



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

# Engenharia & ciência dos materiais



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

# Engenharia & ciência dos materiais

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Henrique Ajuz Holzmann

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia e ciência dos materiais / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0203-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.039220906>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ESTUDO DO EFEITO DA VARIAÇÃO DA %FEO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MISTURAS DESFOSFORANTES E DA GRANULOMETRIA DA CAL NA EFICIÊNCIA DE DESFOSFORAÇÃO DE FERRO GUSA

Caio Vaccari Silva  
Raphael Mariano de Souza  
Victor Bridi Telles  
Estefano Aparecido Vieira  
José Roberto de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209061>

### **CAPÍTULO 2..... 18**

DIMINUIÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NO PROCESSO DE DESSULFURAÇÃO DE FERRO GUSA VIA KR

Elton Volkers do Espírito Santo  
Flaviani Marculano Marchesi  
Heitor Cristo Clem de Oliveira  
Silas Gambarine Soares  
Henrique Silva Furtado  
Felipe Fardin Grillo  
José Roberto de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209062>

### **CAPÍTULO 3..... 32**

FOTOCROMISMO E ATIVIDADE FOTOCATALÍTICA DE FILMES DE TiO<sub>2</sub> OU DE TiO<sub>2</sub> CONTENDO DOIS DIFERENTES PRECURSORES DE TUNGSTÊNIO

Luana Góes Soares da Silva  
Annelise Kopp Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209063>

### **CAPÍTULO 4..... 50**

COMPÓSITO POLIMÉRICO DE FIBRAS DE JUTA E VIDRO-E COMO POTENCIAL USO EM PRÓTESES/ÓRTESES: PROPRIEDADES MECÂNICAS E CONFIGURAÇÕES

Sérgio Renan Lopes Tinô  
Manoel Ivany de Queiroz Júnior  
Vinicius Carvalhaes  
Thamise Sampaio Vasconcelos Vilela  
Ana Cláudia Juliano Carvalho  
Lucas Teles Oliveira  
Paula Micaelly Ferreira Bueno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209064>

### **CAPÍTULO 5..... 65**

ESTUDO COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES DE ADESIVOS À BASE DE RESINA

## EPÓXI

Silvana de Abreu Martins  
Alan Sala Bourguignon  
Carlos Alberto Moreira da Silva Netto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209065>

## **CAPÍTULO 6..... 78**

### **A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: AS CASAS**

Rafaela Baldí Fernandes  
Ian Henrique Pires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209066>

## **CAPÍTULO 7..... 86**

### **A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: COSMÉTICOS**

Rafaela Baldí Fernandes  
Caroline das Dôres Zeferino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209067>

## **CAPÍTULO 8..... 95**

### **A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: O LÁPIS**

Rafaela Baldí Fernandes  
Débora Pimentel de Carvalho Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209068>

## **CAPÍTULO 9..... 106**

### **ESTUDO DE CONTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE *Guatteria schomburgkiana* DA AMAZÔNIA PARA USO NO SETOR INDUSTRIAL DE BASE FLORESTAL**

Jício Saraiva Pinho  
Syme Regina Souza Queiroz  
Vera Lúcia Dias da Silva  
Nilton Cesar Almeida Queiroz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209069>

## **CAPÍTULO 10..... 115**

### **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS – ESTUDO DE CASO - SANTO ÂNGELO - RS**

João da Jornada Fortes Neto  
Mariana da Silva Ferreira Fortes  
Eliara Marin Piazza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03922090610>

## **SOBRE O ORGANIZADOR..... 132**

## **ÍNDICE REMISSIVO..... 133**

## A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: O LÁPIS

Data de aceite: 01/06/2022

**Rafaela Baldí Fernandes**

**Débora Pimentel de Carvalho Costa**

**RESUMO:** O lápis é um objeto utilizado pelo homem desde os primeiros tempos para riscar, desenhar e escrever, ou seja, como forma de expressão de seu pensamento. Esse objeto tem sido um companheiro fiel no nosso dia a dia durante muitos séculos e, atualmente, com uma produção superior a 2.000 bilhões de unidades por ano, requer um compromisso maior da indústria com inovação, qualidade, meio ambiente e sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mineração, lápis e madeira.

**ABSTRACT:** The pencil is an object used by man from the earliest times to scratch, draw and write, as a form of expression of his thought. This object has been a faithful companion in our daily lives for many centuries and, today, with a production of more than 2,000 billion units per year, it requires a greater commitment from the industry to innovation, quality, environment and sustainability.

**KEYWORDS:** Mining, pencil and wood.

O lápis é um objeto utilizado pelo homem desde os primeiros tempos para riscar, desenhar e escrever, ou seja, como forma de expressão de seu pensamento. Esse objeto tem sido um companheiro fiel no nosso dia

a dia durante muitos séculos e, atualmente, com uma produção superior a 2.000 bilhões de unidades por ano, requer um compromisso maior da indústria com inovação, qualidade, meio ambiente e sustentabilidade.

Os primitivos hominídeos utilizavam varas queimadas para gravar inscrições nas cavernas, o que hoje denominamos de pinturas rupestres. As primeiras foram encontradas na caverna de Altamira, na Espanha, há cerca de 150 anos. Recentes avaliações atestam que este tipo de arte foi iniciado quando o homem de *Cro-Magnon* se estabeleceu na Europa, deslocando o homem de Neandertal. Na Europa, a pré-história se inicia em torno de 8 mil anos antes do presente e, nas Américas, no final do século XV, com a chegada dos europeus. A Figura 1 apresenta uma pintura rupestre da Caverna de Chauvet, na França, feita à época do homem de *Cro-Magnon*.



Figura 1 – Animais pintados na caverna de Chauvet, na França.

Fonte: História do Mundo (site).

Já na sociedade egípcia, há cerca de 3.500 anos, as varas de rabiscar evoluíram para pincéis capazes de produzir linhas finas e escuras. Há cerca de 1.500 anos, os gregos e romanos perceberam que estiletos metálicos também poderiam ser utilizados para registrar dados em superfícies e, sendo assim, o chumbo passou a ser amplamente utilizado para este fim.

Durante o império romano, para subsidiar a escrita dos papiros, foi inventado o *Stylus*, um lápis que consistiu em um pedaço de metal fino de chumbo, revestido com uma proteção de madeira para evitar que os dedos ficassem sujos.

Os primeiros lápis livres de chumbo datam do século XVI, com a descoberta de uma jazida de grafite, um material bastante puro e sólido, no estado alotrópico, comum do carbono em Cúmbria, na Inglaterra. À época, foi dado o nome de chumbo negro a este elemento e descobriu-se rapidamente sua eficiência para demarcação das ovelhas. O uso conjunto da grafite com as varas de madeira deu origem aos lápis rústicos, sem chumbo, bem parecidos com os que temos atualmente. O nome grafite vem do verbo grego *graphain*, que significa escrever. A Figura 2 apresenta uma imagem do mineral grafite.

Há registros de um lápis com mais de três séculos de idade que foi encontrado no sótão de uma casa construída no século XVII, feito com 2 pedaços de madeira de tília, colados com uma barra de grafite entre elas (Figura 3). Esse exemplar é cuidadosamente preservado no acervo da Faber Castell, na Alemanha.



Figura 2 – Mineral grafite.

Fonte: Ensinando Química na Geral (site).



Figura 3 – Lápis com mais de três séculos de idade.

Fonte: Site de Curiosidades (site).

A popularização do lápis veio em 1565, sendo que a primeira produção em massa foi realizada em 1622, por Friedrich Staedtler, em Nuremberg, na Alemanha. A mina de grafite de Borrowdale foi considerada por muito tempo como fornecedora da melhor matéria prima para confecção dos lápis. Em 1975, o francês Nicolas-Jacques Conté encontrou uma forma viável de produzir grafite aplicável à escrita, com material similar, mas, em 1832, a importância da mina ainda era notória e uma fábrica de lápis foi instalada nas redondezas.

Em 1858, foi registrada a primeira versão do lápis com uma ponta de borracha, inventado pelo americano Hyman Lipman. A simples ideia de inserir um invólucro metálico com uma borracha na ponta do lápis permanece nos dias atuais.

Os lápis de chumbo foram extintos definitivamente no século XX com a descoberta da toxicidade deste material, o que promoveu ainda mais o uso da grafite. Também foi descoberto o propósito de lubrificante seco da grafite, difundindo ainda mais seu uso. Atualmente, o maior consumidor de grafite é os Estados Unidos e, o Brasil, um dos maiores produtores mundiais.

## DO QUE É FEITO UM LÁPIS?

Hoje em dia a fabricação do lápis continua sendo bem simples e consiste em inserir grafite dentro de tábuas de madeira. O núcleo de um lápis, também chamado de mina, pode ser composto por grafite ou por pigmento colorido.

A extração da grafite é realizada em minas a céu aberto e em minas subterrâneas. Para que o processo de extração da grafite seja financeiramente viável para mineração, a mina deve conter pelo menos 30% de grafite. O processo de extração da grafite inicia-se com a realização de furos para instalação de explosivos nas regiões de interesse da mina, para remoção de blocos, que são posteriormente transportados para a superfície, onde um britador quebra estes blocos maiores em pequenos pedaços. Em seguida, o minério é

colocado em um moinho rotativo, junto com água e óleo, onde essa mistura flui para um sistema que separa a grafite das impurezas.

As partículas de grafite aderem às bolhas de ar e flutuam na superfície, onde escumadeiras direcionam essa camada de espuma de grafite de volta ao moinho. A concentração de grafite na mistura é de, aproximadamente, 96%, sendo direcionada para a secadora para remoção da água da mistura. Depois de girar a altas temperaturas, a grafite se torna um pó fino completamente seco, estando pronta para ser enviada à fábrica de lápis.

Uma vez na fábrica de lápis, é iniciada a fabricação da mina de grafite por meio da combinação do pó de grafite com argila e água. Durante o ciclo de mistura desses componentes, é fundamental controlar a velocidade de mistura, pressão, temperatura e nível de umidade. O resultado dessa mistura é a formação de grânulos homogêneos, o que garante que todas as minas de grafite tenham qualidade uniforme.

Os grânulos homogêneos vão para uma prensa hidráulica, que os molda em um bloco cilíndrico. Esse bloco é envolvido por um filme para evitar a perda de umidade, sendo reservado por uma semana para curar. Terminado o período de cura, o bloco cilíndrico de grafite é inserido em uma prensa hidráulica, que o empurra através de um orifício, produzindo uma mina de grafite longa e contínua.

A mina de grafite longa e contínua é transferida para uma máquina que corta a mina em comprimentos de lápis. Nessa fase, as minas de grafite ainda estão macias e flexíveis, uma vez que ainda possuem água do processo de mistura. Dessa forma, essas minas são colocadas em um secador rotativo para remoção da água e, posteriormente, em um forno para queima da argila, garantindo o fortalecimento das minas de grafite até sua dureza final. Finalmente, as minas de grafite passam por um banho de mistura de ceras de alta qualidade, que preenchem os poros das minas, deixando-as com uma superfície que desliza suavemente pelo papel.

Durante todo o processo de produção, a fábrica de lápis submete amostras de mina de grafite a testes de controle de qualidade para verificar parâmetros de dureza, resistência à quebra, diâmetro e qualidade de escrita. Minas coloridas são fabricadas de forma semelhante às minas de grafite, mas com pós de pigmento e ceras ao invés de grafite. Para os lápis de cor, tem-se uma mistura de caulim, cera, água e pigmento no tom desejado. O caulim é um minério composto de silicatos hidratados de alumínio, como a caulinita e a haloisita (Figura 4).



Figura 4 – Caulim.

Fonte: Minas Jr (site).

A argila é um dos componentes responsáveis pela resistência do material grafitado, pois completam o volume e conferem o grau de preto à mina, ou seja, poder de cobertura. De acordo com a proporção argila/grafite empregada na composição da massa, o lápis pode ganhar características diferentes, o que define a graduação (dureza) do lápis.

A Faber Castell, por exemplo, uma das maiores marcas produtoras do mercado, possui 16 graus de dureza, onde a escolha do grau a ser usado irá depender do peso da mão do artista, do papel que está sendo usado e do tipo de arte que se deseja criar. Os grafites podem ser classificados pela sua dureza, do mais suave (macio), que resulta o preto, ao mais duro, que resulta num acinzentado (grafite). Tal classificação considera o *blackness* (B), que representa a negritude, o *hardness* (H), associado a dureza, *fine* (F), como sendo os de ponta fina, e um intermediário (HB), sendo este último o lápis mais comum para escrita. Na escala do mais rígido para o mais macio tem-se  $9H > 8H > 7H > 6H > 5H > 4H > 3H > 2H > H > F > HB > B > 2B > 3B > 4B > 5B > 6B > 7B > 8B > 9B$  e, quanto maior o número, mais acentuada a característica, representada pela letra, como apresentado na Figura 5. Ou seja, 9H é mais duro que o H (seria 1H) e 9B é mais suave que o B (seria 1B). Os lápis muito macios são usados principalmente para escurecer e fazer preenchimentos. Os lápis intermediários são indicados para sombreamentos, enquanto os lápis muito duros são usados principalmente para desenho técnico. Para a escrita em geral, são usadas as graduações semelhantes a 2B, B e HB, mais conhecidas como nº 1, nº 2 e 2½, respectivamente. Essas graduações são um bom meio-termo para o uso cotidiano, pois apresentam boa resistência, traço escuro e facilidade ao apagar.

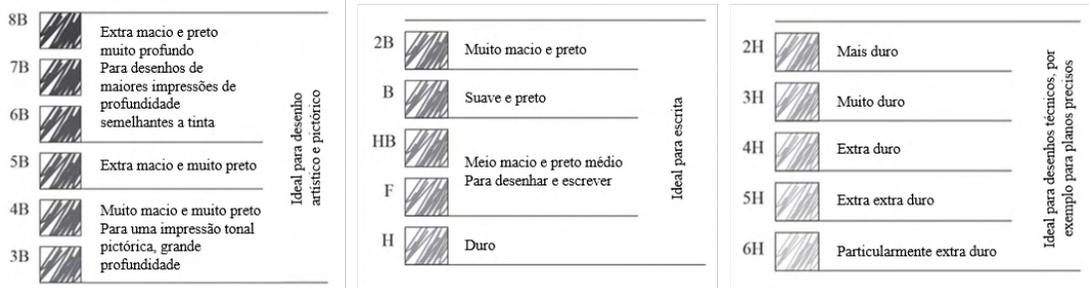


Figura 5 – Graus de dureza do lápis de grafite.

Fonte: Adaptado de Faber Castell (site).

Além da mina de grafite ou da mina colorida, o lápis é formado pela madeira, que protege a mão da sujeira da grafite, além de evitar a quebra da mina. Na Figura 6, tem-se um esquema representativo do processo de fabricação do lápis, com foco na madeira.

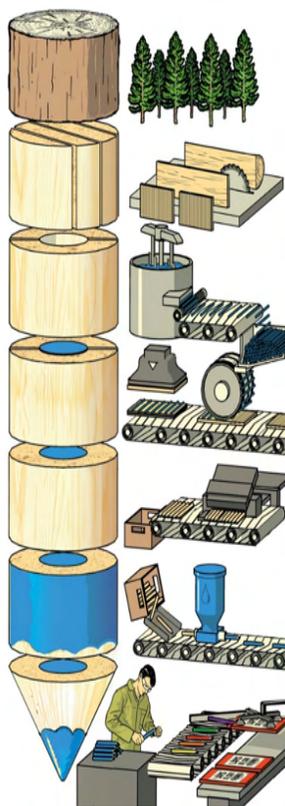


Figura 6 – Esquema do processo de fabricação do lápis.

Fonte: Adaptado de Superinteressante (site).

Para a fabricação do lápis, geralmente é utilizada a madeira de pinheiro (*Pinus Caribea*), que requer 14 a 18 anos para estar madura e pronta para o uso. Cada pinheiro é capaz de fornecer matéria prima para, aproximadamente, 9 mil lápis. Além disso, as toras mais finas, conhecidas como briquetes, são utilizadas na produção de energia, alimentando as caldeiras das fábricas. O pinus não é originário do Brasil e requer um cuidado específico para garantir que a floresta cultivada não interfira nas condições da biodiversidade local. O uso de madeira brasileira na fabricação de lápis já foi testado, entretanto, a madeira nativa é muito resistente e densa, o que dificulta o uso do material na produção e na escrita, principalmente para apontar o lápis.

No processo produtivo do lápis, a madeira é cortada em tábuas finas, seca, tingida com corantes para ficar rosada, e ganha camadas de gordura para ficar mais macia (Figura 7). Durante a secagem e tintura, a madeira fica descansando por alguns dias para evitar o empenamento.

Após o descanso da madeira, uma máquina abre oito pequenas canaletas em forma de semicírculo nas tábuas, com metade do diâmetro da grafite, onde a mina de grafite será colada em uma destas canaletas. A inserção da mina é feita por compressão e a colagem, sob altas temperaturas. Uma segunda tábua é colada sobre esta primeira, formando um sanduíche, que é prensado até que se tornem uma única peça. O excesso de cola é removido por uma máquina e aguarda-se cerca de uma hora para a secagem do composto. Os compostos de madeira e grafite são cortados por uma máquina com lâminas de aço, podendo ser circular, triangular ou hexagonal. Um só composto pode produzir cerca de seis a nove lápis (Figura 8).



Figura 7 – Tábuas de madeira cortadas para produção do lápis.

Fonte: CicloVivo (site).



Figura 8 – Lápis circular já com a grafite no interior.

Fonte: CicloVivo (site).

Os lápis são lixados, mergulhados em verniz e secos, sendo levados a pintura por imersão ou jatos de spray. Após essa fase, recebe o nome do fabricante e são embalados. O verniz usado para finalização do lápis é composto por resinas, pigmentos inorgânicos,

pigmentos orgânicos, solventes e aditivos. Já a tinta é formada por pigmentos naturais ou sintéticos, por resina sintética ou resina natural, como os óleos, solventes e aditivos. Os pigmentos da tinta são formados por carbonatos de cálcio, que são o principal componente de rochas como os calcários (Figura 9), mica (Figura 10), sílicas (Figura 11) e talcos (Figura 12).

A borracha inserida na ponta do lápis é produzida a partir da mistura de material plástico com característica borrachosa e carga mineral abrasiva. A ação de friccionar a borracha sobre o papel, associado ao poder abrasivo do mineral, faz com que sejam apagadas as marcas do grafite, uma vez que remove a superfície do papel juntamente com o grafite em pequenas partículas.

O padrão final do lápis é alterado por cada fabricante mas, geralmente, possui cerca de 175 mm de comprimento. Dentre as vantagens do lápis, quando comparado a uma caneta, tem-se o fato de poder escrever de cabeça para baixo, escrita debaixo d'água, não utiliza materiais sintéticos, é reciclável e biodegradável, pode ser facilmente apagado, é atóxico, não vaza no bolso, não borra quando a mão passa por cima do papel e, ainda, não deforma quando deixado ao sol.

Nos anos 50, foram desenvolvidas no Japão as minas de grafite Polymer, com o objetivo de criar um lápis que não precisasse ser apontado, reduzindo o quantitativo de madeira. Esse produto foi denominado de lapiseira, com uma escrita mais rebuscada, fina e rica em detalhes. O processo convencional de produção das minas de grafite utilizando argila não permite a produção de minas com esse diâmetro e, por esse motivo, a mina Polymer é produzida por meio de um processo especial, que dispensa o uso da argila como ligante. O resultado é uma mina resistente, macia e composta apenas de grafite. Essa concepção de produto torna possível produzir grafites com um diâmetro menor que 1 mm. Desde então, os diâmetros 0.3 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, e 0.9 mm tornaram-se um padrão internacional.

<p>Calcário</p> 	<p>Calcário Marga: 35% a 60% de argila.</p> 	<p>Calcário Caliche: alta concentração de carbonato de cálcio.</p> 
<p>Tufo Calcário: sedimentos de plantas e conchas.</p> 	<p>Tufo Vulcânico: anexados detritos vulcânicos.</p> 	<p>Conquífero: aglomeração de conchas</p> 
<p>Giz: Rocha porosa de carbonato de cálcio.</p> 	<p>Travertino: composto por calcita, aragonita e limonita.</p> 	<p>Dolomita: carbonato de cálcio e magnésio.</p> 

Figura 9 – Caracterização dos diferentes tipos de calcário.

Fonte: Adaptado de Encimat (site).

<p>Micas</p> 	<p>Muscovita</p> 	<p>Lepidolita</p> 
<p>Biotita</p> 	<p>Flogopita</p> 	<p>Margarita</p> 

Figura 10 – Caracterização dos diferentes tipos de mica.

Fonte: Adaptado de Projeto Costa Dourada (site).



Figura 11 – Quartzito, mineral que contém sílica.

Fonte: Sandatlas (site).



Figura 12 – Talco.

Fonte: Gminerais (site).

## REFERÊNCIAS

**CicloVivo (site).** Parece simples, mas não é. Entenda como é fabricado um lápis ecológico. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/inovacao/negocios/parece-simples-mas-nao-e-entenda-como-e-fabricado-um-lapis-ecologico/>>. Acesso em 19 de abril de 2022.

**Encimat (site).** Calcário. Disponível em: <<http://www.encimat.cefetmg.br/2017/12/14/calcario/>>. Acesso em 19 de abril de 2022.

**Ensinando Química na Geral.** Grafite e diamante são feitos do mesmo material. Disponível em: <<http://ensinandoquimicanageral.blogspot.com/2014/06/grafite-e-diamante-sao-feitos-do-mesmo.html>>. Acesso em 22 de abril de 2022.

**Faber Castell (site).** *Graphite Pencil Degrees of Hardness Explained.* Disponível em: <<https://www.fabercastell.com/blogs/creativity-for-life/graphite-pencil-lead-degree-hardness>>. Acesso em 22 de abril de 2022.

**Gminerais.** Talco. Disponível em: <<https://www.gminerais.com.br/pedras-de-a-a-z/pedras-com-a-letra-t/talco/talco-7-2-cm->>. Acesso em 22 de abril de 2022.

**História do Mundo (site).** Caverna de Chauvet e a arte da pré-história. Disponível em: <<https://www.historiadomundo.com.br/pre-historia/caverna-de-chauvet-e-a-arte-da-prehistoria.htm>>. Acesso em 22 de abril de 2022.

**Minas Jr (site).** Aproveitamento sustentável do rejeito de Caulim. Disponível em: <<https://www.minasjr.com.br/aproveitamento-sustentavel-do-rejeito-de-caulim/>>. Acesso em 22 de abril de 2022.

**Projeto Costa Dourada (site).** Micas. Disponível em: <<http://projetcostadourada.blogspot.com/2016/11/micas-e-um-grupo-de-minerais.html>>. Acesso em 19 de abril de 2022.

**Sandatlas.** *Quartzite.* Disponível em: <<https://www.sandatlas.org/quartzite/>>. Acesso em 22 de abril de 2022.

**Site de Curiosidades (site).** O lápis mais antigo do mundo. Disponível em: <<http://www.sitedecuriosidades.com/curiosidade/o-lapis-mais-antigo-do-mundo.html>>. Acesso em 22 de abril de 2022.

**SuperInteressante (site).** Como é fabricado um lápis de cor? Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-e-fabricado-um-lapis-de-cor/>>. Acesso em 19 de abril de 2022.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adesivos 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Amazônia 106, 107, 113

Análise de imagens 1, 11, 12, 14, 16

Argamassa 115, 116, 117, 119, 120, 129, 130, 131

### C

Compósitos poliméricos 50, 52, 56, 57, 63, 64, 110, 112, 113

### D

Desfosforação de ferro-gusa 1, 17

Dessulfuração 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31

### E

Epóxi 59, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 75

### F

Fator de dessulfuração 18, 20, 21, 24, 29, 30, 31

Fibras 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114

Fluxantes 19

Fotocatálise 32, 37, 44, 46

Fotocromismo 32

Fratura 50, 54, 56, 62, 63

### G

Guatteria schomburgkiana 106, 107, 112

### H

Hibridização 50

### J

Juntas coladas 65, 66, 71, 77

### M

Madeira 95, 96, 97, 100, 101, 102, 106, 107, 108, 110, 112

Manifestações patológicas 115, 116, 117, 118, 120, 122, 128, 129, 130

## **P**

Propriedades adesivas 65

Propriedades mecânicas 19, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 76, 113

## **R**

Revestimentos 115, 116, 117, 119, 120, 126, 127, 129, 130, 131, 132

## **S**

Spin-coating 32, 33, 35, 36

## **T**

Termodinâmica computacional 1, 3, 6, 8, 9, 14, 17, 18, 20, 21, 31

Trióxido de tungstênio 32

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# Engenharia & ciência dos materiais

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# Engenharia & ciência dos materiais