



A IMPORTÂNCIA DO FOTOINICIADOR NO SISTEMA DE FORMULAÇÃO DE TINTAS E VERNIZES CURÁVEIS POR RADIAÇÃO UV



Antonio Carlos Slongo de Campos (Ipiranga Comercial Química) – Brasil,

Representante da Chitec Chemical Co., Inc. - Taiwan

RESUMO

A tecnologia UV tem contribuído de maneira muito significativa para a preservação do meio ambiente por se tratar de um sistema livre de compostos orgânicos voláteis (livre de VOC), além disso, se obtém uma economia considerável devido à alta produtividade, alta qualidade do material curado, baixo índice de refugos e grande versatilidade de formulações com aplicações em artes gráficas, sistemas industriais, adesivos, tanto para sistemas pigmentados como para sistemas transparentes.

As formulações são constituídas por combinações de Monômeros Acrílicos, Oligômeros e Fotoiniciadores; além das cargas, pigmentos e aditivos. Estas formulações são 100% sólidas e durante o processo de cura não emitem solventes para a atmosfera.

Para a polimerização dos revestimentos curáveis por UV, se utiliza uma unidade de cura geradora de luz UV, cuja frequência eletromagnética sensibiliza o fotoiniciador para gerar os radicais livres através de uma reação fotoquímica.

A escolha do fotoiniciador para que se obtenha o melhor desempenho relativo à aplicação do revestimento UV, depende de diversos fatores e se deve considerar as inúmeras variáveis do processo.

Além de se conhecer as propriedades dos diversos tipos de fotoiniciadores disponíveis, o formulador deve também conhecer os princípios básicos da fotoquímica para compreender o mecanismo envolvido para polimerizar um revestimento UV.

A tecnologia UV vem substituindo vários processos de cura nos mais diversos tipos de aplicações, com um crescimento estimado de 15 a 20% a.a. para o Brasil.

Este trabalho orienta o formulador e mostra a importância dos fotoiniciadores na concepção da formulação UV tanto em sistemas pigmentados como em sistemas transparentes.

1. Introdução

A evolução tecnológica das formulações UV teve um grande avanço em função da contribuição do surgimento de novas moléculas de fotoiniciadores UV. Desde a década de 70 se têm estudado a aplicação da cura por radiação UV do ponto de vista industrial, e a partir do final da década de 80, quando novas gerações de fotoiniciadores para cura UV por Radicais Livres foram introduzidas, o crescimento da aplicação industrial têm acontecido com uma velocidade muito grande em diversos segmentos: Artes Gráficas, Revestimentos Industriais e Adesivos.

Quando temos que formular um produto curável por UV, logo devemos pensar qual deverá ser o pacote ou mistura de fotoiniciadores que devemos usar. O fotoiniciador em uma formulação UV é um dos principais componentes, pois é o fotoiniciador o responsável pela reação fotoquímica e conseqüente polimerização do revestimento. A escolha adequada do fotoiniciador é um fator determinante do sucesso da aplicação.

O conhecimento básico da fotoquímica e das reações químicas envolvidas no processo de polimerização de um revestimento UV, bem como as suas variáveis, são importantes para entender como os fotoiniciadores atuam e de que maneira devemos escolher o melhor pacote de fotoiniciadores para a formulação em desenvolvimento.

2. Fundamentos Básicos da Fotoquímica

Quando raios de luz encontram um composto, a luz poderá ser transmitida, absorvida ou refletida. Alguns compostos podem absorver certos raios de luz (energia) mas podem ser completamente transparentes a outros. No entanto, uma mudança química pode ocorrer simplesmente pela luz absorvida. O fato é que esta luz é uma energia, e podemos verificar isto simplesmente observando a luz emitida pelo sol e o seu efeito sobre diversos corpos; por exemplo.

Muitas teorias foram elaboradas por diversos cientistas dando origem a mecânica quântica ou ondulatória para explicar os fenômenos relacionados com a luz, da mecânica dos átomos e dos sistemas nucleares. Desenvolveram-se da física clássica, particularmente da mecânica Newtoniana e da teoria eletromagnética de Maxwell, passando pelas teorias de Planck (1900), Einstein (1905), Bohr (1913), de De Broglie (1924), Pauli (1924), Heisenberg (1925), Schrödinger (1926), Dirac (1926).

No século XVII, dois conceitos sobre a luz foram elaborados. Newton considerou a luz como sendo um conjunto de corpúsculos de massas definidas, cujo movimento é definido em termos de energia e movimento. Huygens descreveu a luz como sendo uma onda de luz que se propaga de maneira retilínea para explicar os fenômenos de refração e reflexão da luz. Isto resultou na teoria ondulatória.

No século XIX, Maxwell apresentou a sua teoria eletromagnética da luz, demonstrando que a luz se propagava transversalmente e, sendo de natureza eletromagnética não necessitava de um meio propagador. O fato de a luz se propagar pelo espaço, é devido à propriedade intrínseca oferecida ao meio. A propagação da luz como ondas eletromagnéticas foi explicado por Hertz. Maxwell estudou a teoria ondulatória e possibilitou através da sua teoria eletromagnética da luz, descrever a luz em um campo elétrico e magnético se propagando no espaço. Enquanto a teoria ondulatória é requerida para entender muitos fenômenos relacionados com a luz, o efeito fotoelétrico entre outros fenômenos requeriam a teoria corpuscular para o seu entendimento.

No início do século XX, Planck descreveu a luz radiante como uma frequência, ν , que só pode ser emitida ou absorvida em quantidades discretas ou “quantum” múltiplos inteiros de $h\nu$, sendo h a constante universal de Planck que vale $6,624 \times 10^{-27}$ erg.s. Cada “quantum” de energia é dada por :

$$E = h.\nu$$

onde E é a energia do “quantum” em joules (J). Isto é, a energia do “quantum” é dada pelo produto da frequência do oscilador, por uma constante h conhecida como a *Constante de Planck* ou constante de ação, por ter dimensões de uma ação, ou seja, energia ponto tempo.

Um **FÓTON** é um quantum de energia eletromagnética. Os fótons não têm todos a mesma energia. Os “quanta” de luz azul são de maior energia que os correspondentes de luz vermelha já que a luz azul tem menor comprimento de onda e portanto maior frequência (figura 1).

Existe uma relação bem definida entre o comprimento de onda e frequência :

$$\lambda \nu = c \quad \text{ou} \quad \nu = c/\lambda$$

onde ν = frequência em ciclos s^{-1} . Isto significa que a frequência de uma onda e o seu comprimento são inversamente proporcionais, ou seja, conforme um aumenta, outro diminui.

A região do espectro eletromagnético cujo comprimento de onda apresenta o maior interesse industrial para a tecnologia de cura UV esta situado na região de 254nm a 400nm. Nesta região se encontra os espectros de UVA;UVB;UVC e UVV. Na tabela 2, podemos ver o tipo de radiação UV e seu comprimento de onda.

Tipo de Luz UV	Comprimento de Onda (λ) nm
UV V	400 – 450
UV A	315 – 400
UV B	280 – 315
UV C	200 – 280
UV vácuo	40 – 200

Tabela 2: Tipos de Radiação UV.

Os fótons com comprimento de onda entre 315nm e 450nm (UV A e UV V) conseguem atravessar o vidro comum e filmes de plásticos finos, mas estes materiais absorvem completamente os fótons < 315 nm. Nestas condições, os fótons entre 200nm e 315nm conseguem atravessar somente o quartzo puro e os < 200 nm são absorvidos pelo invólucro da quartzo da lâmpada, e portanto, o UV vácuo não é utilizado para a cura UV em tintas, vernizes e adesivos.

4. A Lei de Lambert – Beers: Princípios da Absorção da Luz UV pelo Fotoiniciador

Se não ocorrer a absorção dos fótons gerados pela lâmpada UV pelo fotoiniciador, a reação fotoquímica não acontece, ou seja, não existe a formação do radical livre para iniciar o processo de polimerização do revestimento UV. Nem todas as moléculas absorvem fótons em um dado comprimento de onda incidente. Isto vai depender também do número de agentes cromóforos que a molécula apresenta para absorver os fótons. Os agentes cromóforos podem ser definidos como sendo um átomo ou grupos de átomos que absorvem os fótons. Estas moléculas de fotoiniciadores devem absorver os fótons emitidos na faixa de comprimento de onda entre 254nm e 400nm. A intensidade da luz UV absorvida e transmitida pode ser entendida através da Lei de Lambert-Beers:

$$I = I^{\circ} \cdot 10^{-\epsilon c d}$$
$$A = \log (1/T) = \log (I^{\circ}/I) = \epsilon \cdot c \cdot d$$

sendo:

A= Absorbância (fótons absorvidos pelo Fotoiniciador presente no filme irradiado)

T = Transmitância (luz não absorvida pelo Fotoiniciador)

I = Intensidade da luz UV transmitida.

I^o = Intensidade da incidência da luz UV (Fótons emitidos pela lâmpada UV)

ϵ = coeficiente de extinção molar do Fotoiniciador ($cm^{-1}Mol^{-1}$)

c = concentração do Fotoiniciador presente no material irradiado (tinta, verniz e adesivo UV)

d = espessura da camada do material irradiado.

Contudo, a absorção dos fótons não é uma tarefa muito fácil em uma formulação UV, para iniciar o radical livre e a polimerização. O fotoiniciador é o composto especialmente designado para converter a energia radiante absorvida em energia química para iniciar a reação de polimerização.

O fotoiniciador absorve a luz UV em um dado comprimento de onda, e existe na formulação componentes que também podem absorver fótons neste comprimento de onda. O que existe é uma competição entre o fotoiniciador e os outros componentes da formulação pelos fótons incidentes o que reduz a velocidade da reação. Esta competição é muito crítica em sistemas pigmentados, pois os pigmentos absorvem fortemente os fótons emitidos em um dado comprimento de onda. Uma composição de uma formulação básica UV pode ser vista na tabela 3

Sistema Convencional	Sistema UV
Resinas	Oligômeros Acrílicos
Solventes	Monômeros Acrílicos
Pigmentos	Pigmentos
Cargas e Agentes Reológicos	Cargas e Agentes Reológicos
Aditivos	Aditivos
Catalisadores/Secantes/Agentes de Cura	Fotoiniciadores; Fotosensibilizadores; Aminas Sinérgicas
Estabilizantes	Estabilizantes

Tabela 3: Comparativo entre os componentes de uma formulação UV x Convencional.

5. A Geração da Luz Ultravioleta

A geração da luz UV é feita através de uma fonte de radiação eletromagnética (lâmpada UV), capaz de produzir fótons na região do espectro entre 200nm a 400nm para que os fotoiniciadores presentes nas formulações UV, absorvam estes fótons através das moléculas contendo os agentes cromóforos e inicie o processo de polimerização.

A lâmpada UV é a fonte geradora de fótons e por isso é um equipamento fundamental e indispensável para o processo. Os componentes básicos de um equipamento UV são:

1. **a fonte de luz:** constituído pela lâmpada UV, que apresenta um gás inerte (argônio, neônio); mercúrio em sua forma de vapor (quando ligada); envolvidos em um tubo de quartzo selado sobre pressão (10^2 a 10^4 Torr para as lâmpadas de media pressão).
2. **Uma fonte de tensão** necessária para energizar a lâmpada
3. **Refletores:** parabólico, elíptico ou facetado (focar ou espalhar a luz UV)
4. **Refrigeração :** manter a temperatura nominal de trabalho da lâmpada UV
5. **Exaustão:** remover o Ozônio gerado pelas lâmpadas UV (< 220nm).
6. **Esteira transportadora** do material curado ou irradiado.

A figura 2 mostra uma lâmpada UV típica e a figura 3 mostra um espectro de uma lâmpada UV de media pressão de vapor de mercúrio (MPHg).

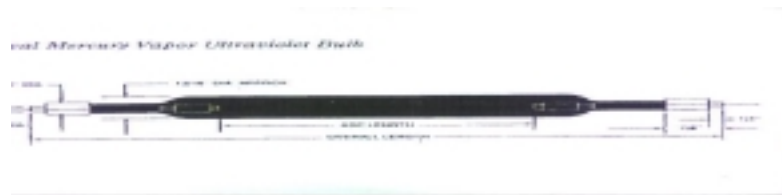


Figura 2:Lâmpada UV de MPHg

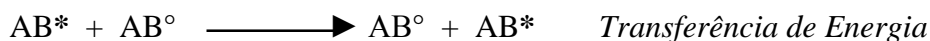
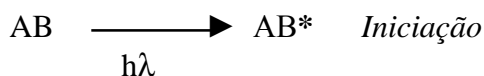


Figura 3: Espectro de lâmpadas de vários haletos metálicos x mercúrio

6. A Polimerização (cura) através da Luz UV - A Reação Fotoquímica

A molécula foto-absorvente deve ter um agente cromóforo capaz de absorver os fótons emitidos dentro do espectro de comprimento de onda da luz UV. Para uma absorção eficiente e conseqüente reação foto-induzida existe a necessidade de se cumprir vários critérios para a escolha adequada do sistema de fotoiniciadores, fotosensibilizadores e aminas sinérgicas para a formulação UV. O mecanismo de reação envolvido no processo de cura UV é constituído de varias etapas:

6.1 Geração do Radical Livre: (Luz UV → Fotoiniciador → Radicais Livres)



6.2 Reação de Polimerização da formulação UV

$A^{\circ\circ} e B^{\circ\circ} + > C = C < \text{—————} \blacktriangleright A - C - C \bullet e B - C - C \bullet \rightarrow \text{Filme Curado}$

A velocidade da reação depende da velocidade da formação dos Radicais Livres que se forma em função da absorção dos fótons gerados em um determinado comprimento de onda (λ) ativando os sítios cromóforos das moléculas dos fotoiniciadores e fotosensibilizadores.

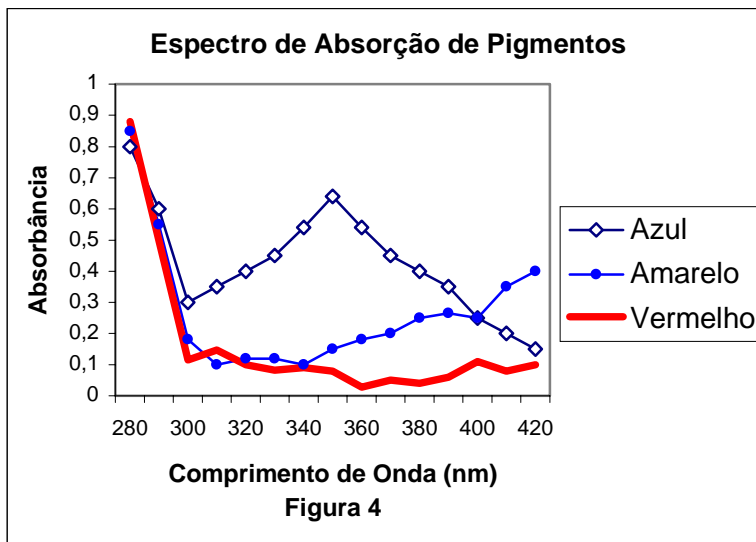
7. Fatores que Influenciam na Velocidade de Cura

7.1. Especificação da Lâmpada: As lâmpadas UV recebem uma especificação do fabricante (W/pol ou W/cm) que define a potência aplicada e distribuída por todo o comprimento da lâmpada. Esta especificação se refere apenas a potencia aplicada e, é uma indicação do seu consumo elétrico da lâmpada

7.2. Irradiância ou Taxa de Dose: É o número de fótons por unidade de área que estão chegando à superfície do material. É expresso em W/cm^2 ou mW/cm^2 e varia com a potencia da lâmpada, refletor e a distancia entre a lâmpada e o material a ser curado. A taxa de dose não varia com a velocidade, pode variar em função de mudanças na corrente elétrica, na produção de fótons, foco, refletor, geometria e tamanho do bulbo.

7.3. Dose de UV: é a quantidade total de energia que chega a superfície do material, por unidade de área, ou seja, a quantidade total de fótons por unidade de área que atingiram a superfície durante o tempo de exposição. É expressa em mJ/cm^2 ou em J/cm^2 . Varia com a velocidade ou tempo de exposição, ou melhor, quanto maior a velocidade, menor será o tempo de exposição, conseqüentemente menor será a dose de UV sobre a superfície do material.

7.4. Sistemas Pigmentados: Os pigmentos apresentam uma forte absorção dos fótons e competem com os fotoiniciadores. Apresentam grande influência na velocidade de cura conforme a sua tonalidade, transparência, concentração, espessura da camada, grau de dispersão.



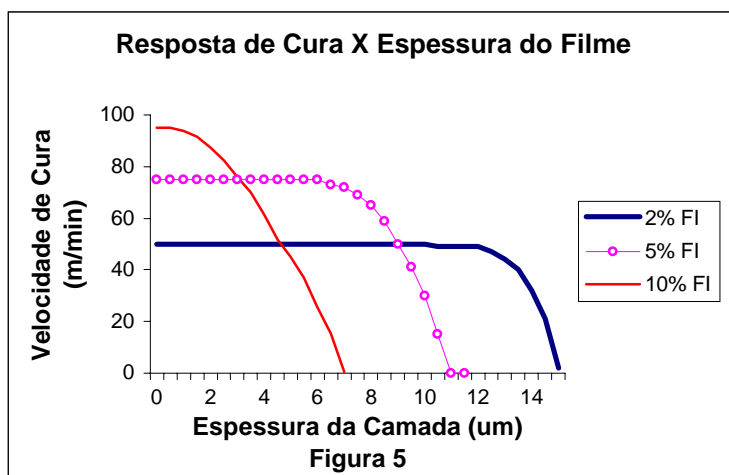
Na figura 4 podemos ver os espectros de alguns pigmentos, onde se observa os picos máximos de absorção.

Nota-se que os pigmentos apresentam absorção de fótons nas mesmas regiões de alguns fotoiniciadores. A maneira de se compensar esta dificuldade é formular com uma mistura de fotoiniciadores e fotosensibilizadores capazes de absorver fótons em comprimentos de ondas

diferentes. Com isto, se amplia a janela de aplicação do fotoiniciador. Estes fotoiniciadores devem conter um ou mais sítos ativos de agentes cromóforos. Sistemas pigmentados (branco, preto e colorido) são tratados com fotoiniciadores + fotosensibilizadores que possam conferir alta reatividade nas condições do processo (velocidade, tonalidade, espessura da camada, propriedades do filme).

7.5. Efeito da Cor do Substrato: Dependendo da cor do substrato, pode-se obter resultados diferentes de cura para um mesmo revestimento UV, devido a reflexão e absorção da luz UV. Os substratos brancos, pretos e coloridos apresentam absorção dos fótons e também competem com os fotoiniciadores dos revestimentos pigmentados e transparentes. A velocidade de cura pode aumentar em 20% nos substratos brancos comparados aos pretos. Os substratos transparentes e refletivos podem favorecer a velocidade de cura em aproximadamente 40%.

7.6. Espessura da Camada: Quanto maior a espessura da camada, maior é a dificuldade de cura. Existe uma concentração ótima de fotoiniciador que é determinada de um lado, pela utilização eficiente da luz UV e, por outro lado pela barreira à luz formada pelo fotoiniciador.



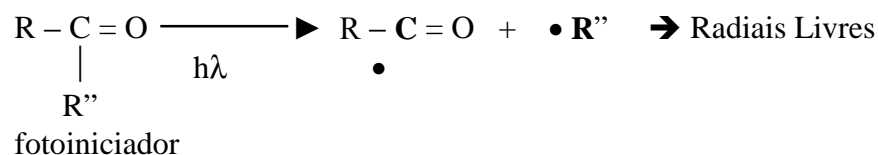
A absorção dos fótons pelo fotoiniciador pode formar uma barreira e a consequência é que a luz UV não consegue penetrar, impedindo que os fótons cheguem até ao fotoiniciador presente nas camadas inferiores do revestimento provocando uma cura superficial. A profundidade da penetração destes fótons pode se calculada para um determinado comprimento de onda, através da Lei de Lambert-Beers. No caso da cura UV para camadas elevadas, essa barreira a luz causada pelo fotoiniciador presente na superfície do filme, é um fator muito importante. Para minimizar este efeito, deve-se diminuir a concentração do fotoiniciador. Logo, quanto maior a espessura do filme, menor a concentração do fotoiniciador. Observando-se a figura 5, notamos que, em concentrações altas de fotoiniciadores, consegue-se velocidades de cura mais altas para filmes com espessuras mais finas. Isto ocorre porque, aumentando a quantidade de fotoiniciador, aumenta-se a absorção dos fótons nas camadas superficiais e portanto, a quantidade de fótons que atinge as camadas internas do filme é reduzida. No entanto, como a velocidade de cura depende no fotoiniciador, a sua diminuição causa uma redução na velocidade de cura. Para solucionar este problema, utiliza-se um sistema de fotoiniciadores e fotosensibilizadores, cuja banda de absorção mais fraca interaja com as bandas de absorção mais forte, como nas bandas de 315nm, 365nm e 405nm. Estes fotoiniciadores então reagem com maior velocidade conforme a camada e a pigmentação do revestimento devido ao maior numero ou reatividade dos agentes cromóforos presentes nas moléculas.

8. Formação do Radical Livre pelo Fotoiniciador

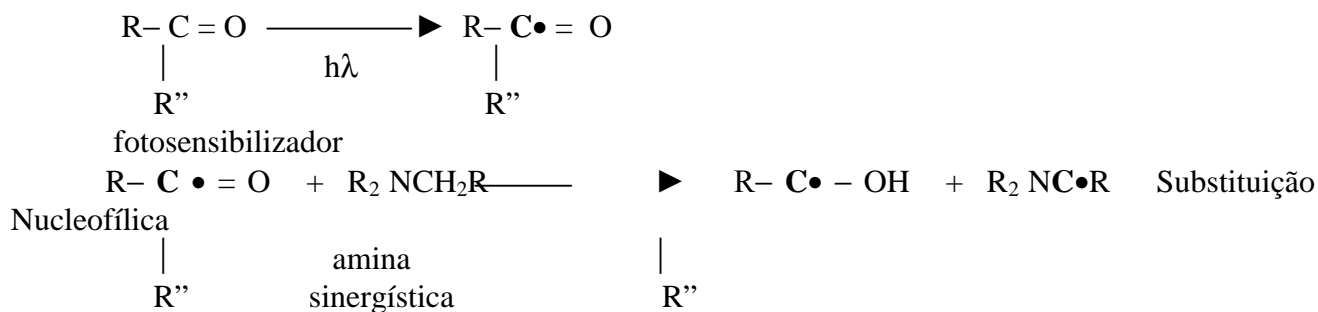
A geração do radical livre são obtidas de duas maneiras; pelo mecanismo de fragmentação homolítica ou pelo mecanismo da captura de hidrogênio.

8.1. Mecanismo de Foto-fragmentação do Fotoiniciador

Norrish Tipo I : A ruptura homolítica das ligações são causadas diretamente pela incidência da radiação UV sobre a molécula do fotoiniciador. (Fotoiniciador Tipo I)



Norrish Tipo II: Reação Bi-molecular, ou seja, um fotosensibilizador transfere a energia para uma segunda molécula (co-iniciador) por abstração de hidrogênio através de uma amina sinérgica.



8.2. Inibição da Cura pelo Oxigênio:

Reação de seqüestro do agente Cromóforo: $[\text{Fotoiniciador}]^* + \text{O}_2 \rightarrow [\text{Fotoiniciador}] + \bullet \text{O}_2$

Reação de captura do Radical Livre: $\text{R} \bullet + \text{O}_2 \rightarrow \text{R} - \text{O} - \text{R} \bullet$
Forte propagação \rightarrow **fraca propagação**

Os fotoiniciadores Tipo I são muito pouco ou não são afetados pelo oxigênio, no entanto, os Tipo II são afetados e necessitam de co-iniciadores, como as aminas sinérgicas.

Misturas de fotoiniciadores Tipo I mais Tipo II com aminas sinérgicas são comumente usados para evitar o ataque do oxigênio sobre o agente cromóforo.

9. A Seleção do Fotoiniciador

A seleção do fotoiniciador corresponde as necessidades da aplicação da formulação em desenvolvimento. Determinam basicamente três propriedades da formulação: reatividade, amarelecimento e custo. As propriedades físico-química do revestimento também são afetadas pelo tipo de fotoiniciador e sua concentração na formulação. A tabela 4 abaixo, mostra alguns fotoiniciadores UV.

Nome Químico	Nome Comercial	λ máx	Tipo	Estado Físico	Aplicação
2,4,6,-Trimethylbenzoyl diphenylphosphine oxide	Chivacure TPO	382	I (FI)	pó	Pigmentados Brancos e Coloridos em tintas e revestimentos. Camadas mais espessas. Velocidade de cura. Não amarela
Methyl phenylglyoxylate	Chivacure 200	255	I (FI)	Líquido	Minimo odor; não amarela; utilizado para madeira e sistemas aquosos UV e embalagens de alimentos.
2-methyl-1-[4-(methylthio)phenyl]-2-morpholino-propan-1-one	Chivacure 107	305	I (FI)	pó	Sistemas pigmentados. Combinado com ITX e EPD
Oxide-phosphine type	Chivacure 1256	255/383	I (FI)	Líquido	TPO líquido. Alta velocidade de cura, não amarela
α - hydroxyketone	Chivacure 1400	254/330	I (FI)	Líquido	Sistemas Transparentes. Não amarela, baixo odor, reatividade
1-Hydroxycyclohexyl phenyl ketone	Chivacure 184	255/330	I (FI)	pó	Sistemas Transparentes e pigmentados. Não amarela, baixo odor, reatividade
2-Hydroxy-2-methyl-1-phenyl-propan-1-one	Chivacure 173	253/335	I (FI)	Líquido	Sistemas transparentes. Não amarela.
2,2-Dimethoxy-2-phenyl acetophenone	Chivacure BDK	255/340	I (FI)	pó	Sistemas transparentes e pigmentados onde um mínimo de amarelamento é aceito.
4-Benzoyl-4'-methyl-diphenyl sulphide	Chivacure BMS	245/320	II (FS)	pó	Pigmentado Branco e transparentes. Baixo odor. Não amarela.
4- Methylbenzophenone	Chivacure MPL	255	II (FS)	Líquido	Baixo odor, não amarela, substitui a benzophenone convencional

o-methylbenzoyl benzoato	Chivacure OMB	252	II (FS)	pó	Baixo odor. Embalagem alimentícia.
Ethyl Micher's Ketone	Chivacure EMK	377	II (FS)	pó	Pigmentado e Preto. Alta reatividade. Não carcinogênico.
Isopropylthioxanthone	Chivacure ITX	380	II (FS)	pó	Sistemas pigmentados.
Benzophenone mixture	Chivacure LBP	255/330	II (FI)	Liq	Sistemas transparentes, baixo odor, baixa toxicidade
Benzophenone	Chivacure BP	255/330	II (FI)	pó	Econômico.
Ethyl p-(dimetilamino) benzoate	Chivacure EPD	227/307	II (AS)	pó	Sistema pigmentado com baixo amarelamento. Combinado ITX
2-Ethylhexyl p-(dimetilamino) benzoate	Chivacure OPD	220/310	II (AS)	Líq	Tintas offset e sistemas pigmentados
Tertiary amine aliphatic	Chivacure 115	205	II (AS)	Líq	Sistemas com Benzophenone.

Tabela 4: Fotoiniciadores (FI), Fotosensibilizadores (FS) e Aminas Sinérgicas (AS)
Chivacure é marca registrada da Chitec Chemical Co.,Inc

De uma forma geral, a seleção dos fotoiniciadores, fotosensibilizadores e das aminas sinérgicas, se deve considerar os seguintes parâmetros: Tipo de lâmpada UV utilizada na linha de produção, inibição do oxigênio, pigmentação, amarelecimento, espessura da camada, concentração do FI, velocidade da linha, líquido ou sólido, custo, espectro de absorção do FI, entender os efeitos da intensidade da luz e a potencia da lâmpada, entender o efeito da reflexão.

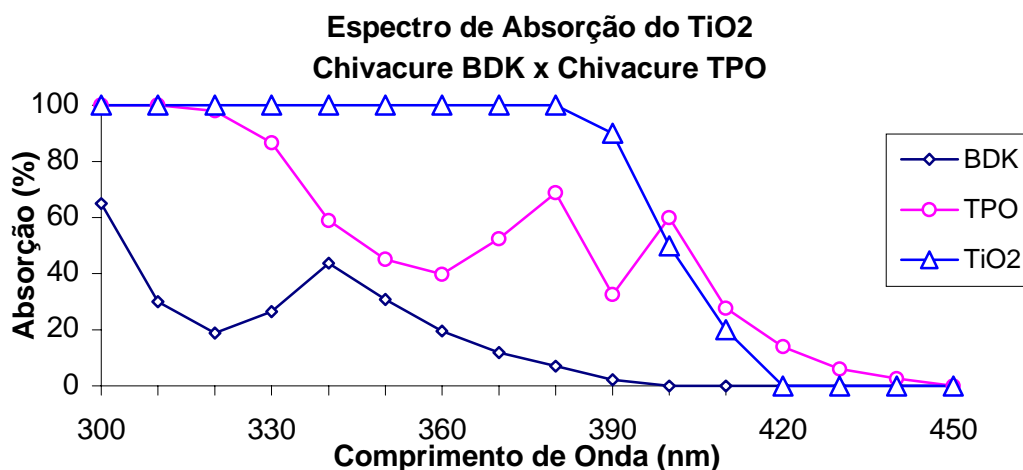


Figura 6: Espectro de Absorção do Chivacure BDK x Chivacure TPO x TiO₂

Na figura 6, temos um exemplo de como utilizar um fotoiniciador em um sistema pigmentado branco. O pigmento TiO₂ apresenta uma forte absorção em 390nm e o fotoiniciador adequado é o TPO pois absorve em 382nm, enquanto que o BDK absorve em 340nm, não apresentando reatividade pois não absorve os fótons neste comprimento de onda.

10. Bibliografia

1. Schaum/Van Der Merwe; Física Geral: Editora McGraw-Hill – 1976
2. Joseph V. Koleske; A Radiation Cure Primer – JCT – Vol.69 – 1977
3. John B. Russel; Química Geral – Editora McGraw-Hill – 1980
4. Vogel; Análise Inorgânica Quantitativa – Editora Guanabara – 1981
5. Oldring, P.K.T; Chemistry & Technology of UV&EB Formulations for Coatings, Inks & Paints: Vol 3 – SITA Technology – 1991
6. Oldring, Dr. P R Holman &; UV& EB Curing Formulation for Printing Inks, Coatings & Paints - SITA Technology – 1988
7. S. Peter Pappas; UV Curing: Science and Technology – Technology Marketing Corporation – 1978
8. Steven G. Wentink and Stanley D. Koch; UV Curing in Screen Printing for Printed Circuits and the Graphic Arts:– Technology Marketing Corporation – 1981
9. Alex Ryer ; Light Measurement Handbook – International Light
10. D. R. Randell ; Radiation Curing of Polymers – Royal Society of Chemistry – 1987
11. Chitec Chemical Co. ,Inc ; Additives for UV Coating; Photoinitiator & Photosensitizer – Catalog -.
12. Prof. Jean-Pierre Fouassier and Denis Ruhlmann ; How to Understand and Synergistic Phenomena in the Photopolymerisation of Pigmented Systems :- Radtech Europe – Paper 39 – 1991

SUMMARY

UV technology has been significantly helpful to preserve the environment, as it deals with a system free of volatile organic solvents (VOC). In addition a considerable economy can be obtained, due to high productivity, high quality of the cured material, low content of rejects, wide span of formulations, pigmented or transparent, which have such diverse applications as graphic arts, industrial systems and adhesives.

The formulations are made by combining Acrylic Monomers, Oligomers and Photoinitiators, with pigments, extender pigments and additives. These formulations have a 100% solids content and as a consequence, there is no solvents emission to the atmosphere.

The UV curable coatings are polymerized by means of an equipment that generates UV light, whose electromagnetic frequency sensitizes the photoinitiators which through a photochemical reaction generate free radicals.

In order to obtain the best performance, the choice of the photoinitiators is subordinated to different factors, and of course, the different variables inherent to the process.

Beyond being familiar with the functioning of the various types of photoinitiators, the formulator must also be familiar with the basic principles of photochemistry in order to understand the mechanisms of the polymerization of UV coatings.

The UV technology is being more and more used as a substitute to other cure processes in a broad diversity of applications. Growth rate in Brazil is somewhere between 15 to 20%/year.

The purpose of this paper is to help the formulator and also to show importance of the photoinitiators in the making of the UV formulations for pigmented as well as transparent formulations.