



A Química e a Conservação dos Dentes

Roberto R. da Silva, Geraldo A. Luzes Ferreira, Joice de A. Baptista e Francisco Viana Diniz

Neste artigo são abordados alguns aspectos da química dos dentífricos, destacando sua composição variada, bem como sua função na limpeza e prevenção das cáries dentárias. Também é feita uma pequena discussão sobre as restaurações acrílicas e com amálgamas.

► dentífricos, higiene bucal, amálgamas ◀

Recebido em 20/3/01, aceito em 10/4/01

Um pouco de história

A preocupação em cuidar dos dentes remonta às mais antigas civilizações, a exemplo dos gregos, romanos, árabes, maias e chineses. Celso (25 aC - 50 dC), que viveu em Roma, preconizava a extração de dentes de leite para facilitar a erupção do dente permanente no lugar certo na arcada dentária.

As atividades relacionadas aos tratamentos dentários eram, inicialmente, exercidas por pessoas não qualificadas (ambulantes, ciganos, barbeiros, caixeiros-viajantes) e, posteriormente, já no século II da nossa era, por profissionais ligados à medicina. O aprendizado das práticas odontológicas seguiu os moldes das corporações medievais. O indivíduo que almejava aprender um ofício associava-se a um mestre que lhe ensinava os segredos desse ofício. Esta situação permaneceu inalterada por muito tempo, pois a primeira escola de odontologia do mundo foi criada nos Estados Unidos em 1840.

Entre as práticas usadas para a conservação dos dentes, os dentífricos ocupam um papel importante. O primeiro creme dental surgiu no Egito

há cerca de quatro mil anos. Era um material à base de pedra-pomes pulverizada e vinagre, que era esfregado nos dentes com pequenos ramos de arbustos. No século I da nossa era, os romanos acrescentaram a essa pasta mel, sangue, carvão, olhos de caranguejos, ossos moídos da cabeça de coelhos e urina humana, todos com a finalidade de deixar os dentes mais brancos.

O primeiro dentífrico comercial foi desenvolvido em 1850, nos Estados Unidos. Inicialmente na forma de um pó, foi modificado posteriormente para a forma de pasta, com o nome comercial de "Creme Dentífrico do Dr. Sheffield". Um aumento da comercialização das pastas de dente ocorreu quando elas começaram a ser embaladas em tubos metálicos flexíveis.

Nos dias de hoje, os dentífricos podem ser encontrados na forma de pó, de pasta (creme dental) e de líquido, embora os dentífricos líquidos não sejam muito comuns em nosso país.

A função primordial dos dentífricos é atuar como agente auxiliar na escovação, visando à limpeza dos dentes. A relação entre alimentação, higiene bucal e prevenção das cáries é o que veremos a seguir.

As cáries dentárias e a alimentação

Na nossa boca existem milhares de microrganismos. Por causa de sua temperatura amena e constante de 36 °C, de sua umidade permanente e pelo fluxo de nutrientes (alimentos) durante alguns períodos do dia, a boca

pode ser considerada como um ambiente ideal para a proliferação de microrganismos.

Qual é a relação entre estes microrganismos, como por exemplo, as bactérias e as cáries den-

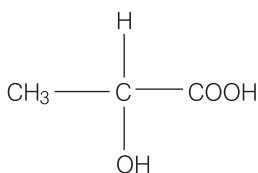
tárias?

A teoria que relaciona o aparecimento de cáries com o desenvolvimento de colônias de bactérias na boca foi formulada, em 1890, por um cientista americano chamado W.D. Miller. A experiência que mostrou o elo entre bactérias e cáries foi a seguinte: Miller colocou um dente extraído em um tubo, adicionou um pouco de saliva e um

A seção "Química e sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

pedaço de pão. Com o passar do tempo observou que o dente se corroía. Quando ele aquecia a saliva, causando, portanto, a morte das bactérias, o dente não se corroía. A partir destas e de outras observações, Miller formulou a hipótese de que a cárie resultava da produção de ácidos orgânicos pelas bactérias orais a partir de um alimento fermentável, como, por exemplo, o pão.

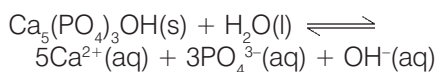
Hoje sabe-se que as bactérias vão lentamente formando um biofilme que se deposita sobre a superfície do dente. Alimentando-se do açúcar contido nos alimentos (ou formado pela ação da saliva sobre outras substâncias), as bactérias vão se multiplicando rapidamente, dando origem ao que se denomina placa bacteriana. O açúcar, ao ser metabolizado pelas bactérias, é transformado em ácidos orgânicos. Um deles é o ácido láctico. Os outros ácidos, em quantidades pequenas, são o acético, o fórmico e o succínico. Deve ser observado que mesmo em dietas pobres em açúcares constata-se também a formação de placas bacterianas.



Ácido láctico

Os ácidos produzidos na fermentação (metabolismo) do açúcar pelas bactérias são os responsáveis pelas cáries. Mas como isso ocorre?

O esmalte do dente (Figura 1) é constituído de um material muito pouco solúvel em água e cujo principal componente é a hidroxiapatita - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, um composto iônico formado por íons Ca^{2+} , PO_4^{3-} e OH^- . Em um processo chamado desmineralização, uma quantidade muito pequena de hidroxiapatita pode se dissolver, em processo descrito pela equação:

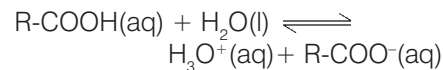


Esse processo é normal e ocorre naturalmente. O processo inverso, a mineralização, também é normal.

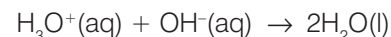
A mineralização e a desmineralização podem acontecer com rapidez diferentes. Durante a formação do dente (dentro do osso), ocorre somente a mineralização. Quando o dente é exposto ao meio bucal, a desmineralização passa a ocorrer. Nos adultos, por sua vez, os dois processos podem ocorrer com a mesma rapidez, isto é, atingem um equilíbrio. Uma condição de equilíbrio acontece quando duas reações opostas entre si ocorrem com a mesma rapidez. No entanto, em crianças ou em adultos, se a concentração de ácidos torna-se muito elevada em um determinado ponto sobre a superfície do esmalte, a rapidez da desmineralização pode ser maior que a da mineralização, conduzindo à formação de uma cárie dentária.

Os principais fatores que determinam a estabilidade da apatita na presença da saliva são o pH e as concentrações dos íons cálcio, fosfato e flúor em solução. A concentração dos íons $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, que altera o pH da saliva, é uma das principais responsáveis pela deterioração dos dentes. À medida que a placa bacteriana cresce, a concentração dos ácidos orgânicos produzi-

dos pelas bactérias cresce, aumentando a concentração dos íons $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, segundo a equação:



Os íons $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ podem reagir com os íons $\text{OH}^-(\text{aq})$, produzidos na desmineralização, levando à formação de água:



Os íons $\text{OH}^-(\text{aq})$ são essenciais no processo de mineralização; sua neutralização por íons $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ reduz consideravelmente este processo. Se a desmineralização se processa com uma dada rapidez e a mineralização em uma rapidez muito menor, o resultado é uma perda de material do dente.

O pH normal da boca é em torno de 6,8; a desmineralização torna-se predominante a um pH abaixo de 5,5. A diminuição do pH na boca pode ser causada diretamente pelo consumo de frutas ácidas e bebidas, ou indiretamente pela ingestão de alimentos contendo carboidratos fermentáveis que permitem produção de ácidos pelas bactérias. No caso da ingestão de um refrigerante contendo açúcar, o pH da boca pode atingir um valor abaixo de 5,5 após 10 minutos. Ele retorna ao seu valor normal após uma hora, quando o açúcar é removido (ou consumido).

O que pode ser feito para prevenir o aparecimento de cáries? As pastas de dente desempenham um papel importante nesse processo preventivo, como veremos a seguir.

Os efeitos dos dentífricos sobre os dentes

Há um ditado que diz: "Em dentes limpos não se formam cáries". A limpeza dos dentes envolve a escovação com uso de dentífricos. Mas, do ponto de vista da química, o que é um dentífrico?

A principal função do dentífrico é auxiliar na limpeza de superfícies acessíveis dos dentes, retirando manchas e detritos e dificultando a formação da

Alimentando-se do açúcar contido nos alimentos (ou formado pela ação da saliva sobre outras substâncias), as bactérias vão se multiplicando rapidamente, dando origem ao que se denomina placa bacteriana

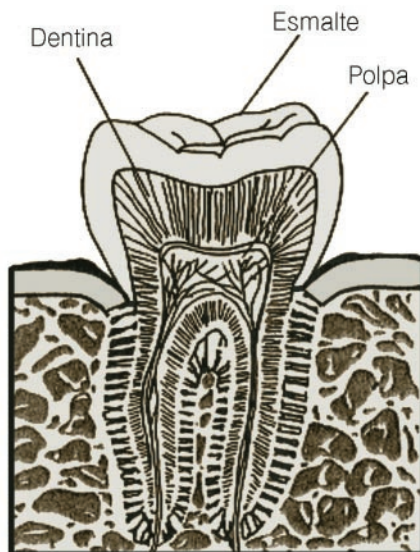


Figura 1: O esmalte do dente é constituído de hidroxiapatita. Logo abaixo do esmalte está a dentina. Os nervos e os vasos sanguíneos estão localizados na polpa.

placa bacteriana.

A composição básica de dentífrico em pasta geralmente envolve substâncias que desempenham as funções de abrasivo ou agente de polimento, corante, espumante, umectante, aglutinante, edulcorante, solvente e agente terapêutico. A composição típica dos dentífricos é ilustrada na Tabela 1.

Além das substâncias com essas funções, outras podem ser adicionadas: flavorizantes, espessantes, conservantes e aromatizantes.

Do ponto de vista da função do dentífrico, os abrasivos são os ingredientes mais importantes, por serem essenciais para a limpeza adequada. Os abrasivos são pós insolúveis em água, geralmente sintetizados em laboratório para manter a uniformidade e tamanho das partículas. Os abrasivos mais comumente usados são: monodrogenofosfato de cálcio (CaHPO_4), carbonato de cálcio (CaCO_3), pirofosfato de cálcio ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$), dióxido de silício (SiO_2), óxido de magnésio (MgO), metafosfato de sódio (NaPO_3) e óxido de alumínio (Al_2O_3). Um dentífrico pode conter um ou mais tipos de abrasivos.

A pasta de dente deve ser suficientemente abrasiva para remover manchas, mas não para desgastar demais o esmalte; sua ação deve proporcionar uma superfície limpa e polida. Diferentes abrasivos promovem diferentes graus de polimento nos dentes.

O espumante é um detergente. Sua função é diminuir a tensão superficial

da pasta, permitindo a penetração nas fissuras, e auxiliar na remoção dos detritos da superfície do esmalte. O espumante mais comum empregado em pastas é o sulfato de sódio e laurila - $\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$.

Os flavorizantes são óleos com sabor que promovem um efeito refrescante (óleo de hortelã, por exemplo).

O solvente usado é a água. Ela proporciona a consistência desejada, mantendo o dentífrico fluido; ao mesmo tempo solubiliza outros constituintes, como os corantes e os fluoretos.

O umectante é adicionado para impedir a secagem do dentífrico (tal como acontece quando a tampa não é recolocada no tubo, após o uso) e melhora o aspecto e a consistência do produto. Os umectantes mais comumente usados são a glicerina - $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$, o sorbitol - $\text{C}_6\text{H}_8(\text{OH})_6$ e o polietilenoglicol - $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{[OCH}_2\text{CH}_2\text{]}_n\text{-OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.

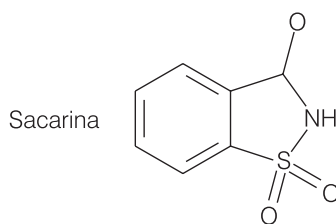
O aglutinante é incluído para impedir a separação dos componentes líquidos e sólidos e auxiliar na manutenção da consistência do dentífrico. No passado, gomas naturais eram usadas para este fim. Atualmente, são substituídas por materiais sintéticos. Um exemplo é a carboximetilcelulose.

Os edulcorantes são substâncias que conferem ao dentífrico o sabor doce. Sacarose (açúcar comum) e outros carboidratos não podem ser usados como edulcorantes porque são metabolizados por bactérias, originando ácidos. Os edulcorantes mais comumente usados são o sorbitol $\text{C}_6\text{H}_8(\text{OH})_6$ e a sacarina.

Dentífrico em pasta geralmente envolve substâncias que desempenham as funções de abrasivo ou agente de polimento, corante, espumante, umectante, aglutinante, edulcorante, solvente e agente terapêutico

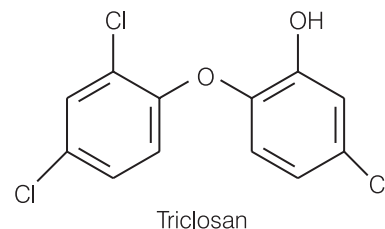
Tabela 1: Composição típica de dentífricos (porcentagens em massa).

| Componente | % |
|-----------------------|-------|
| Abrasivo | 20-55 |
| Solvente (água) | 15-25 |
| Umectante | 20-35 |
| Espumante | 1-2 |
| Aglutinante | 1-3 |
| Corante e edulcorante | 1-2 |
| Agente terapêutico | 0-1 |



Os agentes terapêuticos têm funções específicas nos dentífricos. Alguns são bactericidas (formol e triclosan). Outros são antiácidos, como o

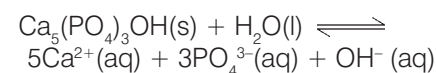
bicarbonato de sódio - NaHCO_3 . Alguns dentífricos contêm ingredientes que auxiliam na remoção das manchas causadas nos dentes pelo cigarro. Algumas pessoas possuem dentes hipersensíveis (sensação de dor causada por alimentos quentes, frios ou azedos); nestes casos, os dentistas recomendam o uso de dentífricos contendo nitrato de potássio (KNO_3), ou citrato de sódio ($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3$) ou cloreto de estrôncio (SrCl_2). O agente terapêutico mais importante é um composto fluorado. Testes têm demonstrado que o flúor ajuda a proteger os dentes contra as cáries, como será visto adiante.



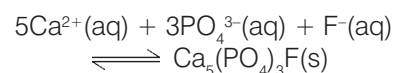
O flúor e a prevenção da cárie

O fato de que compostos contendo flúor têm efeitos sobre o esmalte dos dentes é conhecido desde 1874. Naquela ocasião, um médico na Alemanha observou mudanças nos dentes de cães quando compostos fluorados eram adicionados à alimentação. Em 1902, um farmacêutico holandês anunciou a venda de um composto fluorado para fortalecer os dentes. Em 1908, dentistas norte-americanos observaram a presença de manchas nos dentes de crianças da cidade de Colorado Springs. Essas manchas foram atribuídas à presença de grandes quantidades de compostos fluorados na água que abastecia a cidade.

Daquela época até os dias de hoje, muito se avançou na compreensão do efeito dos compostos fluorados sobre a prevenção da cárie. O princípio ativo nesse processo é o íon fluoreto, F^- . Este íon interfere no equilíbrio mineralização/desmineralização visto anteriormente:



Na presença dos íons F^- , um outro equilíbrio se estabelece, a saber:



Nesse processo uma nova substância é formada, a fluorapatita - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$. O esmalte passa a ser, então, um material modificado. Os íons fluoreto não substituem todos os íons OH^- . Uma pequena incorporação de íons F^- é suficiente para alterar as propriedades do esmalte, tornando-o menos suscetível ao ataque por ácidos. Esse novo material, contendo uma mistura de hidroxiapatita - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ e fluorapatita - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, é denominado fluorohidroxiapatita.

Os compostos de flúor mais usados são o fluoreto de sódio (NaF), o fluoreto de estanho II (SnF_2) e o monofluorofostato de sódio ($\text{Na}_2\text{PO}_4\text{F}$). A presença deste último composto nos rótulos dos dentífricos é identificada pela sigla MFP (do inglês, *meta fluorophosphate*).

A quantidade de flúor presente nas pastas é geralmente indicada em partes por milhão (ppm). Assim, 1500 ppm de flúor significam 1,500 mg de composto fluorado por grama de pasta (1,500 mg/g).

O flúor ajuda a proteger os dentes contra as cáries, pois o íon fluoreto interfere no equilíbrio mineralização/desmineralização que envolve o esmalte dos dentes

Os dentífricos, agindo em colaboração com a escova, auxiliam na limpeza dos dentes e possibilitam a incorporação de íons fluoreto ao esmalte. Essas duas ações têm contribuído fortemente para a prevenção das cáries.

A Tabela 2 contém exemplos de alguns dentífricos comerciais, indicando suas respectivas composições.

Mesmo nos casos em que a cárie acaba se formando, a química ainda tem propostas para atuar em prol do conforto humano, como visto a seguir.

se formando, a química ainda tem propostas para atuar em prol do conforto humano, como visto a seguir.

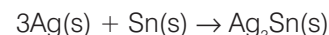
Restauração dos dentes: amálgamas e polímeros

Uma vez formada a cárie, nosso organismo não é capaz de restaurar o tecido lesado. Assim sendo, os dentistas têm que retirar o tecido lesado, preparar e desinfetar bem a cavidade e, então, tapá-la com um material que tenha propriedades tais como: boa resistência física a atritos, boa resistência química a ácidos, pouca expansibilidade, cor próxima da cor natural dos

dentes, bom acabamento, preço acessível, etc. As restaurações de dentes são feitas hoje em dia usando basicamente dois tipos de materiais: os amálgamas e as resinas poliméricas.

Define-se como amálgama toda combinação do mercúrio metálico com metais e/ou com ligas metálicas. Os amálgamas possuem excelentes propriedades físicas e químicas (resistência ao atrito, pouca expansibilidade, reatividade lenta com ácidos); quanto à cor, eles deixam muito a desejar, por essa ser muito diferente da cor natural dos dentes. Os químicos desenvolveram e colocaram à disposição dos dentistas dezenas de ligas, cujos componentes principais estão indicados na Tabela 3.

Nessas ligas, a prata reage com o estanho, formando o composto Ag_3Sn , segundo a reação:



A liga de prata-estanho (contendo o composto Ag_3Sn) é muito quebradiça. Esta propriedade é alterada adicionando-se quantidades variáveis dos metais cobre e zinco. Ao se misturar a liga prata-estanho com o mercúrio, no momento de tapar a cavidade,

Tabela 2: Composição qualitativa de alguns dentífricos comerciais.

| Produto | Aglutinante | Agente terapêutico | Aromatizante | Conservante |
|----------------------|--------------------------------------|---|---|--------------------------|
| Colgate (herbal) | carboximetil celulose | monofluorofosfato de sódio; eugenol | extrato de <i>Eucalyptus globulus</i> ; extrato de mirra; extrato de manzanila; extrato de melaleuca; extrato de salvia | metilparabeno |
| Sensodine (original) | cellosize | cloreto de estrôncio; carbonato de cálcio | aromas (não especificado) | — |
| Gessy (cristal) | carboximetil celulose (sal de sódio) | monofluorofosfato de sódio | óleo de hortelã | formaldeído |
| Sorriso (ação total) | carboximetil celulose | bicarbonato de sódio; triclosan; monofluorofosfato de sódio | presente e não especificado | metilparabeno; triclosan |

| Produto | Abrasivo | Espumante | Corante e edulcorante | Solvente | Umectante | Espessante |
|----------------------|---|--|---|----------------------|--------------------|----------------------------|
| Colgate (herbal) | silicato de sódio | lauril sulfato de sódio | sacarina; sorbitol; verde 7 | água | polietileno-glicol | carragenato; goma celulosa |
| Sensodine (original) | óxido de titânio; óxido de silício | igpon | sacarina sódica; sorbitol; corante vermelho | água | glicerina | — |
| Gessy (cristal) | carbonato de cálcio; dióxido de silício; fosfato trisódico; silicato de sódio | lauril sulfato de sódio e extrato de juá | sorbitol; sacarina | água | — | — |
| Sorriso (ação total) | carbonato de cálcio; silicato de sódio | lauril sulfato de sódio | xilitol; sorbitol; sacarina sódica | álcool etílico; água | — | — |

atender a todas as necessidades das pessoas. No entanto, entender um pouco sobre sua composição e função pode nos auxiliar em algumas decisões. Por exemplo, certas pessoas têm dentes com exposição da dentina, que é muito mais macia e sensível que o esmalte. Para essas pessoas é recomendável o uso de dentifrícios sem abrasivos. Entretanto, é importante ressaltar que os dentifrícios não são agentes milagrosos que resolverão todos os problemas da saúde bucal. Por outro lado, o fato deles conterem determinadas substâncias com funções específicas não os torna produtos de consumo indispensáveis. De fato, para alguns dentistas o uso de dentifrícios é perfeitamente dispensável. Entendem que uma boa escovação após a

ingestão de alimentos é suficiente para a prevenção das cáries.

Enfim, os dentifrícios são um material complexo, contendo substâncias compatíveis (que não reagem entre si, ou que reagem muito lentamente) com a finalidade de auxiliar a higiene bucal, com conseqüente redução das cáries e também produzindo um hálito com odor agradável.

Roberto R. da Silva (bobsilva@unb.br), bacharel em química pela UFMG e doutor em química orgânica pela USP, é docente do Instituto de Química da Universidade de Brasília (IQ-UnB). **Geraldo A. Luzes Ferreira**, bacharel em química pela UFMG e doutor em química agrícola e ambiental pela Universidade da Califórnia (Davis), é docente aposentado do IQ-UnB. **Joice de A. Baptista**, licenciada em química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Bernardo do Campo, mestre em educação pela UFMT e doutoranda do IQ-UnB, é docente do IQ-UnB. **Fran-**

cisco Viana Diniz, cirurgião dentista pela UnB, é aluno do programa de mestrado da Faculdade de Ciências da Saúde da UnB, área de concentração em Odontologia.

Para saber mais

DUARTE, M. *O livro das invenções*. São Paulo: Cia das Letras, 1997. p. 81-82.

LARA, E.H.G.; PANZERI, H.; OGASAWARA, M.S.; DEL CIAMPO, J.O. e MORAES, J.T. Avaliação laboratorial dos dentifrícios comerciais. *Revista da Associação Brasileira de Odontologia*, v. 4, n. 3, p. 176-183, 1996.

SOUZA, J.R. e BARBOSA, A.C. Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. *Química Nova na Escola*, n. 12, p. 3-7, 2000.

RING, M.E. *História ilustrada da odontologia*. Trad. de F.G. do Nascimento. São Paulo: Manole, 1998.

Abstract: *Chemistry and the Conservation of Teeth* - Some aspects of the chemistry of dentifrices are reviewed, highlighting their varied composition as well as their function in the cleaning of teeth and prevention of dental caries. A small discussion is also made of acrylic and amalgam fillings.

Keywords: dentifrices, mouth hygiene, amalgams

Física Mais Que Divertida

Em um mundo onde as tarefas repetitivas são cada vez mais relegadas a robôs e a softwares, torna-se imprescindível estimular crianças, jovens e o público em geral a descobrir a beleza da física e suas aplicações práticas através do trabalho artesanal criativo. *Física mais que divertida* busca associar a ciência ao prazer da descoberta, com ênfase nos fenômenos de nosso dia-a-dia. Trata-se de um enfoque totalmente inédito que visa instigar a criatividade, o trabalho em equipe e a inovação. São mais de 100 experiências e protótipos envolvendo robótica, foguetes, aquecimento solar, fibras ópticas, lasers, aerodinâmica, antenas parabólicas, discos voadores (*hovercrafts*), bolhas gigantes, analogias do mundo atômico e muito mais. A grande maioria das experiências propostas requer apenas materiais reciclados e de baixo custo e ferramentas de uso doméstico. Os leitores são instruídos sobre como realizar os experimentos levando em conta

normas básicas de segurança e onde encontrar itens menos familiares, como glicerina, bastões de acrílico e tubos de cobre. É um livro dedicado a todos que acreditam que a ciência e a

tecnologia existem para promover o crescimento social, pessoal e econômico.

Física mais que divertida preenche uma enorme lacuna de experimentos de nossos livros didáticos dedicados ao ensino de ciências. Seu enfoque lúdico alia riqueza de imaginação, seleção cuidadosa dos experimentos, rigor científico e uma linguagem acessível a leigos. Esta obra inovadora beneficiará um público bastante amplo e será particularmente útil a alunos e docentes de nossas licenciaturas.

(Beatriz Alvarenga UFMG)

Física mais que divertida. Invenções eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo. Eduardo de Campo Valadares. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2000. 120 p. ISBN 85-7041-247-9. R\$ 26,00. O livro pode ser adquirido diretamente da Editora UFMG:

<http://www.editora.ufmg.br>; fone (31) 3499-4650; fax: (31) 3499-4768.

