

Nome do autor: Gabriel Mendes Lopes Ribeiro

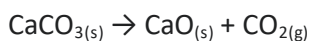
Série em 2023: (X)3ª; ()2ª ou anterior

O uso de cimentos de ionômero de vidro alumino-silicatos na odontologia

1 – Introdução: contexto histórico e o processo de fabricação do vidro

A curiosidade humana levou nossa espécie, ao longo da história, a desenvolver novos métodos e práticas que têm como papel facilitar e otimizar as manipulações humanas sobre a natureza. Com isso, pudemos desvendar os mistérios da natureza de tal forma que as descobertas realizadas há milhares de anos ainda são altamente relevantes em nossa sociedade, além de poderem, ainda, sofrer ainda mais mudanças e passar por novos processos de aprimoração. Um desses exemplos é o vidro, que data de 5000 a.C e que foi descoberto acidentalmente por mercadores fenícios com o uso de materiais simples: fogo, areia e nitrato de sódio (NaNO_3) – o principal material das quais eram feitas suas panelas. Desde então, civilizações posteriores ampliaram seus conhecimentos sobre o vidro e suas propriedades, e tal esforço coletivo nos permite, na atualidade, atingir altos níveis de complexidade de manipulação desse material.

Atualmente, o vidro é obtido por uma sequência de etapas, e conta com as seguintes matérias-primas: sílica (SiO_2) e óxidos de metal (MO), em que $M = (\text{Na}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{etc.})$. Cerca de 90% de todos os vidros correspondem ao do tipo cal-soda¹, que leva barrilha - composta essencialmente por carbonato de sódio (Na_2CO_3) -, e o calcário (CaCO_3 sólido). Em seu processo de fabricação, o carbonato de sódio desempenha o papel de abaixar o ponto de fusão do silício, a fim de facilitar seu derretimento. Além disso, a decomposição térmica do calcário obedece a seguinte equação química:



de forma a obter o óxido de cálcio ($\text{CaO}_{(s)}$), que garante uma maior resistência do vidro à água. A mistura desses componentes é fundida, e os fornos responsáveis por esse processo atingem temperatura próximas a 1500°C . Depois disso, obtém-se uma massa líquida e brilhante facilmente modelável, propriedade que permite a manipulação desse material conforme o desejo do fabricante, usualmente na composição de garrafas, taças, copos e janelas², como na Imagem 1.



Imagem 1: modelagem de garrafas durante a fabricação do vidro;

<https://segredosdomundo.r7.com/como-e-feito-o-vidro/>. Acesso em 08/12/22.

2 – Pesquisas sobre os CIVs (Cimentos de ionômero de vidro)

Os vidros possuem uma vasta área de aplicação, seja ela no setor da saúde e bem-estar, na indústria, ou até mesmo no lazer. Assim, pesquisas recentes têm sido desenvolvidas no setor de odontologia utilizando vidros. Um exemplo promissor são os CIVs (ou cimento de ionômero de vidro). Essas pesquisas almejam aprimorar a qualidade dos recursos odontológicos, e consequentemente promover uma maior eficiência e confiabilidade dos recursos utilizados na realização de processos de restauração biológica dentária. Além disso, o uso desse material é vantajoso devido à sua capacidade de otimizar os processos de restauração dentária, tanto em eficiência quanto em tempo.

Os cimentos de ionômero de vidro são materiais de caráter restaurador compostos por um pó (vidro alumino-silicato) e um líquido (usualmente ácido poliacrílico) que, quando misturados, formam uma massa plástica capaz de se enrijecer. Algumas das características que favoreceram o uso desse material no setor odontológico foi a sua capacidade de unir-se à dentina e de liberar fluoretos, que desempenham um importante papel na recomposição mineral dos dentes. O flúor auxilia na proteção do esmalte dentário, e evita o desgaste provocado por bactérias causadoras de cárie e por substâncias ácidas ingeridas no momento de alimentação. Isso ocorre através da inibição da desmineralização do esmalte saudável, e pela recomposição mineral do esmalte pobre em minerais, a partir da formação de uma estrutura cristalina de esmalte melhorada juntamente ao cálcio e fósforo presentes no biofilme (placa dentária)³. Ademais, sua qualidade adesiva é ideal para a realização de procedimentos de restauração odontológica, tendo em vista que uma boa aderência à superfície dentária garante uma maior eficiência no processo.



Imagem 2: Manipulação do cimento de ionômero de vidro;

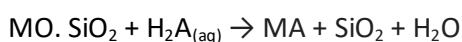
<https://blog.dentalspeed.com/cimento-de-ionomero-de-vidro-parceiro-do-dentista/>. Acesso em 06/01/23

O vídeo a seguir mostra um experimento utilizando ionômeros de vidro. O professor Luciano Maurício, em seu canal do YouTube, manipula o cimento e demonstra a forma correta de se misturar o pó ao líquido (fase de aglutinação). O vídeo encontra-se disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=oM-envXjbA0>.



Os vidros dos CIVs são compostos essencialmente pelos principais componentes: a sílica (SiO₂) e alumina (Al₂O₃) misturadas a fluoreto de cálcio (CaF₂) fundente⁴. Então, a massa obtida é resfriada e é moída em partículas muito finas antes de seu uso, que variam de 20µm a 50µm⁵. O líquido utilizado pode ser substituído também por uma solução aquosa de hidroxietil metacrilato (HEMA), que se polimeriza na presença de um foto estimulante e dá início à reação de presa. Essa etapa é de grande importância devido à agregação mecânica que ocorre entre o material do cimento e os próprios dentes. A reação de presa (ou de endurecimento do material) se dá através de uma reação do tipo ácido-base:



(vidro) (ácido) (sal) (gel de sílica)

Na reação de presa, os íons de sódio e flúor (presentes no vidro) não participam do processo de presa, mas sofrem uma combinação com o objetivo de formarem fluoreto de sódio, que é então liberado. A ação do ácido na superfície externa do vidro a torna empobrecida em íons de alumínio, flúor, sódio e cálcio, restando somente um gel de sílica que a envolve. Além disso, são os íons cálcio e alumínio os responsáveis pela formação do sal ao final da reação⁵.

Após misturados os componentes, o material leva de 15 a 20 minutos para endurecer. Todavia, a presença de uma luz foto ativadora pode atuar como catalisador e encurtar o tempo de reação para aproximadamente 30 segundos. Isso se deve ao fato de que o HEMA passa por um processo de polimerização na presença dessa luz, realizando ligações cruzadas entre suas moléculas⁵.

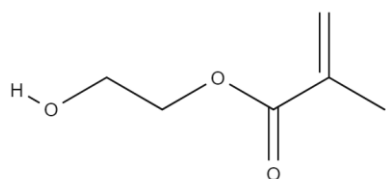


Imagem 3: Estrutura molecular do HEMA; Autoria própria.

A propriedade adesiva dos CIVs, fator determinante este para que se tenha um bom cimento, pode ser explicada pela reação dos íons provenientes do ácido poliacrílico com a apatita [Ca₅(PO₄)₃OH], mineral que compõe os dentes humanos⁶. Na reação, o cálcio e fosfato são deslocados e criam uma camada intermediária, constituída por íons fosfato e cálcio e poliacrilato (base conjugada do ácido poliacrílico). Além do mais, uma outra possibilidade é a formação de ligações iônicas e de hidrogênio diretamente entre o poliacrilato e o cálcio proveniente da apatita.

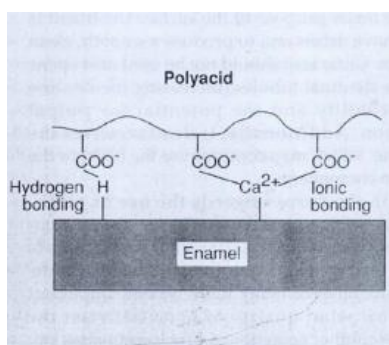


Imagem 4: Formação de ligações entre o cálcio da apatita e o poli acrilato;

Os cimentos de ionômero de vidro são materiais de caráter promissor. Essa característica se deve ao fato de que podem ser realizadas inúmeras alterações no tipo de pó e poliácido, o que acarreta mudanças em propriedades do material. O ácido tartárico, por exemplo, auxilia no processo de endurecimento e de controle do pH durante a reação de presa, o que consequentemente lhe dá responsabilidade de controlar o grau de dissolução do vidro. Alguns outros tipos de ácidos utilizados são o ácido maléico e o ácido itacônico⁵.

Nesse sentido, os CIVs detêm um grande potencial de inovação. Um enorme leque de novas combinações ainda estão para serem descobertas, e a pesquisa sobre o uso de novos componentes para a fabricação do vidro dos CIVs é um grande passo para o avanço da tecnologia no ramo da odontologia.

3- Referências Bibliográficas

1. ATKINS, Peter; LORETTA, Jones; LAVERMAN, Leroy. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 7ª edição. São Paulo: Bookman, 2018;
2. Manual do Mundo. *Como o vidro é feito?* YouTube, 10/01/2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=CCuR_KWjgUk;
3. SCHWARTZKOPF, Caroline; NAKAO, Emerson. *O papel do flúor na proteção dos dentes*. Disponível em: <https://conexao.odontoprev.com.br/wp-content/uploads/2020/06/OBE-ConexaoUNNA15-O-papel-do-fluor-na-protecao-dos-dentes.pdf>;
4. SIDHU, Sharanbir; NICHOLSON, John. *A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry*. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-4983/7/3/16>;
5. e-Disciplinas da USP. *Cimentos de ionômero de vidro*. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1897834/mod_resource/content/1/Grupo%205%20-%20Ionomero%20de%20vidro.pdf;
6. DE SOUZA, Pamela. *Análise de apatita de dentes humanos por difratometria de raios X e microscopia eletrônica de varredura: aplicação em Ciências Forenses para estimativa de idades de indivíduos*. Disponível em: <http://www.ojudsma-nimad.ufpr.br/pameladesouza.pdf>;