

UTILIZAÇÃO SEGURA DA TECNOLOGIA UV/EB

Antonio Carlos Slongo de Campos – Ipiranga Química S/A

Gilberto Plei da Silva Jr. – Henkel Ltda

Maristela de Cássia F. Ramos Oliveira – Renner Sayerlack S/A

Patrícia Campos – Cytec – Surface Specialties

Roberto Vagner Mascoli – Germetec UV & IR Technology Ltda

Membros da Associação Técnica Brasileira de Cura por Radiação (ATBCR)

atbcr@ipen.br

Tel./Fax: (11) 3034-0078

RESUMO

Os sistemas químicos curáveis por radiação são compostos por monômeros, oligômeros e aditivos que exigem cuidados durante a manipulação.

O contato com as matérias-primas utilizadas na cura por radiação UV/EB pelos trabalhadores envolvidos no processo não causa, imediatamente, desconforto quando em contato com a pele. A irritação somente aparece depois de transcorridas algumas horas após o contato inicial. A irritação pode ser evitada se a pele for rigorosamente lavada com água e sabão, logo após o contato.

O uso de luvas e aventais de proteção durante a manipulação desses compostos elimina os riscos de contatos acidentais.

Os dois equipamentos utilizados na cura por radiação; o acelerador industrial de elétrons e os fornos de UV utilizam energia elétrica proveniente de fontes de alta tensão. Portanto, cuidados básicos tomados quando se trabalha com alta tensão, devem ser mantidos quando se opera com tecnologia UV ou EB.

O equipamento UV utiliza a luz ultravioleta como fonte de energia para a cura. Os danos causados por uma super exposição à luz UV são os mesmos provocados por prolongados períodos de exposição ao sol, tais como lesões sérias na pele, vermelhidão, desidratação do local exposto, entre outros. Tempos curtos também causam queimaduras na pele, embora mais leves. O risco de exposição indesejada à luz UV pode ser completamente evitado se o equipamento for adequadamente projetado.

A radiação UV utilizada para curar tintas, vernizes e revestimentos, é gerada em equipamentos que devem ser muito bem projetado e instalados pelos seus respectivos fabricantes, porque emitem alta intensidade de luz UV. Alguns fatores devem ser levados em consideração: a luz UV gerada, o ozônio produzido durante o seu funcionamento, a alta tensão que é utilizada para a sua operação, a segurança quanto à exposição da luz, o uso de materiais livres de VOC, entre outros.

Alguns procedimentos devem ser seguidos em caso de acidentes tanto no manuseio como no transporte dos produtos UV/EB. Recomenda-se que a empresa responsável pelo transporte esteja apta para transportar produtos químicos, efetuar o descarte e agir corretamente em caso de acidentes.

Pode-se afirmar que a cura por radiação de resinas, tintas e vernizes são uma tecnologia bastante segura. É importante lembrar que os riscos de um possível acidente podem ser eliminados quando, no

processo operacional, os envolvidos receberem treinamento adequado dos fabricantes UV/EB de tinta, vernizes e equipamentos.

1. INTRODUÇÃO

A primeira aplicação comercial a utilizar a energia da luz como meio de conversão data dos anos 50, na Europa, em revestimentos para madeira, utilizando poliésteres insaturados.

O segundo grande passo na evolução da tecnologia ocorreu nos anos 60 com o surgimento das primeiras tintas litográficas UV.

Nos anos 70, a primeira crise do petróleo impulsionou as pesquisas por produtos 100% sólidos.

Mas foi nos anos 80 que o uso da tecnologia de cura por radiação realmente ganhou representatividade no mercado. O crescimento desde então tem sido atribuído a um número significativo de fatores como:

- ✓ Redução das emissões de componentes orgânicos voláteis - as formulações são, geralmente, sistemas com 100% de componentes reativos;
- ✓ Economia de energia – cura imediatamente após a incidência da energia UV;
- ✓ Energia limpa, sem emissões de gases e vapores;
- ✓ Taxa de produção mais elevada: o processo de cura é uma reação química que ocorre em uma fração de segundo gerada pela liberação de radicais livres;
- ✓ Ganho de espaço - unidades de cura compactas podem substituir grandes estufas;
- ✓ Melhores propriedades do revestimento podem ser obtidas - a reação de reticulação pode produzir revestimentos com melhor resistência química e física;
- ✓ Capacidade de cura sobre superfícies sensíveis ao calor - a cura por radiação se processa a temperatura ambiente, sendo especialmente adequada às aplicações sobre superfícies sensíveis ao calor;
- ✓ Economia no uso - por se tratar de um sistema mono-componente, pode sofrer interrupções no uso durante as interrupções e paradas de máquina, sem que ocorra polimerização indesejável do material formulado;
- ✓ Redução nas apólices de seguro, pois as formulações curáveis por UV/EB não são inflamáveis por não utilizarem compostos orgânicos voláteis.

A cura por radiação é a conversão instantânea de um líquido reativo (tintas ou vernizes) em um sólido, induzido pela radiação. Quando este líquido reativo é exposto à radiação, iniciam-se reações de polimerização e reticulação entre as espécies químicas presentes.

Estas reações são provocadas pela interação dos componentes químicos presentes com a radiação incidente.

O revestimento depois de curado é um polímero com estrutura tridimensional, insolúvel e termo-fixa.

A cura por EB é utilizada com menor frequência devido ao alto custo do investimento do equipamento de cura comparado ao sistema UV.

A tecnologia UV/EB pode ser considerada livre de voláteis, todavia solventes ainda são utilizados em aplicações especiais tais como aplicação por pistola automática e imersão.

Diferente de alguns sistemas de secagem, a tecnologia por radiação UV/EB é totalmente dependente dos equipamentos de cura, ou seja, para que todas as propriedades físico-químicas desejadas em um revestimento sejam alcançadas é de suma importância que os equipamentos de cura estejam em condições pré-definidas e padronizadas.

Vários cuidados devem ser tomados no manuseio dos produtos curados por UV/EB e com os seus respectivos equipamentos os quais podem causar principalmente irritabilidade dérmica. Quanto aos equipamentos EB podem surgir também danos em órgãos internos dos operadores.

2. TECNOLOGIA UV/EB

2.1- SISTEMA DE CURA POR ULTRAVIOLETA (UV)

Um sistema de cura por ultravioleta (UV) apresenta uma composição genérica similar a qualquer tinta líquida: veículo (resina ou oligômero), fotoiniciadores (responsável pela geração do radical livre por reação fotoquímica) pigmentos, cargas e monômero (solvente reativo). É um sistema líquido que por meios de reações de polimerização e reticulação ativadas por UV transforma-se em um polímero sólido, seco e insolúvel.

O que caracteriza uma tinta de cura por UV é que a resina e o solvente reativo têm a capacidade de reagir entre si através de duplas ligações ativas, presentes tanto no polímero quanto no solvente reativo. Para que a reação se processe através da ação da radiação UV há necessidade de adicionar à composição uma substância sensível a tal radiação: é o denominado fotoiniciador.

Devido à natureza multifuncional dos solventes reativos (monômeros) e dos polímeros presentes no revestimento, obtém-se uma grande densidade de ligações cruzadas, tornando-o termofixo e insolúvel.

A luz ultravioleta deve, pois, penetrar o revestimento para que o fotoiniciador a absorva. Para que isto ocorra, há necessidade de duas condições: a luz ultravioleta deve ter energia suficiente, e o revestimento não deve ser opaco a tal radiação.

As radiações envolvidas nesse tipo de cura são:

Infravermelho.

Microondas

Luz ultravioleta

Feixe de elétrons

As radiações de infravermelho, microondas e luz ultravioleta fazem parte do espectro eletromagnético, conforme figura 1.

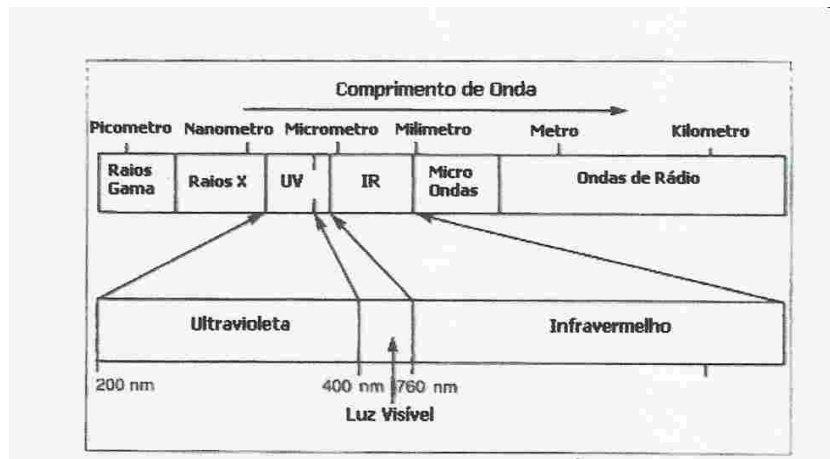


Figura 1 – Distribuição do espectro eletromagnético

A radiação de microondas pode ser usada na cura de tintas, porém tem baixo conteúdo energético. Nos processos industriais a cura por radiação é obtida quando o revestimento é submetido à ação de luz ultravioleta (UV) ou a um feixe de elétrons energizados. (EB)

O espectro da radiação UV compreende os comprimentos de onda de 200 a 400 nm. De acordo com a sua faixa de comprimento de onda (λ), essa radiação é comumente dividida em cinco tipos, conforme tabela 1:

Tabela 1 – Faixa de comprimento de onda UV:

TIPO DE LUZ UV	FAIXA DE COMPRIMENTO DE ONDA
UV V	400 – 450 nm
UV A	315 – 400 nm
UV B	280 – 315 nm
UV C	40 – 200 nm
UV vácuo	40 – 200 nm

2.2- SISTEMA DE CURA POR FEIXE DE ELÉTRONS (*ELECTRON BEAM - EB*)

Diferente da luz ultravioleta, o feixe de elétrons é uma radiação ionizante.

Os elétrons, submetidos à ação de um acelerador, adquirem um alto potencial energético e, por carregar muito mais energia do que as radiações ultravioletas são capazes de provocar a polimerização entre o polímero e o monômero através das duplas ligações presentes em ambos, sem que haja necessidade do fotoiniciador.

A cura do revestimento conseguida através da ação do feixe de elétrons é similar à obtida através da ação da luz ultravioleta. Entretanto, devido ao maior conteúdo energético do feixe de elétrons, ocorre outras reações químicas que conduzem às ligações cruzadas como, por exemplo, abstração de átomos de hidrogênio, resultando em películas curadas com maior densidade de ligações cruzadas.

2.3- CURA POR ULTRAVIOLETA OU POR FEIXE DE ELÉTRONS ?

Como já descrito anteriormente, a principal diferença entre a cura por UV e por EB está no nível da energia radiante: a radiação UV, por ser de menor energia, necessita de um fotoiniciador para provocar a polimerização entre o veículo e o monômero. Por outro lado, o fotoiniciador não é necessário em sistemas de cura por EB, por ser esta radiação de alto conteúdo energético. A cura por UV é difícil em sistemas altamente pigmentados e de alta espessura, problema esse que não ocorre com a cura por feixe de elétrons.

A presença do fotoiniciador torna a tinta de cura por UV mais instável do que as de cura por feixe de elétrons.

O número de ligações inter cruzadas após a cura é maior para a cura EB do que para a cura UV.

3. UTILIZAÇÃO SEGURA DA TECNOLOGIA UV/EB

Os equipamentos projetados para produção de radiação UV/EB emitem alta intensidade de luz. Além disso, as formulações curáveis por radiação são compostas por monômeros e oligômeros que exigem cuidados durante a manipulação. Se estes equipamentos não forem corretamente projetados e instalados pelos fabricantes, podem colocar em risco a saúde e a segurança do operador além de grandes prejuízos da aplicação comprometendo a qualidade do produto final.

Como controlar a exposição dos operadores:

- Contato com tintas e vernizes pode causar irritação e sensibilização da pele dos operadores;
- Na pulverização de tinta UV decorrente de processos de impressão heatset, são irritantes ao sistema respiratório e à pele devido a partículas de tinta UV em suspensão no ar.
- A exposição aos solventes de lavagem/limpeza pode causar desde dermatites até danos ao sistema nervoso central, recomendá-se solventes ecológicos de baixa toxicidade;
- Deve-se optar pela utilização de solventes de limpeza menos agressivos aos operadores e ao meio ambiente, como por exemplo, a acetona (não VOC);
- A inalação de ozônio pode causar irritação aos olhos, nariz e garganta e em altos níveis, dores de cabeça ou náuseas e problemas respiratórios. Para minimizar estes efeitos, recomenda-se a instalação de exaustão adequada, de acordo com o projeto do equipamento de cura, que deve enviar os gases para fora do ambiente de trabalho;
- A exposição direta da luz UV é irritante aos olhos e pele resultando em conjuntivites. Algumas pessoas mais sensíveis sofrem danos na retina e queimaduras severas na pele;
- A exposição à energia EB causa danos aos órgãos internos dos operadores;
- Eliminar ou substituir produtos que representam maiores riscos aos operadores e ao meio ambiente como, por exemplo, produtos com alto índice de acidez residual;

- Não utilizar matérias-primas com solventes voláteis em formulações UV/EB as quais podem causar riscos de explosão do equipamento de cura e dependendo do solvente utilizado risco à saúde do operador;
- Reduzir o contato direto dos operadores com os revestimentos e com os solventes de limpeza;
- Adotar um alto padrão de higiene pessoal e limpeza do ambiente de trabalho;
- Devem ser fornecidos aos operadores: Equipamentos de proteção individual, como óculos de segurança, aventais e luvas. As roupas de trabalho devem ser lavadas separadamente das demais.

Na tabela 2, podem ser visualizados os principais tipos de exposição, efeitos e medidas de prevenção.

Tabela 2 – Tipos de exposição, efeitos e medidas de prevenção.

Tipos de exposição	Efeitos	Medidas de prevenção
Contato com revestimento não curado	Irritação da pele / sensibilização	Utilização de matérias-primas menos irritantes. Uso de EPI's adequado como luvas, óculos de segurança e aventais.
Inalação de partículas de tintas UV em suspensão no ar.	Irritação do aparelho respiratório/ sensibilização	Reformulação da tinta UV Equalização do equipamento de aplicação e tinta UV Utilização de sistema de exaustão
Contato com solventes de limpeza	Irritação da pele Irritação do aparelho respiratório	Utilização de sistema de exaustão Desenvolvimento/implementação de procedimentos de segurança de trabalho, incluindo uso de EPI's Utilização de solventes de limpeza menos agressivos
Inalação do ozônio	Irritação de olhos, nariz e aparelho respiratório. Dores de cabeça Náuseas	Instalação de sistema de exaustão Equipamento de cura UV
Luz UV	Irritação ocular em diferentes graus, podendo até causar dificuldade de visão temporária Queimaduras na pele	Utilização de barreiras de contenção da luz UV Utilização de EPI's apropriados como óculos de segurança e luvas

Primeiros socorros

Os dados contidos na ficha de segurança (MSDS) fornecidos pelo fabricante do revestimento, devem ser consultados como primeira medida de segurança a ser tomada em um caso de acidente.

Fazer um treinamento adequado para as equipes diretamente envolvidas no processo, manipulação e transporte do produto.

Na tabela 3, seguem algumas sugestões de primeiros socorros.

Tabela 3 – Ocorrência / primeiros socorros

Ocorrência	Primeiros socorros
Contato com olhos	Lavar a área contaminada com água corrente por cerca de 15 minutos
Contato com a pele	Lavar com sabão neutro e água corrente
Contato com vapores / aerossóis	Remova o usuário para uma área ventilada
Ingestão	Não induza ao vômito

OBS – Em caso de persistência dos sintomas, procure um médico.

4. CONCLUSÃO

Apesar da tecnologia UV/EB ser correta sob o ponto de vista ambiental, seu manuseio, assim como qualquer produto químico, necessita de certos cuidados, como utilização de EPI's, sistemas de exaustão, ventilação, uso de equipamentos devidamente instalados e revisados periodicamente. A compreensão do MSDS, instruções dos equipamentos de processo e dados contidos nas etiquetas de identificação do material, é de responsabilidade do usuário e a divulgação do uso correto das formulações e equipamentos é de responsabilidade dos fabricantes.

As medidas preventivas e os treinamentos das equipes envolvidas com a tecnologia UV, são necessárias para evitar acidentes no ambiente de trabalho e contaminações ambientais. O descarte dos materiais e resíduos gerados durante o processo deverá ser disposto conforme recomendação do fabricante e de acordo com a Legislação Ambiental vigente.

Durante o projeto de desenvolvimento, deve ser levado em consideração o nível de toxicidade das formulações e a tecnologia dos equipamentos de cura.

É importante lembrar que os riscos de um possível acidente podem ser eliminados quando, no processo operacional, os envolvidos receberem treinamento adequado dos fabricantes UV/EB de tinta, vernizes e equipamentos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTANHO A. et al. Por que a cura UV e EB? Progressos e desafios na virada do milênio. In: Congresso Internacional de Tintas, 6., 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRAFATI, 1999. p. 307-316.
- DUFOUR. P. et al. **Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for coatings, inks & paints – Markets and Curing Equipment**, Vol.1, 306, SITA, London, 1991
- GCIU: ULTRAVIOLET PROCESSES. Graphic Communications Conference of the International Brotherhood of Teamsters. Disponível em: <<http://www.gciu.org/safety/uv.shtml> > Acesso em 17 de junho de 2005.
- RADTECH INTERNATIONAL NA. **Health and Safety Guide**. Disponível em: <<http://www.radtech.org/html> >. Acesso em 17 de junho de 2005.
- YAMASAKI, M. C. **A cura de tintas, vernizes e revestimentos por ultravioleta e feixe de elétrons: conceitos básicos**. São Paulo: [s.n.], 1997. 43p.