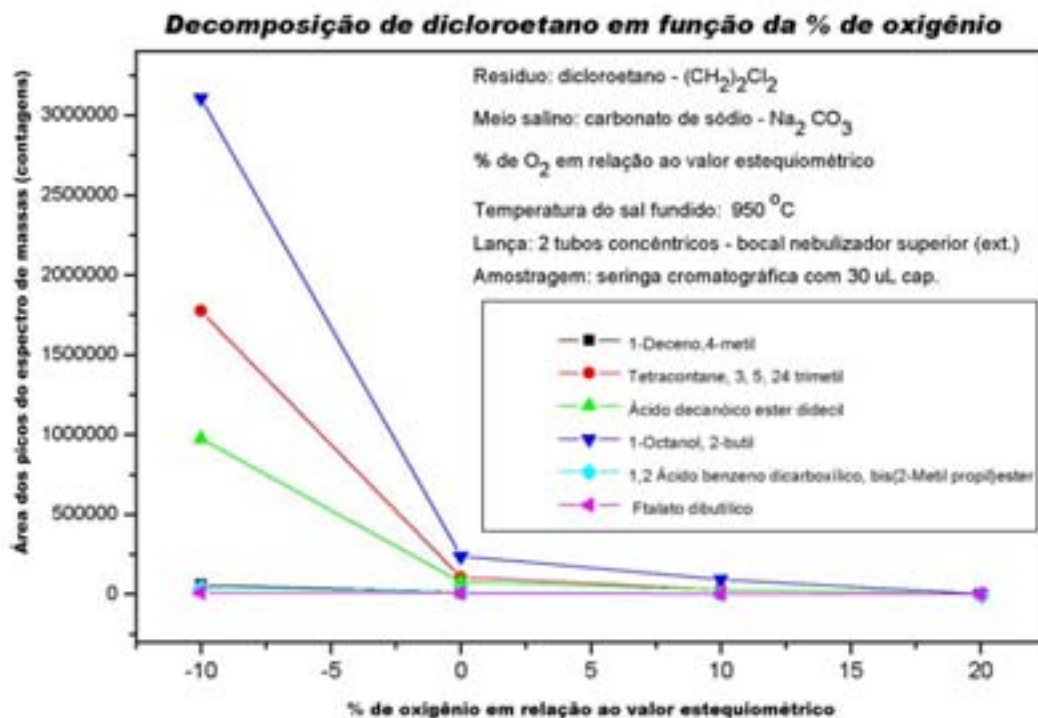
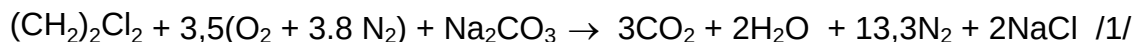


Figura 4: Influência da quantidade de oxigênio na decomposição de dicloroetano.

## DISCUSSÃO

O resultado mais significativo obtido foi a ausência de compostos contendo cloro na queima de 1,2 dicloroetano, mesmo nas condições mais adversas, ou seja, com 10 % de oxigênio a menos que a quantidade estequiométrica. Em outras palavras, verificou-se que o sal retém efetivamente o cloro (provavelmente como cloreto de sódio). A reação provável ocorrendo é a que segue /1/:



O efeito deletério no banho salino, causado pela destruição térmica de um organoclorado (queima de 1,2 dicloroetano), foi comprovado por meio de análise em balança termogravimétrica. Verificou-se que o acúmulo de cloreto de sódio tem um efeito deletério gradual sobre o carbonato, implicando na necessidade de substituição do banho salino após o processamento de determinadas quantidades de resíduos clorados. Observou-se no TGA uma queda acentuada na temperatura de início de decomposição do sal, em amostra de sal obtida após a destruição térmica de cerca de dicloroetano.

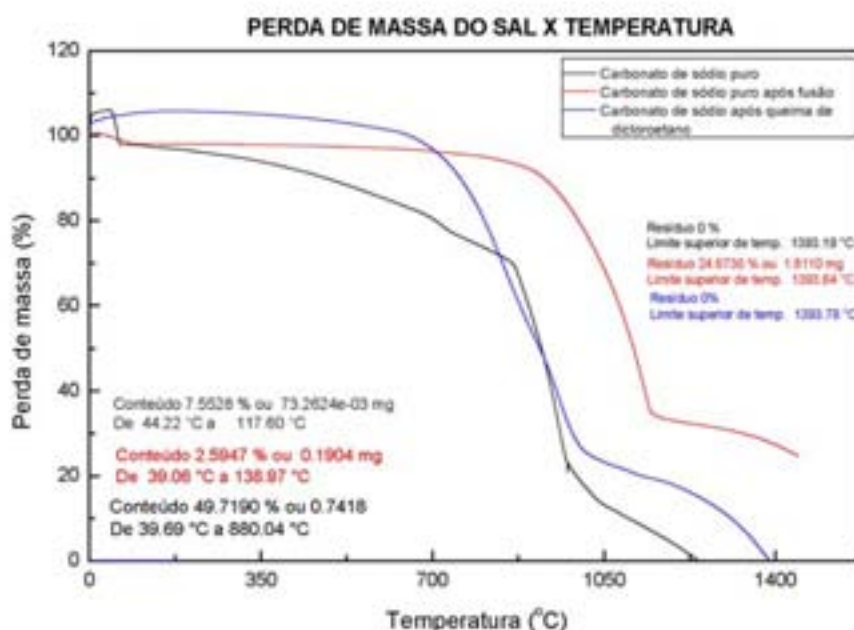


Figura 5: Análise termogravimétrica – TGA de três condições da massa salina: puro, após fusão e após queima de dicloroetano.

## CONCLUSÕES

O processo desenvolvido ainda se encontra em um estágio laboratorial. Contudo, os resultados mostraram-se extremamente promissores, já que não foram identificados compostos de cloro nos gases provenientes do processo, mesmo nas condições mais adversas, ao menos dentro dos limites de detecção das técnicas de amostragem e analítica empregadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GREEPEACE, Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants, ISBN 90-73361-47-8, October, 1998.
- [2] SCHWINKENDORF, W.E., MUSGRAVE, B.C., DRAKE, R.N., Evaluation of Alternative Nonflame Technologies for Destruction of Hazardous Organic Waste, INEL/EXT-97-00123, Idaho National Engineering Laboratory, Idaho Falls, April 1997.

- [3] U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Hazardous Waste Incinerators, EPA530-R-99-052 PB2000-101 892, February, 2000.
- [4] U.S. STEEL CORPORATION. Bach, R. D. and Nagel, C. J. Destruction of Toxic Chemicals, U S. Patent 4,574,714, Jun. 10, 1985, Mar.11, 1986.
- [5] Greenpace Comments on Chlorine, disponível em: <[http:// www.envirosmart.com.au/water/chlorine](http://www.envirosmart.com.au/water/chlorine)>, Acesso em: 27/06/2003.
- [6] A Report on the Hazardous Waste Incineration Crisis, disponível em: <<http://www.greenpaceusa.org/media/publications/toxics/international/inciner.txt>>, Acesso em: 09/09/2003.
- [7] RAHUMAN, M.S.M. M., PISTONE, L., TRIFIRÓ, F., MIERTUS, S., Destruction Technologies for Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Proceedings of Expert Group Meetings on POPs and Pesticides Contamination, UNIDO Publications, Nov., 2000.
- [8] COOLEY, C., KNIGHT, G. Review of Molten Salt Oxidation at LLNL, October 14, 1998. Office of Science and Technology, Department of Energy, United States Government, Memorandum to EM-50 / DOE, December 17, 1998.
- [9] NAVRATIL, J. D., STEWART A. E. Waste Treatment Using Molten Salt Oxidation, Nukleonika Vol. 41 No. 4, pg 29-42, October 14,1996.
- [10] STELMAN, D., GAY, R. L., Fundamental Chemical and Process Differences Between Molten Salt Oxidation and Incineration, Canoga Park, CA – US. Rockwell International, Rockwell International Internal Report, August, 1993.

### ABSTRACT

The suitable final disposal of hazardous organic wastes such as PCBs (polychlorinated biphenyls), pesticides, herbicides and hospital residues constitutes a serious problem. In some point of its lifecycle, these wastes should be destroyed, in reason of the risk that they represent for the human being, animals and plants. The thermal decomposition has been used commercially in the waste disposal, mainly the incineration, whose most important characteristic is the combustion with flame. However, the conventional incineration, as way of destruction, presents some restrictions, due to the gaseous emissions eventually generated in the process. An alternative to the incineration, for the treatment of a vast range of dangerous wastes, is the decomposition in molten salt baths. It consists of a submerged oxidation of organic materials that allows that the hydrocarbon molecules are immediately oxidized to carbon dioxide and water in the vapor form. In this process, the waste and the oxidizer are mixed in a turbulent bed of molten salts. Due the flame absence, it is not considered an incineration process. This work describes the activities, in IPEN, for the construction of an equipment of tests for decomposition studies of different hazardous organic wastes. The results obtained in the thermal decomposition of 1,2-dichlorethane, used to simulate a waste, are presented. The samples of the gases produced in the decomposition were analyzed by gas chromatography coupled to mass spectrometer.

Key words: organochlorides, oxidation, salts, molten.