



Compósitos restauradores II

Sistemas de ativação em compósitos restauradores

1 Histórico

- 1960 materiais resinosos restauradores de ativação química (forma de apresentação em duas pastas)
- 1970 primeiros compósitos fotoativados com luz UV. A radiação UV é prejudicial à saúde e seu poder de penetração através dos tecidos dentários era limitado.
- Final do anos 70s materiais fotoativados com luz visível (lâmpadas QTH)
- 1980 materiais de ativação dupla (foto e quimicamente ativados)
- 1990 fotopolimerizadores de luz laser
- 2000 LEDs e “soft start” (métodos de fotoativação criados para diminuir o desenvolvimento de tensões de polimerização; estudos demonstraram a baixa eficiência de métodos de fotoativação “soft start”; portanto, eles não serão abordados)

2 Compósitos quimicamente ativados vs. fotoativados

- Compósitos quimicamente ativados (“self cure”)
 - Utilizam o peróxido de benzoíla como iniciador, que pode ser termicamente ativado ou quimicamente ativado. No quimicamente ativado, uma amina terciária quebra o peróxido de benzoíla ao meio, formando dois radicais livres
 - Adaptic foi o primeiro compósito “self cure”. Apresentava somente uma cor, chamada de “universal”, pois dizia-se que funcionava esteticamente bem em 70% dos casos. A desvantagem é que na espatulação se incorporavam muitos poros.
 - Desvantagens:
 - Tempo de trabalho não controlado pelo dentista
 - A espatulação provoca incorporação de poros:
 - Poros enfraquecem o material, pois concentram tensões e se comportam como defeitos.
 - Os poros contêm ar no seu interior; portanto, ao redor dos poros a resina encontra-se menos polimerizada, pois o oxigênio atua como inibidor da polimerização.
 - Esteticamente é ruim, sendo que a luz é desviada pelos poros dando uma aparência pouco natural e opaca.
 - Incompatíveis com sistemas adesivos de pH ácido (exemplo: adesivos autocondicionantes ou all-in-one)
 - Vantagem:
 - Grau de conversão (GC) uniforme em toda a espessura da restauração.
 - Indicação atual: cimentos para fixação de restaurações indiretas (não existe mais compósito resinoso restaurador quimicamente ativado)
- Compósitos fotoativados (“light cure”)
 - Vantagens:
 - dispensam espatulação (menos poros);
 - tempo de trabalho e de presa sob controle do profissional, pois a polimerização é iniciada quando o profissional expõe o material à luz azul;
 - técnica incremental favorece a estética: é uma técnica que demanda mais

tempo; no entanto, é possível utilizar cores diferentes a cada camada (se for necessário) e dessa forma obtém-se uma restauração de aspecto mais natural.

- Desvantagens:
 - Necessidade de fotopolimerizador: é um equipamento indispensável no consultório
 - GC uniforme em espessura de até 2mm: obrigatória a inserção em camadas (técnica incremental), à exceção dos compósitos “bulk fill”.

3 Fotoativação: parâmetros de interesse

- Geração de radicais livres em compósitos fotoativados:
 - Ativador – luz
 - Iniciador: canforoquinona (CQ, pó de cor amarela) ou Lucerin TPO (líquido, usado em compósitos mais claros, utilizados usualmente para restauração de dentes clareados)
 - Co-iniciador: amina
 - Quando a CQ é exposta a luz azul, atinge um estado excitado (ou chamado de “triplet”) e se liga a duas moléculas de amina. A CQ “pega” um hidrogênio de cada amina para se estabilizar, deixando as aminas transformadas em radicais livres
- Fatores relacionados à eficiência da fotoativação
 - Comprimento de onda (qualitativo): o comprimento de onda emitido pelo fotopolimerizador tem que ser compatível com o fotoiniciador que está presente no material
 - Espectro de emissão da fonte de luz: irradiância emitida pelo fotopolimerizador em cada comprimento de onda de luz (λ).
 - Espectro de absorção do fotoiniciador: eficiência de absorção de luz pelo fotoiniciador em cada comprimento de onda (a luz visível vai de 400 a 700nm)
 - Canforoquinona: $\lambda = 468\text{nm}$ luz
 - Lucerin-TPO: $\lambda = 380\text{nm}$
 - Irradiância – mW/cm^2 (quantitativo)
 - Um bom fotopolimerizador deve oferecer irradiância acima de $600 \text{ mW}/\text{cm}^2$.
 - Deve ser conferida com o radiômetro
 - A irradiância depende dos seguintes fatores:
 - potência (em Watts) da fonte de luz (lâmpada);
 - qualidade dos espelhos, filtros e feixe de fibras ópticas do aparelho;
 - área irradiada (cm^2): Como o feixe de luz é divergente (exceção: laser), a área irradiada depende não apenas do diâmetro da ponta, mas também da distância entre a ponta e a superfície do compósito. Além disso, a irradiância não é uniformemente distribuída em toda a área da ponta. De acordo com o perfil do feixe de luz (que pode variar entre equipamentos de marcas diferentes), torna-se importante posicionar a ponta do fotopolimerizador em diferentes regiões na superfície da restauração.
 - Dose ou densidade de energia – mJ/cm^2 (irradiância x tempo)
 - Para a maioria dos compósitos, a dose necessária para garantir um alto GC em uma espessura de 2mm de material está entre 12 e $18 \text{ J}/\text{cm}^2$
 - Acima de $18 \text{ J}/\text{cm}^2$ não se observa aumento no GC, pois os materiais atingem o máximo de polimerização.

- Portanto:
 - quanto mais concentrado for o espectro de emissão da fonte de luz ao redor de 468nm (para compósitos com canforoquinona);
 - quanto maior for a potência da fonte de luz,
 - quanto menor for a área irradiada e
 - quanto maior for o tempo de irradiação
MAIOR SERÁ O GRAU DE CONVERSÃO.
- Dentro de limites, é possível compensar uma baixa irradiância prolongando-se o tempo de irradiação.

4 Fontes de luz

- Lâmpadas halógenas (QTH)
 - Chamadas QTH porque apresentam um bulbo que contem quartzo-tungstênio-halogênio.
 - Lâmpada de filamento incandescente
 - Policromático
 - Possui filtros para transmitir apenas o azul, mas os filtros não são tão eficientes
 - Gera calor, o que é um problema, pois pode causar inflamação pulpar
 - Baixa eficiência: apenas uma fração mínima da energia luminosa é efetivamente utilizada para fotoativação
 - Vida útil limitada: a potência diminui ao longo do tempo (por desgaste do filamento)
- Aparelhos de LED (Light-Emitting Diode)
 - Eletroluminescência: movimentação de elétrons em materiais semicondutores submetidos a corrente elétrica
 - LED azul: espectro concentrado no azul; portanto, não servem para fotopolimerizar compósitos com Lucerin TPO como iniciador
 - LED polywave (poli-onda): no mesmo aparelho existem 2 tipos diferentes de LEDs. Servem tanto para compósitos com canforoquinona quanto para compósitos com Lucerin TPO
- Aparelhos de Laser
 - Monocromático
 - Não divergente (chamado também de colimado) e coerente (ou seja, todos os fótons caminham em fase)
 - Custo elevado, sem grandes vantagens em relação aos demais que justifiquem o investimento
- Aparelhos de arco de plasma (PAC lights)
 - Eletrodos de tungstênio em gás condutor
 - Espectro de emissão muito amplo (gera muito calor)
 - Irradiância > 1000mW/cm²
 - Estes aparelhos surgiram com a proposta de diminuir bastante o tempo de fotopolimerização (para 3 segundos, segundo a publicidade), por apresentar irradiância alta. Eficiência não comprovada em pesquisa. Baixa aceitação no mercado.