

## **UTILIZAÇÃO DE ULTRAVIOLETA E FEIXE DE ELÉTRONS NA TECNOLOGIA DE CURA DE TINTAS, VERNIZES E REVESTIMENTOS. SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS.**

*Luiz Carlos Lucietto, Antônio Carlos S. Campos, Ninian Richardson e Maria Cristina Rosa Yamasaki - (Associação Técnica Brasileira de Cura por Radiação) - Brasil*

## **ULTRAVIOLET AND ELECTRON BEAM USAGE IN PAINT AND VARNISH CURE TECHNOLOGY. PRESENT SITUATION AND FUTURE TRENDS**

*Luiz Carlos Lucietto, Antônio Carlos S. Campos, Ninian Richardson and Maria Cristina Rosa Yamasaki - (Associação Técnica Brasileira de Cura por Radiação) - Brasil*

A cura de tintas, vernizes, revestimentos e adesivos por radiação ultravioleta e feixe de elétrons de baixa energia apresenta vantagens muito importantes do ponto de vista industrial, quando comparada aos processos térmicos convencionais que utilizam pré-polímeros dispersos em compostos orgânicos voláteis (VOC'S). Os materiais curáveis por radiação são constituídos por 100% de sólidos e, por essa razão, durante o processo a liberação de solventes para a atmosfera é drasticamente reduzida. A alta produtividade, o baixo consumo de energia, a alta qualidade dos produtos curados e o reduzido dano ao meio ambiente, entre outras vantagens, tem resultado em um crescimento anual constante da aplicação dessa tecnologia em uma média de 10% a 15%, desde o início da década de 70, nos mais importantes países da América do Norte, Europa e Ásia.

No Brasil, a utilização de cura por radiação iniciou-se nos anos 60, na indústria de revestimento de madeira e tem apresentado um crescimento diferenciado nas suas várias áreas de aplicação.

Esse trabalho tem como objetivo mostrar a situação atual da cura por radiação no Brasil, nos diferentes campos de aplicação industrial tais como, artes gráficas, revestimento de madeira, embalagens e adesivos, mostrando o número de linhas instaladas e o consumo anual de materiais curáveis por radiação. São discutidos também os fatores que favoreceram um maior crescimento desta tecnologia, bem como os problemas mais comuns encontrados na sua utilização.

### **ABSTRACT**

The curing of inks, varnishes, coatings and adhesives by means of ultraviolet radiation and low energy electron beam presents many important advantages from the industrial point of view in comparison to the conventional thermal processes which use pre-polymers dispersed in volatile organic compounds. Radiation curable materials are composed of 100 % solids. Due to this reason, the liberation of solvents during the process is drastically reduced. The high productivity, the low energy consumption, the high quality of cured products and the reduced environment damage, among other advantages, have resulted in the constant annual growing of the application of such technology in an average of 10 % to 15 % since the beginning of the 70's in most important countries of North America, Europe and Asia.

In Brazil, the use of radiation curing started in the 60's within the wood coating industry and has achieved considerable growth in its various applications.

The aim of this work is to show the present situation of the radiation curing in Brazil in the different fields of the industrial application: graphic arts, wood coatings, packagings and adhesives. This article shows the quantity of lines installed and the annual consumption of radiation curable materials and discusses not only the factors that favored the growth of this technology but also the most common problems encountered during its employment.

## 1-INTRODUÇÃO

A conversão instantânea de um líquido reativo em um sólido, quando exposto às radiações ultravioleta (UV) ou feixe de elétrons (EB), é um processo bem estabelecido comercialmente nas áreas de aplicação de tintas, vernizes, adesivos e revestimentos por aproximadamente 30 anos.

Desde o início da sua utilização, a tecnologia de cura por radiação tem apresentado um crescimento mundial de mercado constante e hoje em dia, este processo é utilizado em segmentos bem definidos como o revestimento de madeira e seus derivados, artes gráficas, componentes eletroeletrônicos e adesivos. Este crescimento contínuo de mercado é consequência das diversas vantagens apresentadas pela cura por UV/EB quando esta técnica é comparada aos processos convencionais de cura pelo calor.

Entre os principais benefícios oferecidos pela tecnologia, temos a alta produtividade apresentada pelo processo, produtos curados com excelentes propriedades físico-químicas e mecânicas finais e também, as vantagens de preservação do meio ambiente tais como, a eliminação da emissão de compostos orgânicos voláteis para a atmosfera, o baixo consumo de energia e a segurança oferecida aos trabalhadores envolvidos no ambiente de trabalho.

Entretanto, apesar desse crescimento constante do volume de material curável por radiação produzido em todo mundo, o grau de penetração dessa tecnologia na indústria de revestimentos

ainda é muito pequeno. De acordo com Elias (1), a cura por UV/EB representava até 1993, uma fatia de cerca de somente 2% de todo mercado global de tintas, vernizes, adesivos e revestimentos. Alguns fatores impediram a penetração dessa tecnologia em algumas áreas de aplicações como, a toxicidade apresentada pelos monômeros e oligômeros, a dificuldade de curar sistemas espessos altamente pigmentados, custos apresentados pelos equipamentos de cura UV/EB, além do próprio preconceito proveniente do desconhecimento do uso das radiações.

Nos últimos anos entretanto, a química envolvida na produção de matérias primas, tem apresentado um rápido avanço e por consequência, tem surgido novos compostos curáveis.

Os desenvolvimentos resultaram em novos oligômeros altamente reativos e em monômeros com baixa toxicidade, quase sem nenhum odor e com uma concentração bem reduzida de solvente residual. Na área de fotoiniciadores estão surgindo materiais mais eficientes tanto para formulações transparentes como para revestimentos altamente pigmentados, além de compostos fotocopolimerizáveis que eliminam os efeitos negativos da migração com o tempo de resíduos de fotoiniciadores.

Estes avanços permitiram o aparecimento de uma grande variedade de matérias primas que estão comercialmente disponíveis e que permitem a preparação de tintas, vernizes, revestimentos e adesivos especialmente formulados para uma dada aplicação (2,3). Estas formulações especiais levam a um aumento na velocidade de cura e portanto, na produtividade da linha e à formação de produtos curados com as propriedades finais requeridas pelo processo.

Os fabricantes de equipamentos de cura UV/EB também têm trabalhado para apresentar máquinas mais eficientes e seguras, permitindo uma ampliação cada vez maior, dos seus campos de aplicação. Todos esses esforços estão fazendo com que a penetração desta tecnologia na indústria de revestimento, aumentem, com o desenvolvimento de novas áreas de aplicação (4).

Durante muitos anos, a palavra radiação foi confundida com radiatividade e isto, provocou um atraso na introdução desta tecnologia. A criação de associações técnicas entre fabricantes de matérias primas, de equipamentos, institutos de pesquisas e usuários (RadTechs Europa, Ásia e Norte América) tem contribuído para acabar com os mitos existentes contra o uso industrial das radiações. Estas entidades têm organizado conferências, seminários, palestras, cursos de treinamento de pessoal, além de publicar artigos técnicos especializados, com a finalidade de divulgar o processo.

O emprego comercial de cura por radiação no Brasil iniciou-se no final dos anos 60, quando a indústria moveleira introduziu a cura por UV de resinas de poliéster insaturados diluídas em monômero de estireno, na área de revestimento de móveis e hoje, o processo está presente em vários segmentos do mercado.

Este trabalho tem como objetivo discutir a situação atual da cura por radiação no país, apresentando as áreas de aplicações onde esta tecnologia já está bem definida. Pretende também mostrar o potencial de desenvolvimento dessa tecnologia em novas áreas de aplicação.

Os dados apresentados nesse trabalho foram pesquisados junto aos fornecedores de matérias primas e de equipamentos, sócios da Associação Técnica Brasileira de Cura por Radiação, uma entidade fundada há dois anos, que tem como atividade principal, a divulgação da tecnologia de cura por radiação no país.

## 2- SITUAÇÃO ATUAL DA CURA POR RADIAÇÃO NO BRASIL

Apesar do emprego comercial da tecnologia de cura por radiação no país existir há 30 anos, o crescimento deste mercado foi sempre muito lento, tanto em novas aplicações como em volume de materiais curáveis aqui produzidos. Somente, a partir de 1990, que a utilização desta tecnologia começou a apresentar um desenvolvimento mais significativo. Este fato coincidiu com a abertura do mercado nacional aos produtos importados, o que provocou mudanças nas empresas que passaram a buscar novas tecnologias para tornarem-se mais competitivas. Além disso, apareceram também fabricantes de equipamentos nacionais e um maior número de fornecedores de matérias primas, que

passaram a prestar uma assistência técnica mais direta aos usuários, tornando a tecnologia mais acessível às indústrias de revestimento.

No Brasil, como também acontece em outros países do mundo, as indústrias que utilizam a cura por radiação, quase que na sua totalidade, só possuem equipamentos de cura UV. Sendo assim, os dados apresentados neste trabalho, estão relacionados com a cura de tintas, vernizes, revestimentos e adesivos por luz ultravioleta.

A tabela 1 mostra uma estimativa do consumo de produtos curáveis por radiação produzidos no país e da taxa de crescimento anual esperado para os próximos 3 anos.

Tabela 1 - Consumo estimado de materiais curáveis por radiação no Brasil. (toneladas/ano)

Área	Consumo (ton/ano) * valores aproximados	Crescimento anual esperado (em %)
Revestimento de madeira (selante, massa e vernizes)	700	10
Área gráfica: (transparentes e pigmentados)	300	10
Eletrônicos (máscara de solda, circuitos impresso, etc...)	10	2
Adesivos	6	5
Outros (vidros, fibras ópticas, disco laser, material odontológico, etc...)	20	5
Total	1.036	

Pode ser observado, analisando-se a tabela 1, que o segmento de madeira ainda é responsável por uma grande parte do consumo nacional deste tipo de material. Mas, tem-se observado um crescimento razoável, na área de artes gráficas.

O consumo nacional total de materiais curáveis por radiação é muito pequeno, quando comparado ao volume de 90.000 ton/ano consumidas mundialmente (5). A divisão deste mercado é mostrada na figura 1.

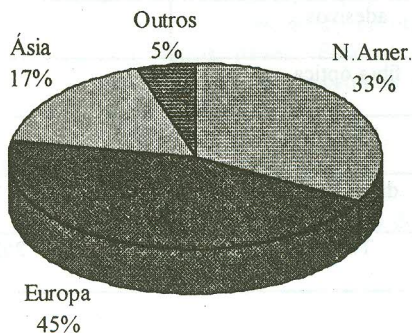


Figura1- Distribuição do mercado mundial de materiais curáveis por radiação. (3, 6 e 7)

O crescimento da tecnologia de cura por UV no Brasil, pode ser observado na figura 2, onde temos o número de linhas instaladas entre os anos de 1991 e 1995. Nos últimos 4 anos, o número de linhas UV instaladas no Brasil cresceu cerca de 150%.

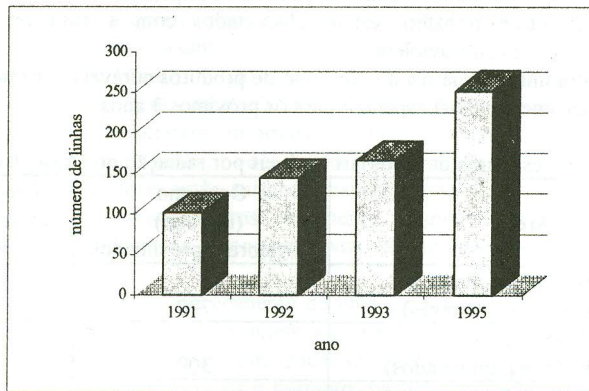


Fig. 1 - Crescimento das linhas UV no país.

A tabela 2 mostra como estas 252 linhas de UV instaladas no país estão distribuídas por áreas de aplicação.

Tabela 2: Distribuição das linhas UV por áreas de aplicação

Área	Total de linhas UV
madeira	60
artes gráficas	110
eletrônicos	60
adesivos	6
fibra óptica	8
vidros	6
disco laser	2
Total	252

Existem no Brasil 7 aceleradores industriais de elétrons instalados sendo que, deste total 4 estão em operação, 2 em fase de instalação e 1 está parado desde o início dos anos 80. Destes 6 aceleradores em operação ou em fase de instalação, 1 linha é utilizada para cura de tintas de impresso para embalagens, 3 para a reticulação de isolante de fios e cabos e 2 na produção de filmes termo-retráteis.

### 3- PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA CURA POR RADIAÇÃO NO BRASIL E PERSPECTIVAS DE CRESCIMENTO INDUSTRIAL

No país como já foi discutido anteriormente, já existem áreas de aplicação de cura UV bem estabelecidas e outras em desenvolvimento. Analisando por segmento de mercado temos:

#### 3.1- ACABAMENTO DE MADEIRA

O maior volume de material curável por radiação consumido no país, como está mostrado na tabela 1, está no segmento de revestimento de madeira. Nesta área, cerca de 30% e 40% das resinas curáveis ainda são a base de poliéster insaturado diluído em estireno. O restante é constituído por sistemas acrilados (principalmente resinas de poliéster e epoxy acrilados).

Dentro do setor de acabamento de madeira, as 60 linhas UV estão sendo utilizadas na cura de:

- Massa para aglomerado.
- Vernizes transparentes para fabricação de componentes de moveis, gabinetes, etc.
- Vernizes para acabamento de superficies impressas.
- Pisos e carpete de madeira.

Os revestimentos pigmentados para madeira, estão em fase de desenvolvimento no país. Como perspectiva futura, podemos mencionar a possibilidade da instalação no país de linhas para cura UV de peças tridimensionais (3D).

#### 3.2- ARTES GRÁFICAS

No setor de artes gráficas, o volume de material curável por radiação é constituído de sistemas acrílicos na sua totalidade (resinas de poliéster, uretano e epoxy acriladas).

Nesta área, as 110 linhas de UV estão distribuídas nas seguintes aplicações:

- Vernizes sobre impressão (encartes, cartão, metal e plástico).
- Tintas offset (poliestireno, polipropileno, PE, PVC, papel, laminados, metal, etc...).
- Tintas serigráficas (PE, poliestireno, PVC, metal, etc...).

Espera-se que ocorra no Brasil um grande crescimento na utilização de tintas UV para flexografia, como está acontecendo em outros países. Está em desenvolvimento também revestimentos a base de resinas de cura catiônica para substratos plásticos e metálicos para solucionar problemas de adesão.

#### 3.3- ELETRÔNICOS E ADESIVOS

Entre as aplicações de cura UV já em uso no Brasil, na área de adesivos e eletrônicos (8), temos:

##### a) Adesão:

— Reparos de peças, onde pelo menos um dos substratos que está sendo unido pelo adesivo é transparente à luz UV. Neste setor, a cura por UV é aplicada sobre diferentes materiais como:

Vidro - Vidro

Vidro - Metal

Vidro - Plástico

Plástico - Metal

Plástico - Plástico

Entre estas aplicações temos:

— Adesão da cânula ao canhão de agulhas hipodérmicas.

b) Vedação:

— Lacre de parafusos para dispositivos eletrônicos (reles, potenciômetros, etc...)

— Reforço de terminais de velocímetro.

— Vedação de terminais de capacitores.

c) Revestimentos:

— Fibras ópticas.

— máscara de solda.

Entre as atividades em desenvolvimento nestas áreas temos:

— Adesão de dispositivos de montagem de superfícies (SMD);

— Vedação de terminais de termostatos (ind. automobilística);

— "Conformal coating" (filme fino de adesivo curável por UV aplicado sobre montagem de PCB para proteção contra umidade e sujeira);

— Vedação de display de computador de bordo para carro;

— Fecho de quebra-vento de caminhão;

— Adesão de ferrite em carcaça de motor;

— Adesão de Piezoelétrico: (produção de autofalantes, campanhas, etc...)

— Adesão de partes leves de autofalantes.

#### 4- COMENTÁRIOS FINAIS

Atualmente, a utilização comercial da cura por UV/EB de tintas, vernizes, revestimentos e adesivos no país já é uma realidade, como mostram os dados de mercado discutidos neste trabalho. As perspectivas de um crescimento das aplicações nestas áreas, a curto e médio prazo, são bastante otimistas porque, as indústrias nacionais estão se tornando cada vez mais competitivas e para isso, estão tendo a necessidade de recorrer ao emprego da tecnologias inovadoras para melhorar a qualidade de seus produtos.

#### 5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ELIAS, Paul. UV/EB rides growth wave. **American Paint & Coatings Journal**, November 8: 79-82, November 1993.
- 2) DECKER, Christian. Recent developments in radiation curing chemistry. **RadTech Report**, Northbrook, November/December: 14-21, December 1993.
- 3) SASAKI, Takashi & YOSHIDA, T.. An overview of the radiation curing market in Japan. In: **RADTECH NORTH AMERICA '94 CONFERENCE**, Orlando, 1994. **Proceedings...** Northbrook, Radtech North America, 1994.p.721-724.
- 4) WEISMAN, Jack. UV/EB equipment and applications. In: **RADTECH EUROPE CONFERENCE**, Fribourg, 1993. **Proceedings...** Fribourg, Radtech Europe, 1993. p. 1-13.

- 5) LIEBERMAN, Robert. Radiation curing technology for the 1990's and beyond. (Palestra apresentada no seminário Agentes de Cura UV, São Paulo, SP, Agosto de 1994. p.3).
- 6) HOLMAN, R.. **Radiation curing of inks and coatings: an overview.** Surrey, PRA, 1995. In: Ward, John B., ed. **International radiation curing, yearbook & directory.** Surrey, ed. 1995. p. 2-6.
- 7) LAWSON, Kenneth. UV/EB curing in North America - 1994. **RadTech Report**, Northbrook, March - April: 21-26, April 1994.
- 8) BURGA, R. A.; **Tecnologia de Adesivos por Cura UV.** São Paulo, 1994. In: Associação Técnica Brasileira de Cura por Radiação ed. **Aplicação de Cura por Ultravioleta.** São Paulo, outubro 1994. p. 39-55.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as seguintes empresas que colaboraram na elaboração deste trabalho:

Ciba-Geigy Química S/A  
Henkel S.A. Ind. Quim.  
Hoechst do Brasil  
Huls do Brasil  
Lambra Prod. Quim. Aux.  
Loctite do Brasil

Metalcor Tintas e Vern. Metalgráficos  
Multichem  
Sayerlack Ind. Bras. Vernizes  
Sicpa Ind. Bras. Tintas Ltda  
Tintas Coral S/A  
UCB Quím. do Brasil Ltda