

**Antonio Liccardo**

**O diamante: sua mineralogia  
e o mineral-gema**

Área de Mineralogia-Gemologia  
UFOP

# Programação

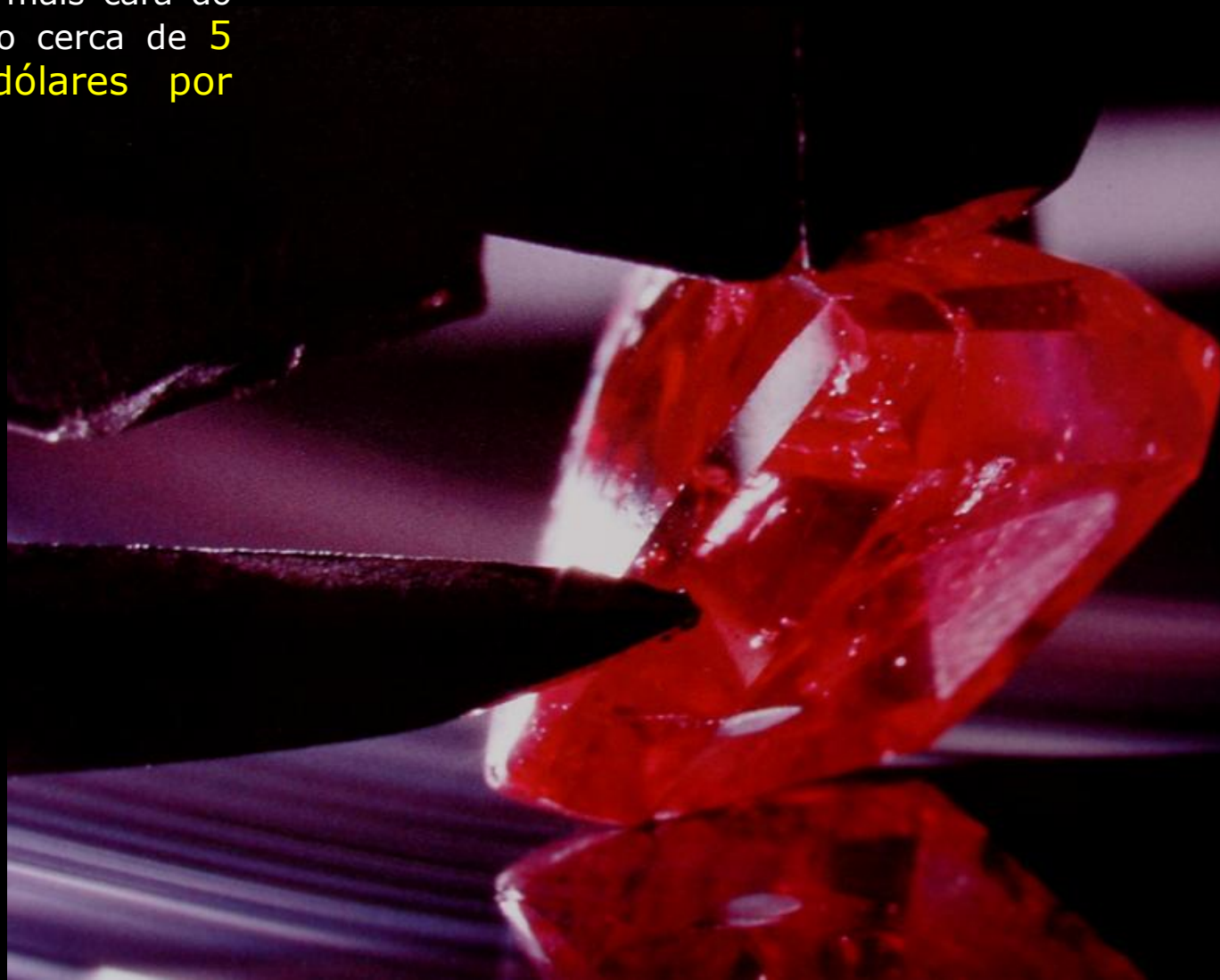
- O diamante – mineral especial
- Morfologia cristalina e tipos de diamante
- Propriedades físicas e químicas
- Propriedades ópticas
- Aplicações
- Diamante como gema
- Aspectos comerciais
- Reconhecimento, imitações e síntese
- Bibliografia recomendada



Diamante  
Mineral especial

Diamante vermelho com 0.90ct vendido em 1987 por US\$ 880,000.00

É a substância mais cara do mundo, custando cerca de **5 milhões de dólares por grama!**





Possui inúmeras aplicações tecnológicas, entre elas foi utilizado como janela em nave espacial.

*Montage de la petite fenêtre en diamant dans la fusée « Pioneer » qui fut lancée vers Vénus en août 1978.*



*Diamant de 208 carats dont la pièce centrale sera polie pour en faire une fenêtre de 18,2 mm à l'abri de laquelle des appareils de mesure sophistiqués pouvaient fonctionner en toute sécurité lors du lancement de la sonde « Pioneer-Vénus » en 1978.*

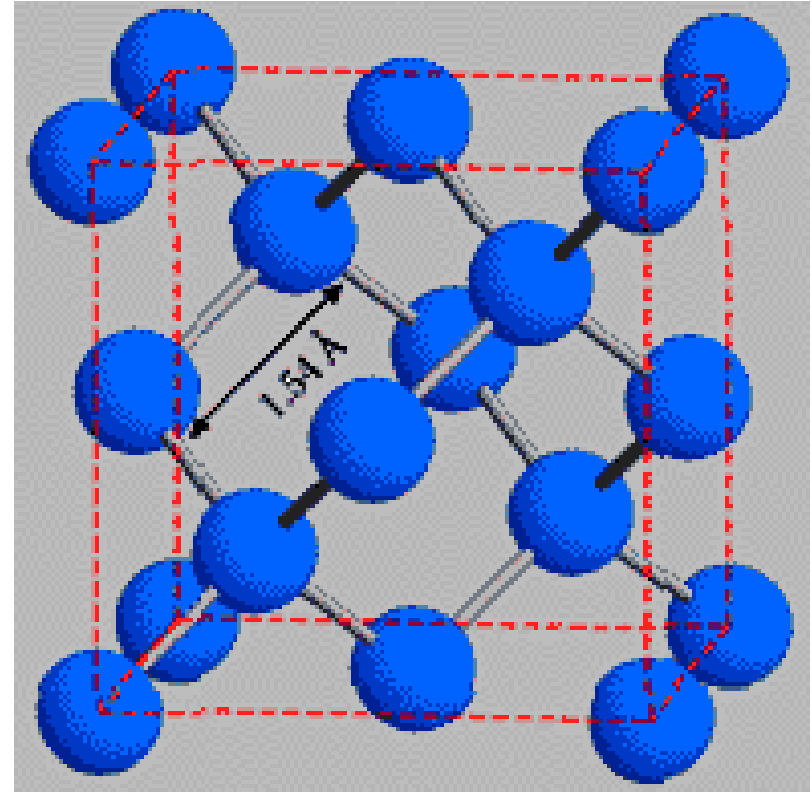


Diamante – do grego “adamas” = inconquistável; indomável

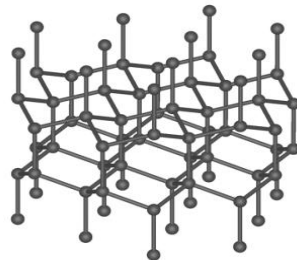
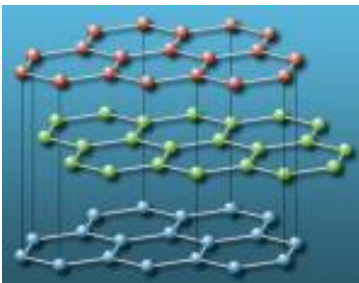
Composição química - C



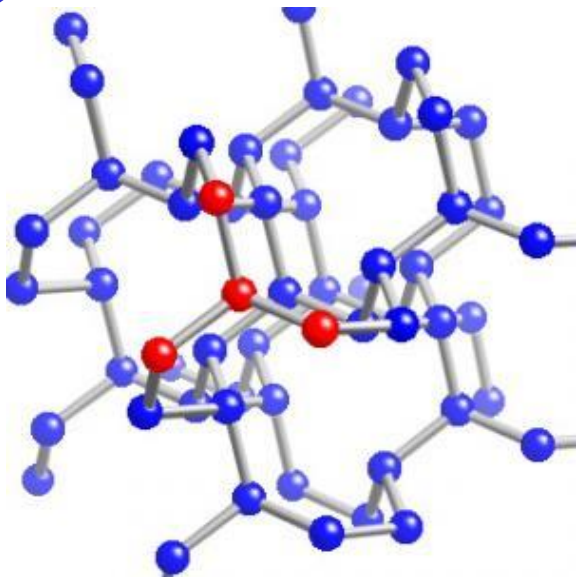
Estrutura cristalina cúbica



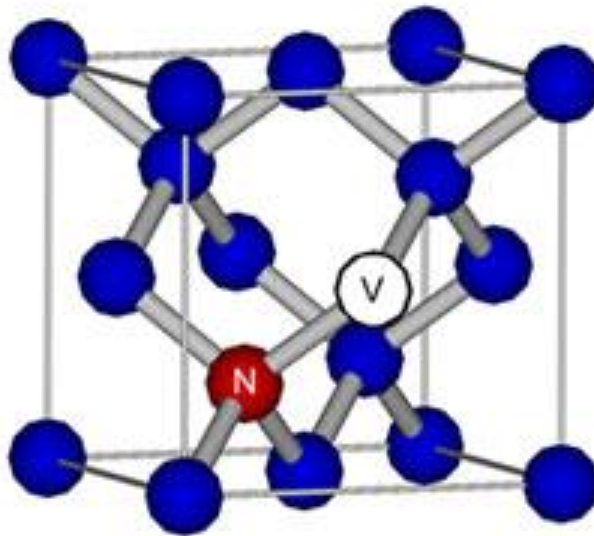
Polimorfos – grafite e lonsdaleíta



**Elementos traços - Ni, Si, Mg, Ca, Fe, Al, Ti, B, Cu, Cr, Ag, Sr, Na, Pb e outros.**



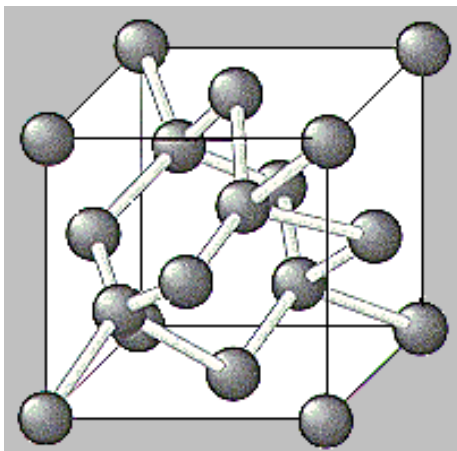
Type 1aA, com quatro nitrogênios agrupados



Type 1aB, com uma vacância próximo a um nitrogênio

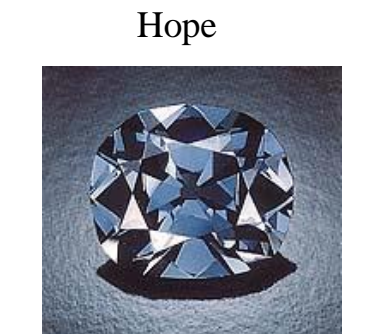
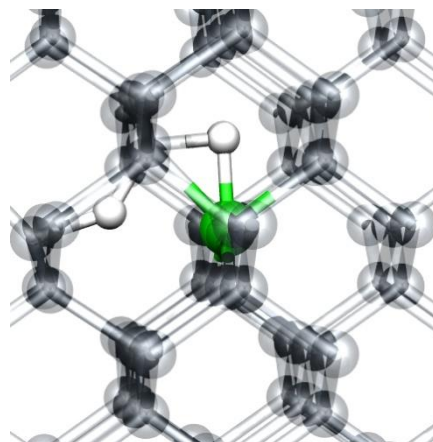


Série Cape



Type 2A – Estrutura “perfeita” de carbono em diamante puro

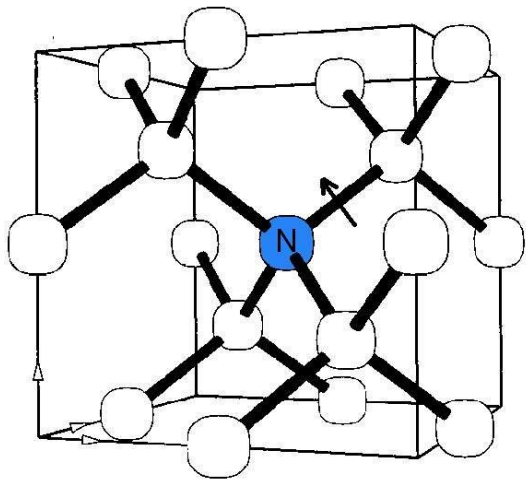
Centenário



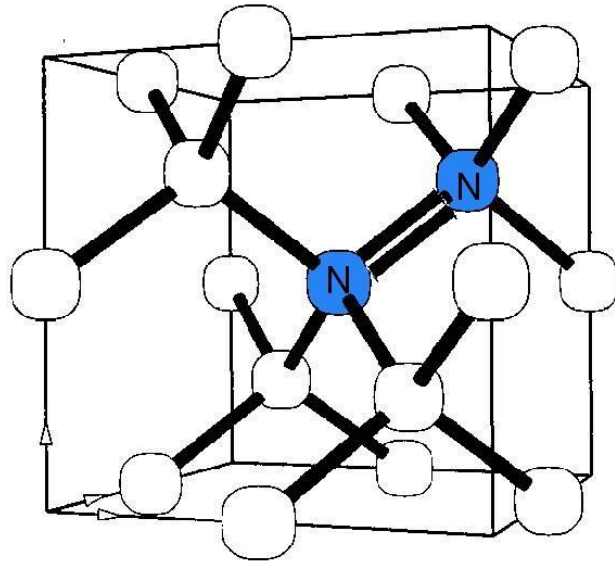
Type 2b, com um átomo de boro substituindo um carbono

Hope

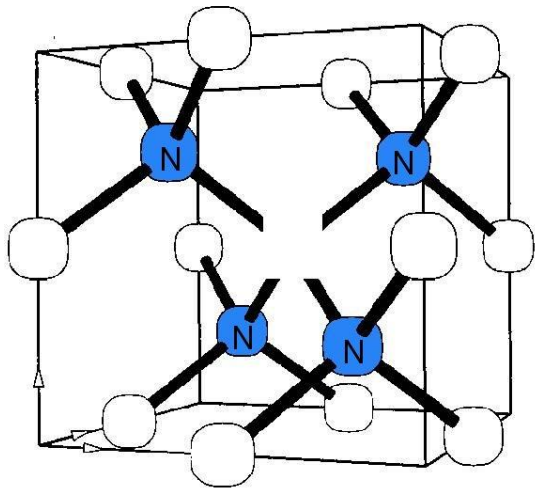




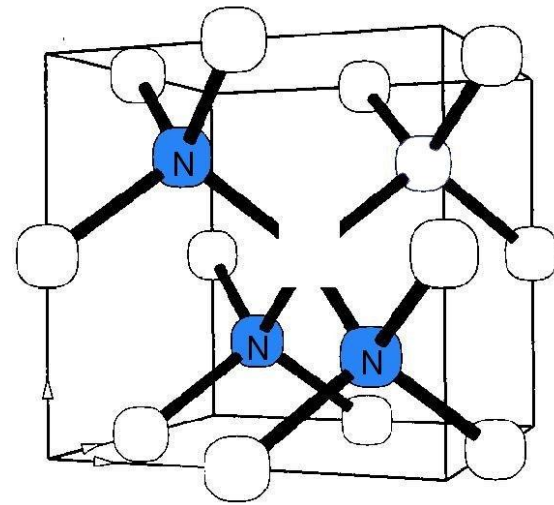
Primitive picture of the **C center**  
**C center** corresponds to electrically neutral single substitutional nitrogen atoms in the diamond lattice.



The **A center** is probably the most common defect in natural diamonds. It consists of a neutral nearest-neighbor pair of nitrogen atoms substituting for the carbon atoms.

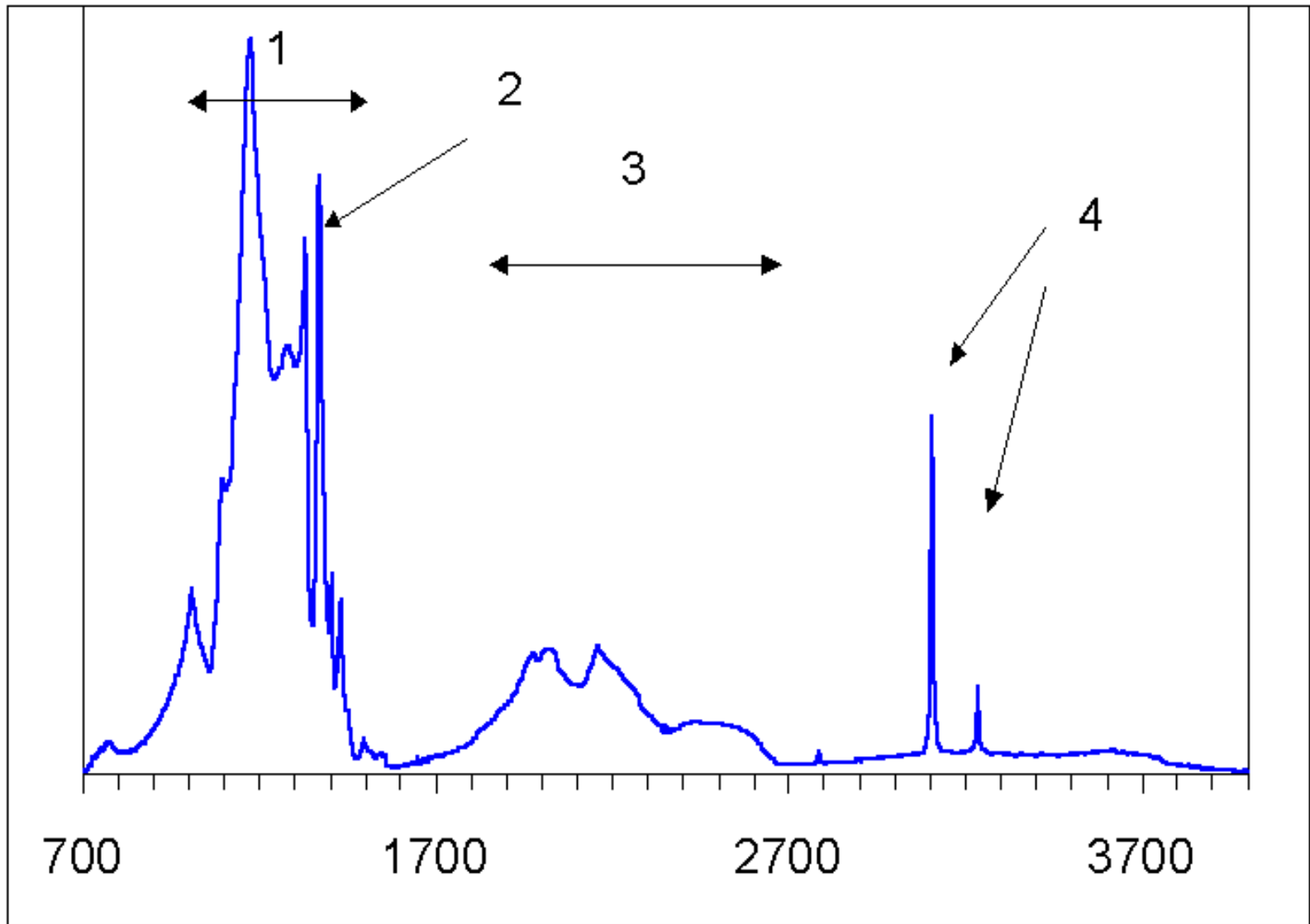


Primitive picture of the **B center**  
**B center** consists of a carbon vacancy surrounded by four nitrogen atoms substituting for carbon atoms



Primitive picture of the **N3 center**  
**N3 center** consists of three nitrogen atoms surrounding a vacancy





Espectro de absorção em diamante Tipo IaB obtido no infravermelho.  
(1) região de absorção de impurezas de nitrogênio, (2) pico do centro B2,  
(3) região de absorção do diamante, (4) picos de hidrogênio

# Tipos de diamante conforme espectrometria

## Type 1

Nitrogen present  
as an impurity

### Type 1a

Nitrogen atoms  
are present as  
pairs or small  
groups called  
aggregates

### Type 1b

Nitrogen  
atoms are  
present as  
isolated atoms

## Type 2

No significant amounts  
of nitrogen present

### Type 2a

These are pure,  
containing no  
significant  
impurities

### Type 2b

Boron atoms  
are present as  
an impurity

# NITROGÊNIO

TIPO I	COM NITROGÊNIO	IA - Em forma de placas com 1000Å° (platelets).
		IB - N( C) - substitucional
TIPO II	SEM NITROGÊNIO	IIA - Puro (> pedras gemas)
		IIB - Semicondutores Diamante azul

95% dos diamantes são do Tipo I

5% dos diamantes são do Tipo II

# DIAMANTES BRUTOS

Morfologia cristalina e tipos de diamante

- Gema
- Near-gem (quase gema)
- Indústria

- Bort
- Ballas
- Carbonado





Cristais euédricos a subédricos, cúbicos.



Octahedron



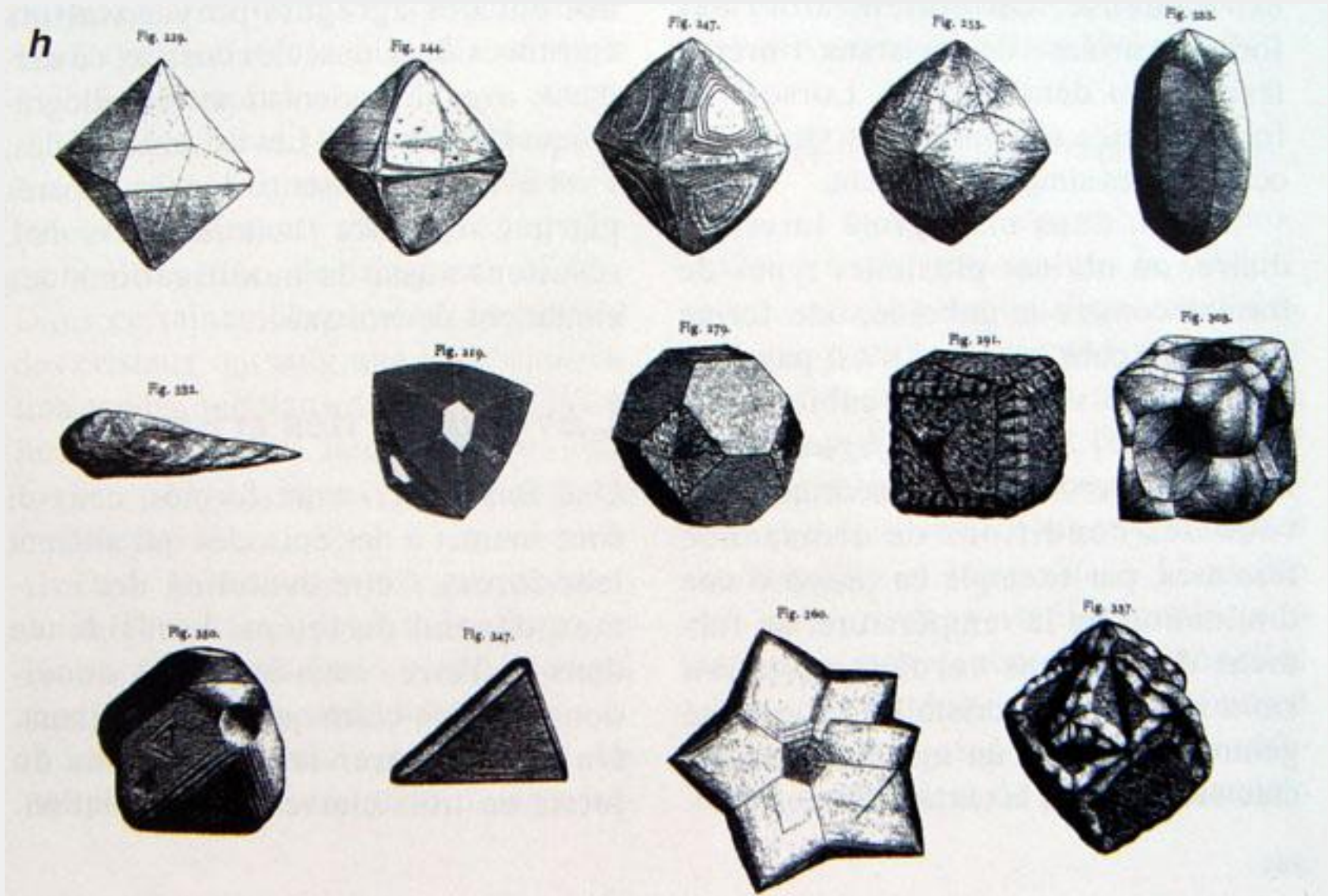
Macle



Dodecahedron



Cubic



Formas do diamante – Goldschmidt 1920

# Formas variadas de diamantes de várias procedências





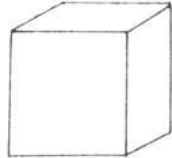
FORMES THÉORIQUES



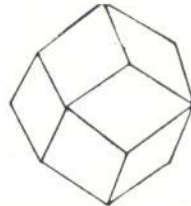
Tétraèdre



Octaèdre



Cube



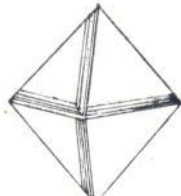
Dodécaèdre Rhombique



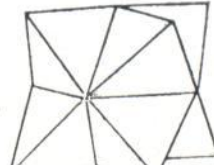
Tétrahexaèdre



Trioctaèdre

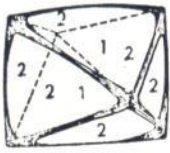


Laminations  
(surfaces lamellaires)

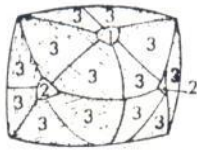


Macle de 2 Tétraèdre

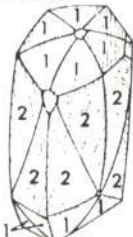
FORMES RÉELLES



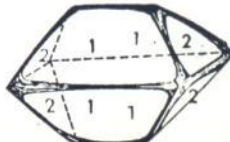
Octaèdre  
aplatissement suivant  
axe ternaire



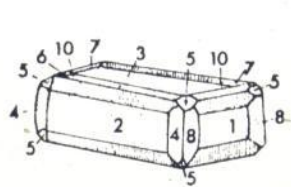
Dodécaèdre  
allongé



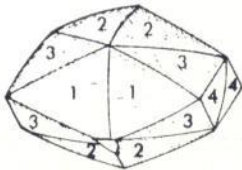
Dodécaèdre  
allongé suivant  
axe ternaire



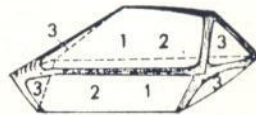
Octaèdre  
allongé suivant  
axe binaire



Cube  
allongé suivant  
axe binaire



Dodécaèdre  
allongé suivant  
axe binaire



Distorsion d'un Octaèdre



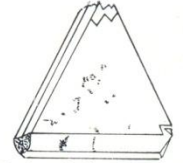
Dodécaèdre  
distorsion dans plusieurs  
directions



Macle de 3 Octaèdres  
aplatis



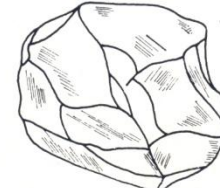
Cristal Octaédrique avec  
développement polycentré  
des arêtes



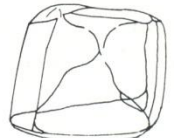
Macle spinelle de cristaux  
octaédriques



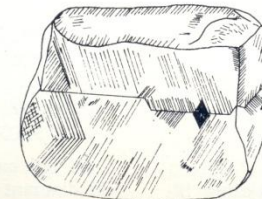
Intercroissance en étoile  
d'octaèdre



Dodécaèdre déformé de  
façon complexe



Cuboïde



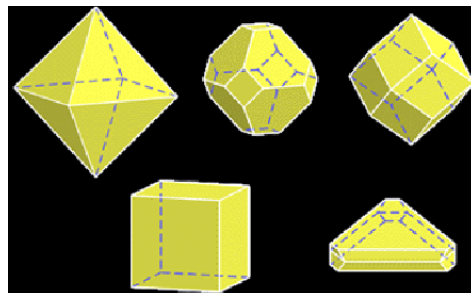
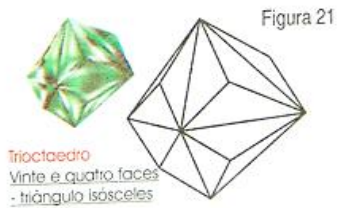
Cuboïde avec structure crêtée

Maclas e deformações nos cristais





As Sete Formas Típicas dos Diamantes



octaédrico

rombododecaédrico

octaédrico  
cortado

macla

chapa



**Mais  
valiosos**



**Menos  
valiosos**



**PREÇOS DE DIAMANTES BRUTOS LAPIDÁVEIS**

(cotações por quilate em dólares americanos)

	Peso em:		Qualidade			
	Grão	Quilate	Extra	Primeira	Segunda	Terceira
Octaedros e rombododecaedros, inclusive formas combinadas	FF	0,10	110	70	50	35
	3/1	0,33	190	160	80	50
	4	1,00	350	270	150	80
	8	2,00	700	450	260	130
	12	3,00	900	600	350	200
Formas Irregulares	FF	0,10	65	50	40	20
	3/1	0,33	100	80	60	25
	4	1,00	240	150	85	40
	8	2,00	500	300	120	70
	12	3,00	600	400	180	100
Clivagem	FF	0,10	50	35	25	15
	3/1	0,33	75	50	40	20
	4	1,00	120	70	60	25
	8	2,00	200	100	80	35
	12	3,00	280	170	100	50
Triângulos	FF	0,10	40	30	20	10
	3/1	0,33	70	40	30	10
	4	1,00	100	70	50	20
	8	2,00	150	100	70	30
	12	3,00	200	150	80	50
Planos	FF	0,10	40	30	20	10
	3/1	0,33	70	40	30	10
	4	1,00	100	70	50	15
	8	2,00	150	100	70	25
	12	3,00	200	150	80	40
Fragmentos (pedaços e lascas)	FF	0,10	15	15	10	8
	3/1	0,33	25	20	15	10
	4	1,00	70	50	25	15
	8	2,00	100	60	40	25
	12	3,00	120	80	50	30



Tabela do IBGM-DNPM para diamantes brutos em 2001

Diamantes cúbicos do Congo

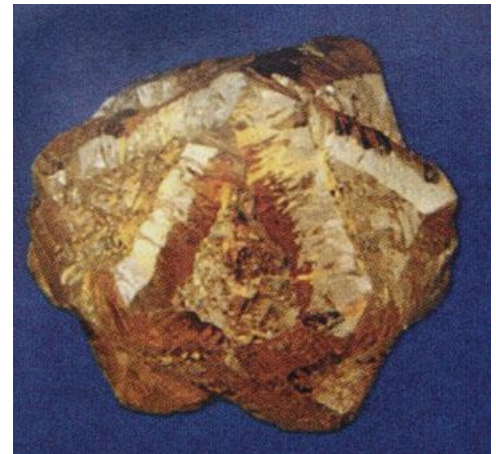


Lonsdaleíta - Meteorito



Carbonado - BA

Geminado  
cíclico - BA





## Microestruturas de superfície

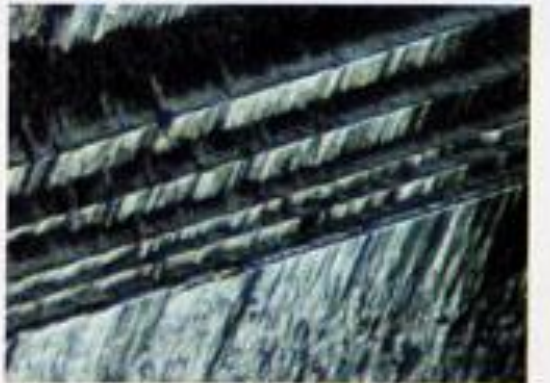
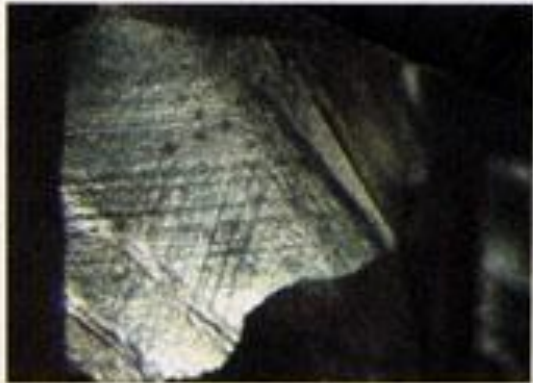
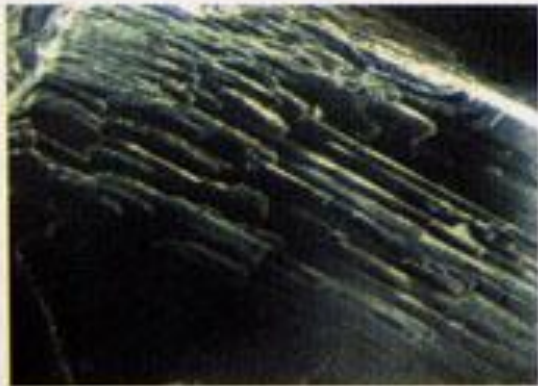
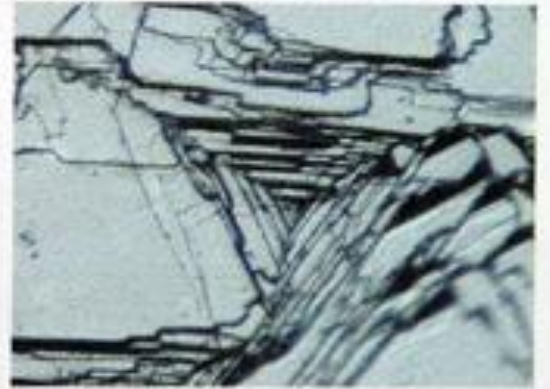
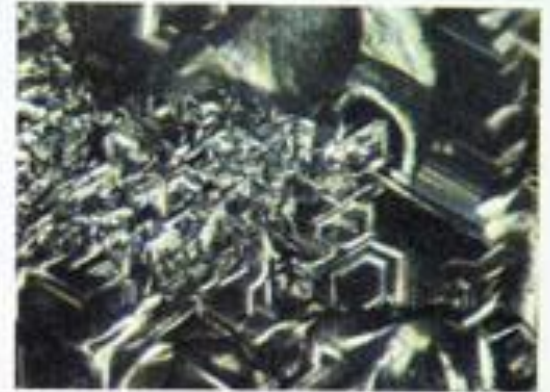
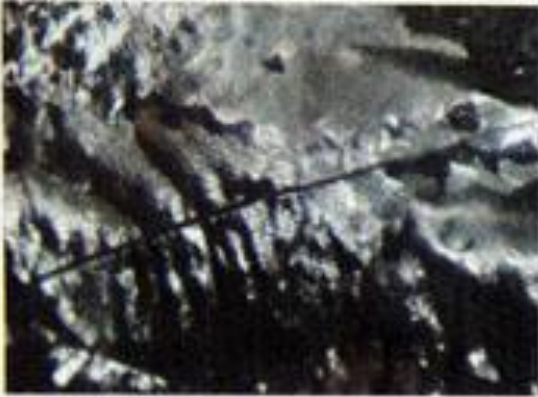
- Trígonos
- Figuras de corrosão
- Depressões quadráticas
- Degraus
- Estrias
- Saliências



Foto: Haggerty, 2005



# Microestruturas de superfície



# Inclusões

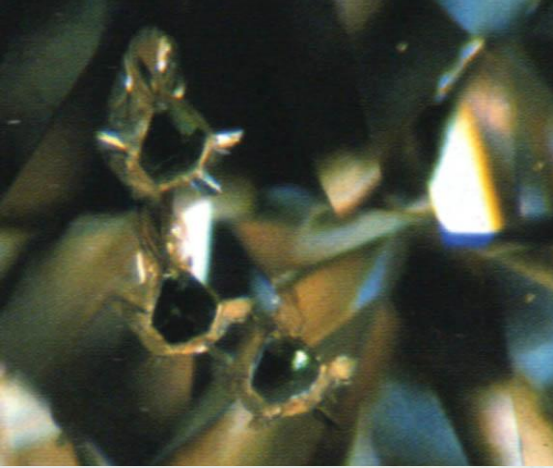
**Inclusões sólidas** – piropo, diopsídio, rutilo, coríndon, sulfetos, grafitização, ....

“**Bolhas**” – inclusões de olivina c/ índice de refração muito baixo em relação ao diamante e que forma um halo.

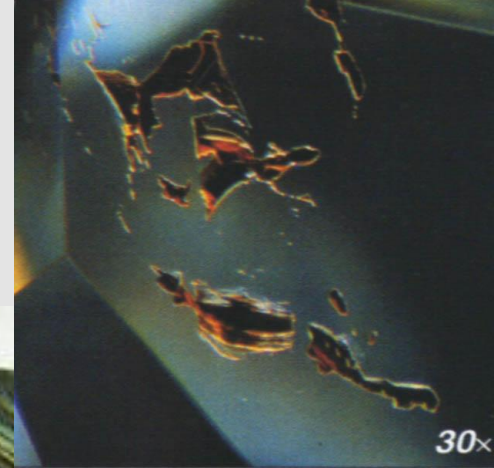
“**Carvões**” – grafite ou planos de reflexão em fraturas

**Jaças** – fraturas e planos de clivagem





Onfacita



Cromita

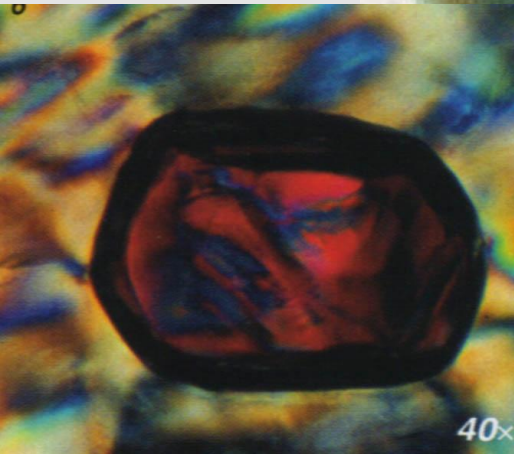
30x

1 MILLIMÈTRE



J.W. Harris

Piropo



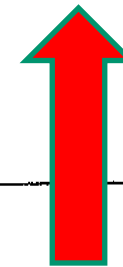
40x

**2. LES INCLUSIONS**  
de péridotite dans ce dia-  
mant se reconnaissent à leurs  
olivines vert pâle (*flèche verte*) et  
aux oxydes noirs (*flèche noire*).



**Tabela 2 – Minerais encontrados como inclusão em diamantes**

<b>Até 1900</b>	<b>1900-1950</b>	<b>Peridotítica</b>	<b>Eclogítica</b>	<b>Transição</b>	<b>Manto inf.</b>	<b>Epigenéticas</b>
CO <sub>2</sub> /líquido topázio	granada grafita	forsterita enstatita	onfacita piropo- almandina	majorita SiC	ferropericlásio magnetita	serpentina calcita
quartzo diamante vegetais	ilmenita diopsídio olivina	diopsídio Cr-piropo Cr-Espinélio	cianita sanidina coesita		perovskita pirrotita almand-piropo tetragonal	grafita hematita caulinita
ouro pirita hematita ilmenita	calcita quartzo cromita zircão biotita	Mg-Ilmenita Sulfetos zircão diamante ferro nativo	rutilo corindon ilmenita cromita sulfetos diamante		MgSi-perovskita Olivina CaSi-Perovskita	acmita richterita perovskita Mn-Ilmenita espinélio xenotímio goethita



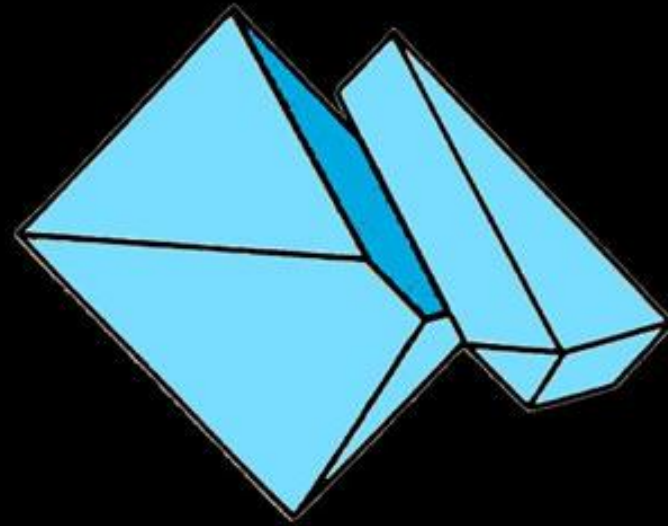
Juína (MT)

- Propriedades físicas e químicas

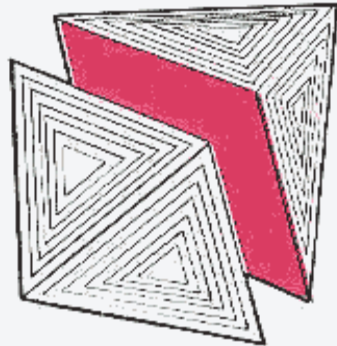
- Clivagem – ótima {111}
- Dureza - 10
- Tenacidade - baixa
- Densidade – 3,47~3,55
- Alta Condutibilidade térmica

- Inatacável por ácidos e álcalis
- Pode ser corroído por compostos oxidantes e  $\text{KNO}_3$  em fusão
- Transforma-se em grafite a  $1800^\circ \text{C}$  sob pressão ambiente
- Fica incandescente e queima a  $750^\circ \text{C}$  em chama de oxigênio

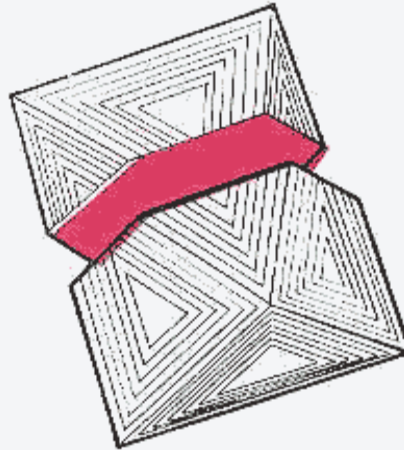
### 3 - Clivagem octaédrica excelente



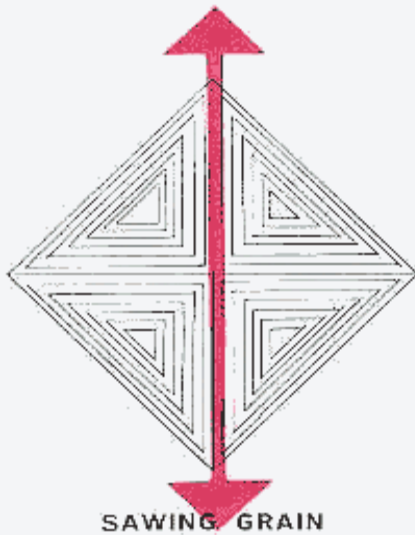
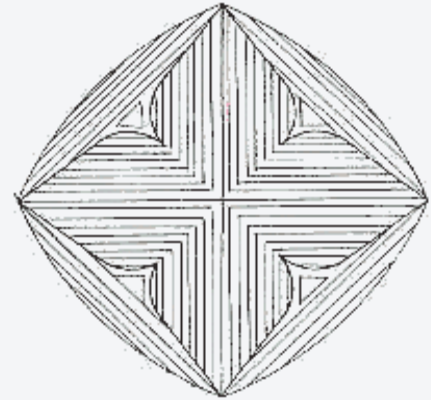
**SAWN  
OCTAHEDRON  
(8 Sided)**



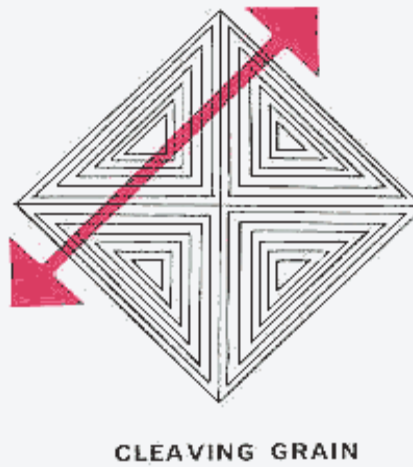
**CLEAVED**



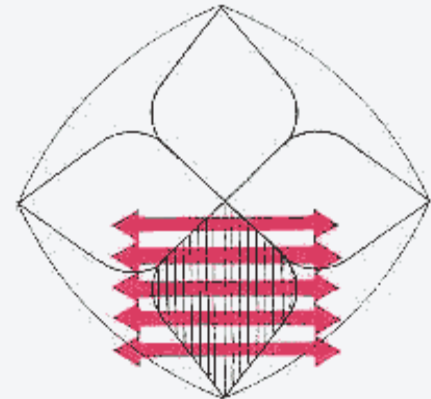
**DODECAHEDRON  
12 Sided**



**SAWING GRAIN**



**CLEAVING GRAIN**



**POLISHING GRAIN**

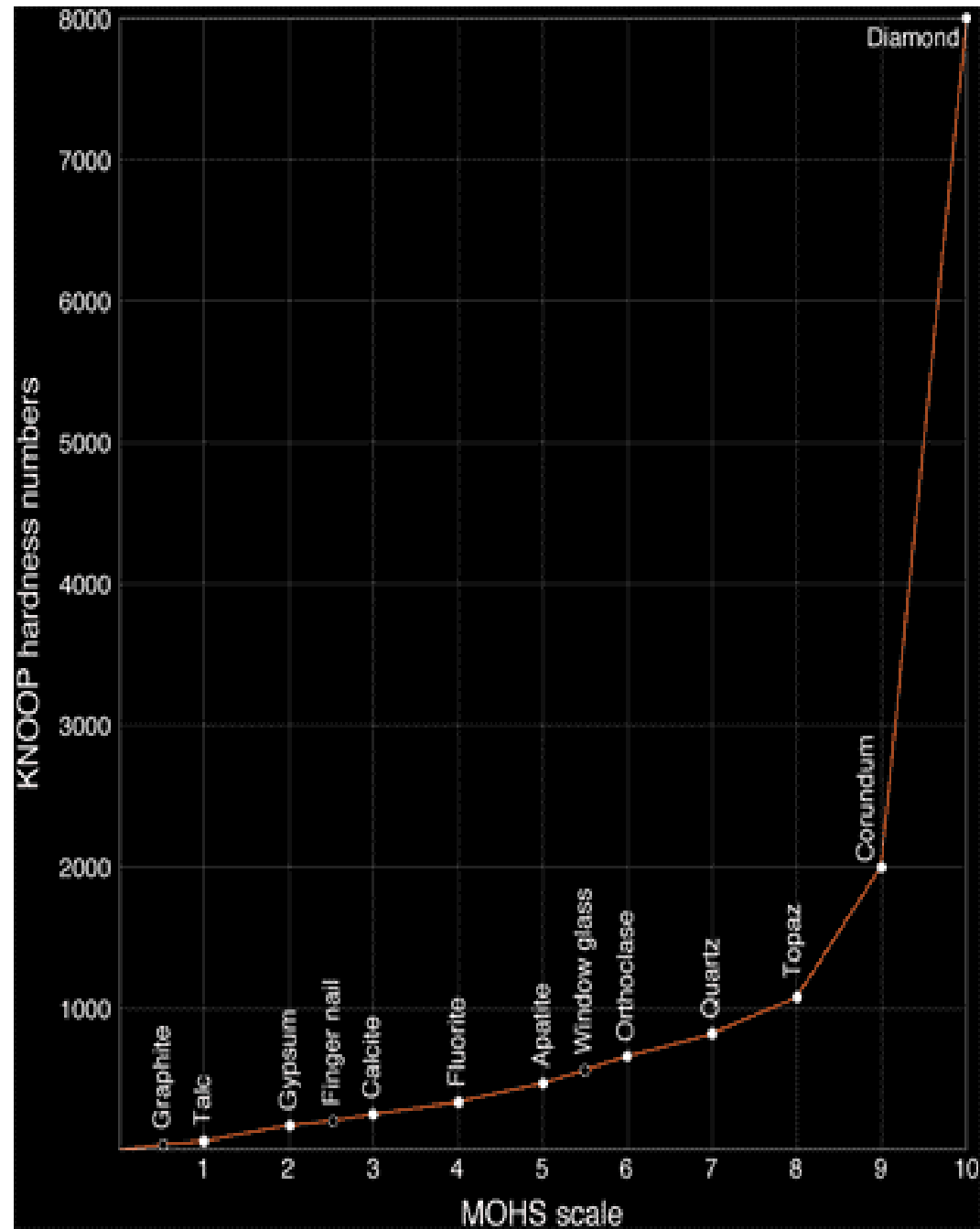
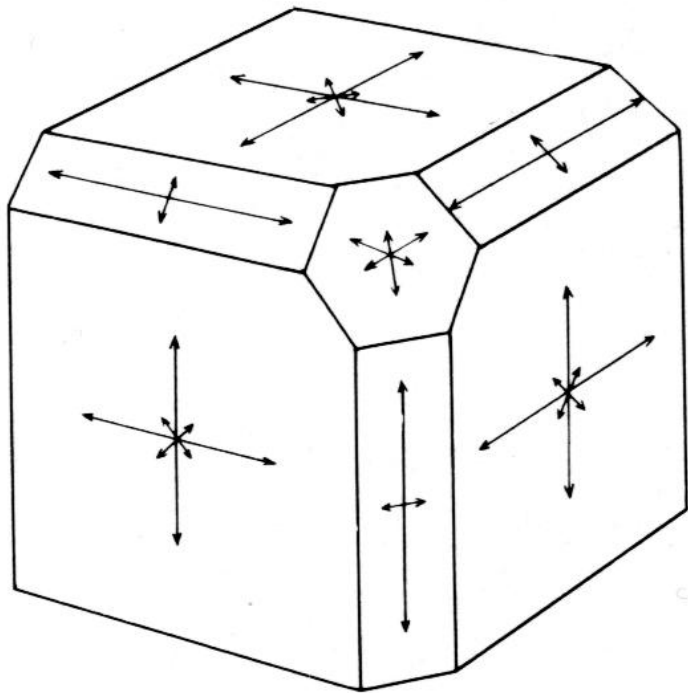
## Dureza 10 (Mohs)

ESCALA DE MOHS	MINERAL	ESCALA DE ROSIWAL
1	talco	0,03
2	gipso	1,25
3	calcita	4,5
4	fluorita	5,0
5	apatita	6,5
6	ortoclásio	37
7	quartzo	120
8	topázio	170
9	coríndon	1.000
10	diamante	140.000





## Durezza - anisotropia

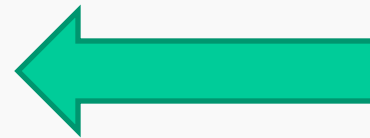


# Tenacidade



## Alta condutibilidade térmica

Material	conductivity W/m*K	density g/cm(3)
Aluminum	247	2.71
Aluminum (6061)	171	2.6-2.9
Aluminum (6063)	193	2.6-2.9
Aluminum (7075-T6)	130	2.6-2.9
Brass (70Cu-30Zn)	115	n/a
Copper	398	8.94
Gold	315	19.32
Magnesium	170	1.74
Magnesium alloy ZK60A	117	1.74-1.87
Silver	428	10.49
Tungsten	178	19.3
Zinc	113	7.13
Diamond	2500	3.51
Graphite	25-470	1.3-1.95
Silicon	141	2.33

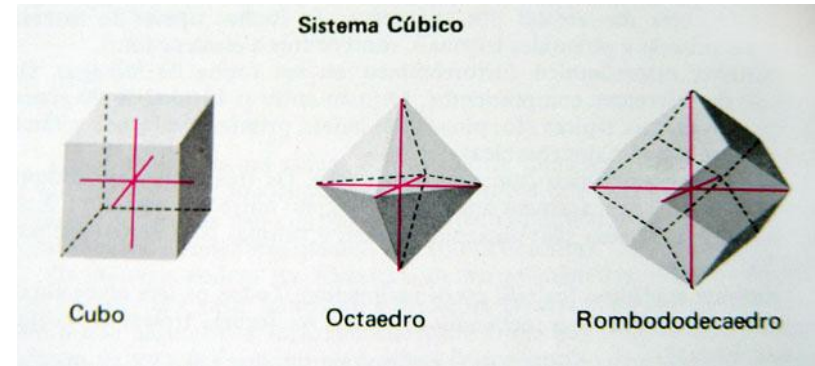




## Densidade – 3,5



- Propriedades ópticas



- Isótropo - Sistema isométrico
- Cor - várias
- Brilho - adamantino
- Diafanidade - transparente a opaco
- Índice de refração alto - 2,42
- Birrefringência anômala
- Dispersão alta - 0,044 - "fogo"
- Fluorescência
- Permeável aos raios X



# Cores variadas – Fancy e Cape



D

Z



## Diamante Azul

No último leilão da Sotheby's realizado em Hong Kong foi vendido um diamante azul de 6,04ct. O diamante com uma lapidação esmeralda de azul vivida e puro, quebrou um recorde de 20 anos no preço por quilate.

A pedra foi vendida por US\$ 7.981.835 o que representa o valor recorde de US\$1.321.590 p/ct de uma pedra vendida em leilão.

O recorde anterior era de US\$926.000/ct que pertencia a um diamante vermelho de 0.95ct vendido em 1987.

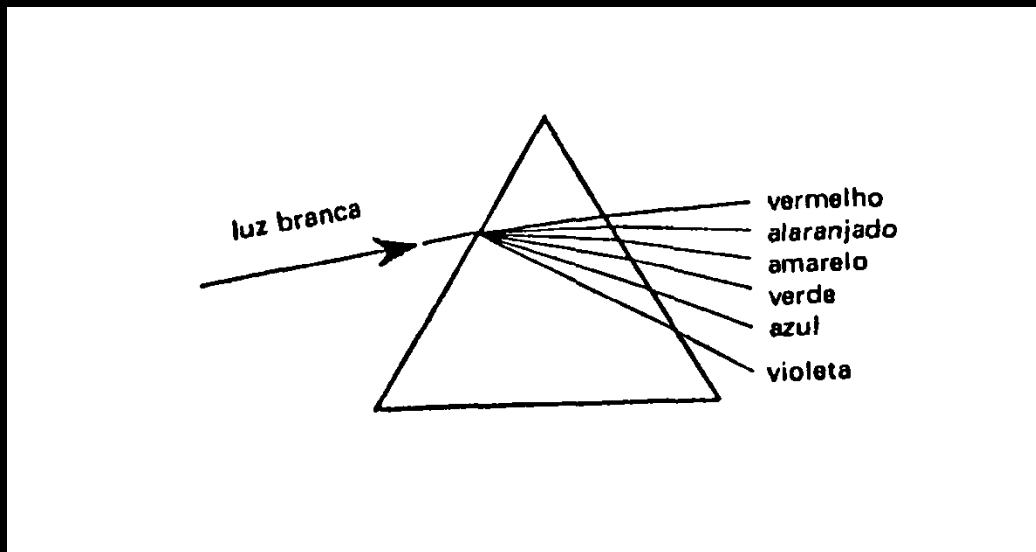




Brilho adamantino IR – 2,42



## Forte dispersão da luz

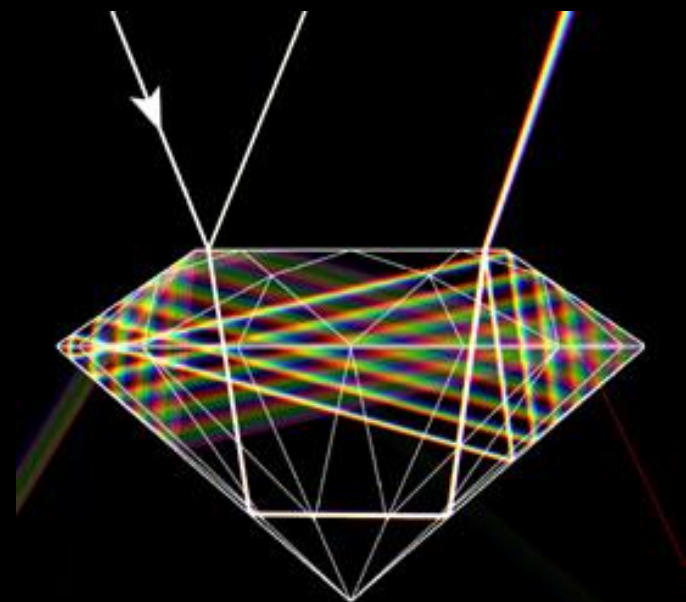


Dispersão: "ir" vermelho – "ir" violeta

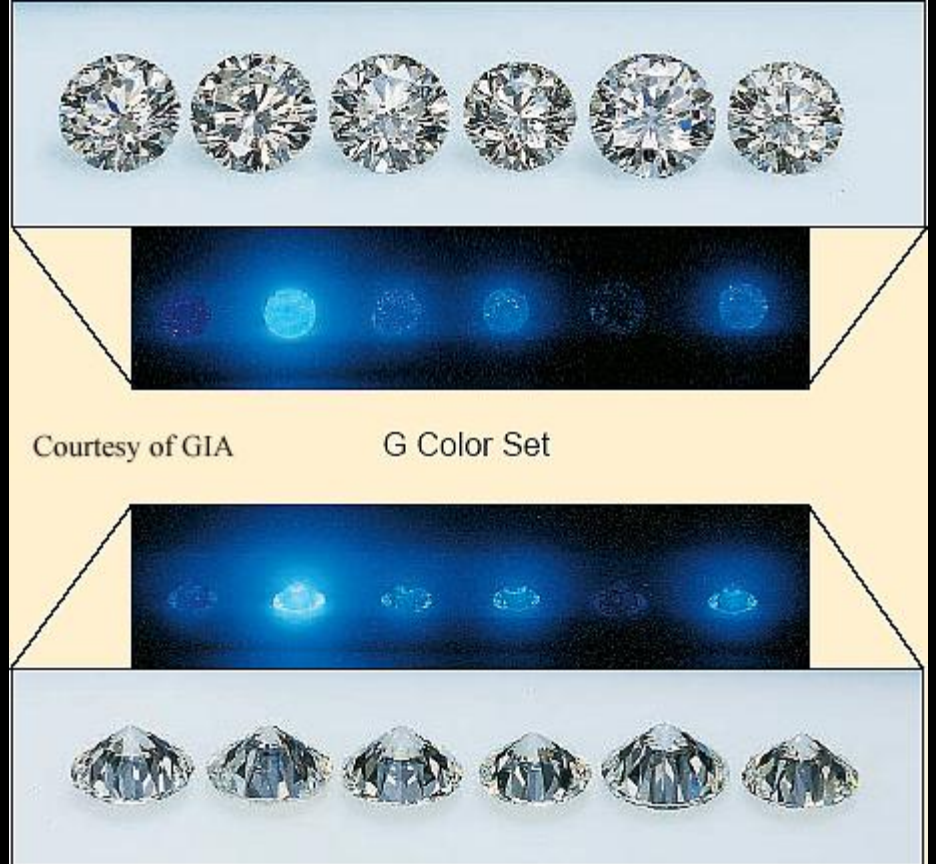
Dispersão do diamante = 0,044

No comércio:

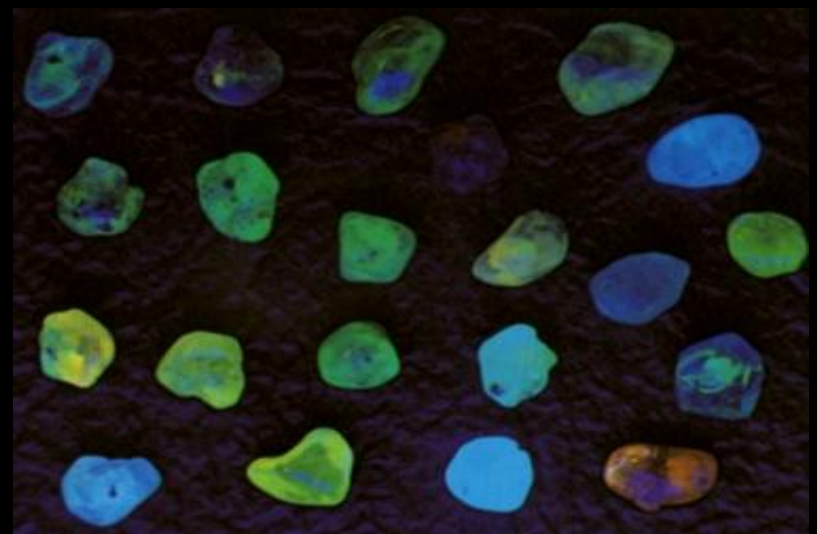
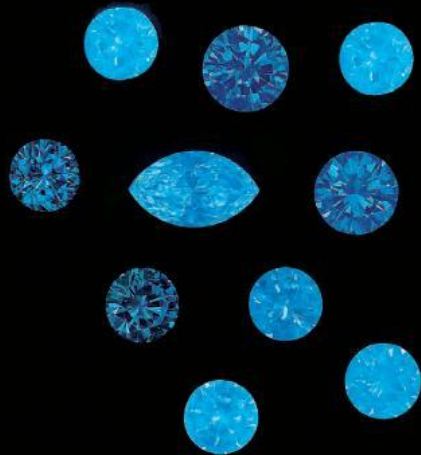
BRILHO forte + DISPERSÃO forte (fogo) = brilhância







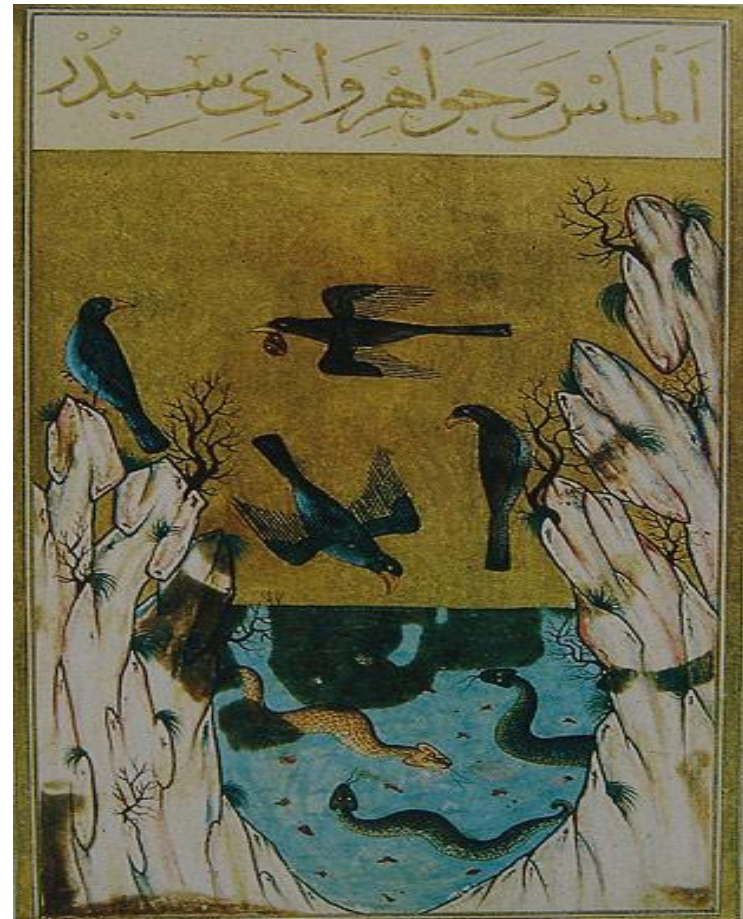
## Fluorescência ao UV





- Propriedades especiais

- Afinidade por graxa
- Tendência a repelir água



# Aplicações do Diamante

- Serras e brocas diamantadas
- Ferramentas de corte de precisão
- Abrasivos
- Pó de polimento
- Filmes de diamante
- **Gemas**

BROCA DIAMANTADA







# Filmes de diamante

RICARDO BONALUME NETO  
especial para a Folha

Uma equipe de pesquisa dos EUA descobriu o caminho para o diamante ser um artigo barato e comum, usado em coisas tão diferentes como peças de automóvel, discos de memória de computador ou próteses ortopédicas. Não se trata, naturalmente, do cristal diamante, a pedra preciosa mais cara e cobiçada. A futura banalização do diamante pertence aos filmes feitos com essa substância. Assim como hoje é comum se ter frigideiras recobertas com teflão, no futuro o diamante vai recobrir tudo aquilo que precisar de algo duro e resistente.

Arthur C. Clarke, o autor de uma série de livros de ficção científica —com as datas 2001, 2010 e 2061 nos títulos— previu que coberturas de diamantes serão comuns no futuro até para revestir edifícios.

A equipe de pesquisadores dos Laboratórios Nacionais Sandia desenvolveu uma maneira simples de diminuir o estresse interno desses filmes amorfos —isto é, não-cristalinos— de diamante. Com isso, cobrir algo de diamante passou a ser bem mais simples.

O diamante é uma forma mineral e cristalina do elemento carbono. Mas suas versões menos perfeitas têm grande importância industrial, pois ele é a substância mais dura conhecida.

O mecanismo natural de produção dos diamantes, na opinião dos geólogos, exige enorme calor e pressão para que ocorra a cristalização do carbono. Eles são produzidos no manto incandescente próximo à Terra. Mesmo explosões de estrelas —as supernovas— produzem diamantes que se espalham pelo espaço.

A palavra diamante vem do grego "adamas", ou seja, "invencível", "indomável". O nome se refere claramente às propriedades físico-químicas dessas pedras raras e caras, mas também serve para descrever o problema que os cientistas tinham com os filmes amorfos. Era difícil produzir filmes que não se soltassem do substrato com o estresse do material. Interesse à medida de achar os diamantes. A nova técnica foi obra dos pesquisadores Tom Friedmann e

John Sullivan. Eles conseguiram produzir filmes finíssimos, e membranas independentes de um substrato com espessura de menos de 600 ângstroms (um ângstrom mede um décimo milionésimo de milímetro, o equivalente ao diâmetro de um átomo de carbono).

Eles mostraram que o material tem uma dureza quase igual à do diamante cristalino, equivalente a 90%. O processo de produção desse revestimento superespacial utiliza como matéria-prima um alvo de grafite (uma outra forma cristalina do carbono). Esse alvo é atingido por raios laser, e o material depositado na forma de um filme é aquecido. Um dos pontos-chave é a inexistência de hidrogênio no filme. Os cientistas notaram que filmes amorfos de diamante com hidrogênio aquecidos se convertem em grafite.

Vários laboratórios pesquisam filmes de diamante. O grande objetivo da ciência dos materiais é produzir substâncias perfeitamente adaptadas a cada necessidade tecnológica, algo que demande elementos químicos dotados de uma versatilidade intrínseca.

E o caso do mais versátil de todos, o carbono: na forma de grafite, serve como lubrificante; como diamante, se torna um material ultra-resistente; e, em compostos orgânicos, permite que exista vida no planeta Terra. Pesquisadores de outro laboratório governamental dos EUA, o Lawrence Berkeley, associados com a empresa IBM e a Universidade da Califórnia, têm descoberto meios de proteger os vitais discos de memória de computadores com filmes de diamante.

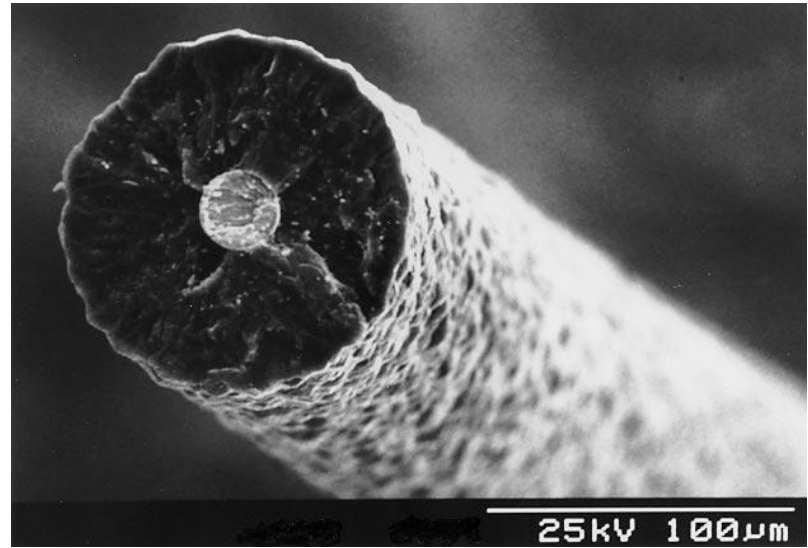
Para obter maiores densidades de informação, os discos e as cabeças de gravação precisam facilitar leitura magnética —é isso exige revestimentos mais finos e de material mais resistente. É mais uma necessidade adequada aos filmes finos de carbono e diamante.

Mas não é preciso ter a imaginação de um Clarke para ver que um filme fino, ultra-resistente, pode servir para aplicações bem diferentes entre si. O diamante também é resistente a ataques de substâncias químicas como ácidos e álcalis, o que o torna uma boa opção para fins biônicos.

## Pesquisas com materiais de carbono desenvolvem películas ultra-resistentes de espessura microscópica



O pesquisador Tom Friedmann (esq.) dos EUA, olha através de películas de diamante com espessura de 600 ângstroms (igual a 6 milionésimos de um centímetro); imagens abaixo apresentam diferentes estruturas do material vistas por meio de microscópios



25KV 100µm

A diamond-coated tungsten wire grown in an HFCVD reactor.



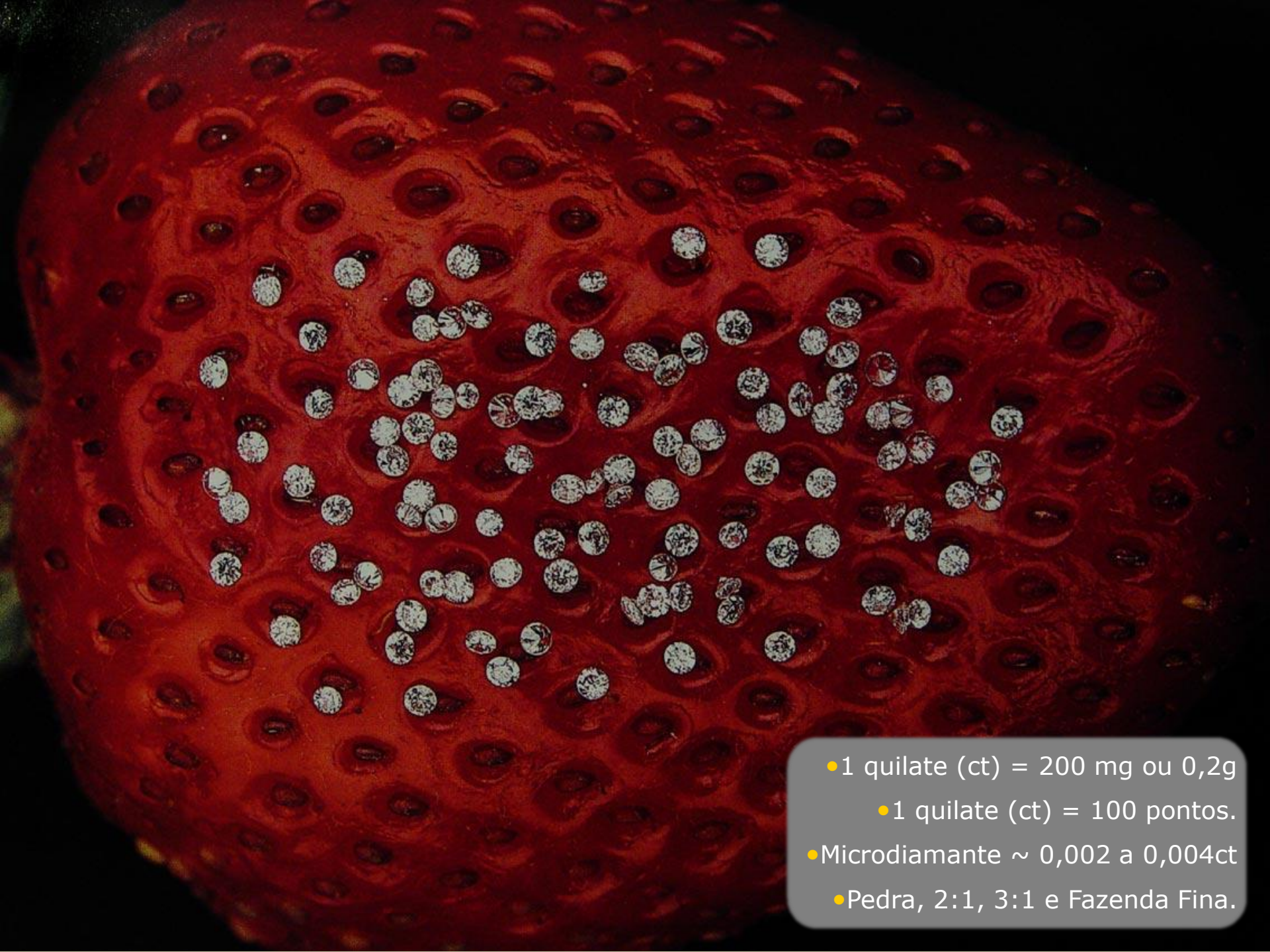
- Tecnologias avançadas com base no diamante CVD

- Diamante como gema



Diamante excepcional com 73ct (FL cor D) vendido na Sothebys por 15 milhões de dólares.
















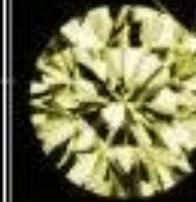


- 1 quilate (ct) = 200 mg ou 0,2g
  - 1 quilate (ct) = 100 pontos.
- Microdiamante ~ 0,002 a 0,004ct
  - Pedra, 2:1, 3:1 e Fazenda Fina.



A base para a classificação do diamante lapidado e sua comercialização são os chamados "4 Cs" – **C**olour, **C**larity, **C**ut, **C**arat

# 1 - Colour – cor e variações do branco – escala Cape

						
D	E	F	G	H	I	J
COLOURLESS			NEAR COLOURLESS			
						
K	L	M	N-O-P-Q-R	S-T-U-V-W-X-Y-Z		
FAINT YELLOW			VERY LIGHT YELLOW		LIGHT YELLOW	

Iluminação ideal  
(5.000 a 5.500 °K)



DiamondLite (GIAGEM): 2 lâmpadas brancas, uma UVL, para observar a fluorescência, e um porta amostras branco



## 2 - Clarity – pureza da gema – caracterização visual das inclusões

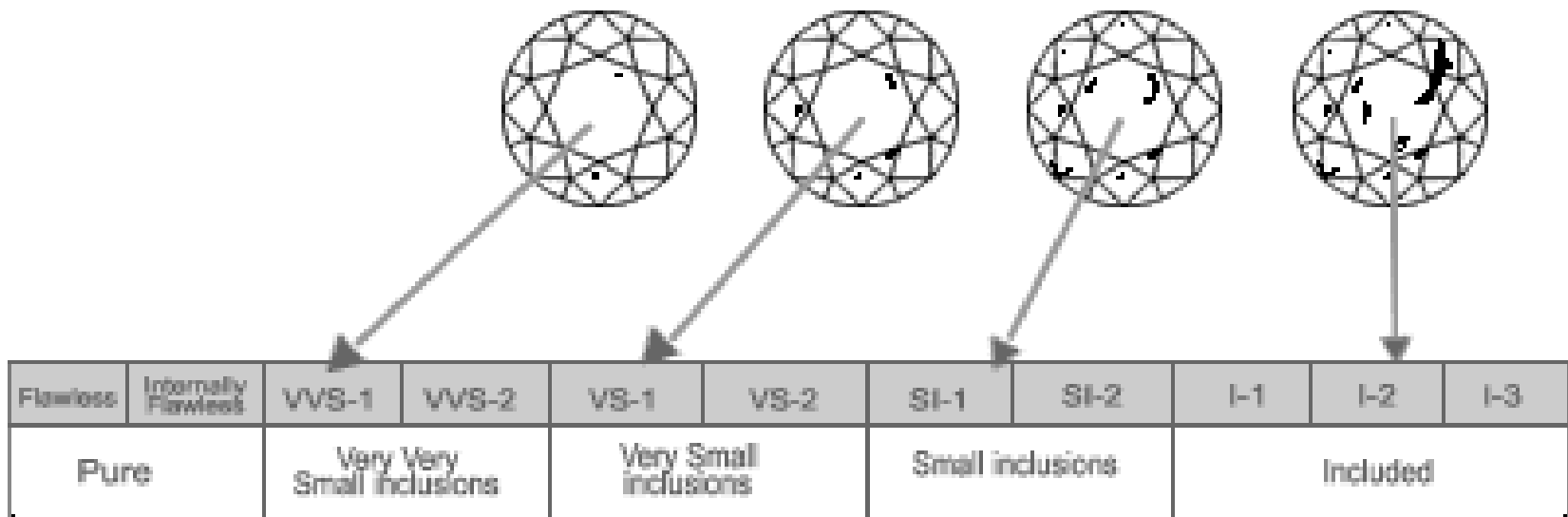


Image Copyright 1998 Harold Weinstein Ltd.

**GIA Clarity Grading Scale**

## TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DE PUREZA DE DIAMANTE

GIA	CIBJO	ABNT / IBGM (BRASIL)
Flawless	Puro à lupa	Internamente e externamente puro
IF		Internamente livre de inclusões
VVS <sub>1</sub> VVS <sub>2</sub>	VVS <sub>1</sub> VVS <sub>2</sub>	Inclusão ou inclusões pequeníssimas, muito difíceis de serem visualizadas com a lupa de 10x
VS <sub>1</sub> VS <sub>2</sub>	VS <sub>1</sub> VS <sub>2</sub>	Inclusões muito pequenas, difíceis de serem visualizadas com a lupa de 10x
SI <sub>1</sub> SI <sub>2</sub>	SI <sub>1</sub> SI <sub>2</sub>	Inclusões pequenas, fáceis de serem visualizadas com a lupa de 10x
I <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	Inclusões evidentes com a lupa de 10x
I <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	Uma inclusão grande ou inúmeras inclusões menores, fáceis de serem visualizadas a olho nu
I <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	Uma inclusão grande ou inúmeras inclusões menores, muito fáceis de serem visualizadas a olho nu

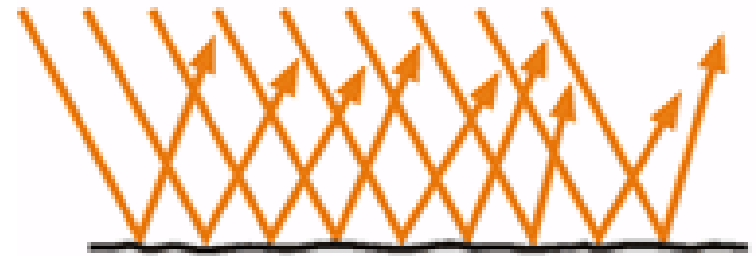
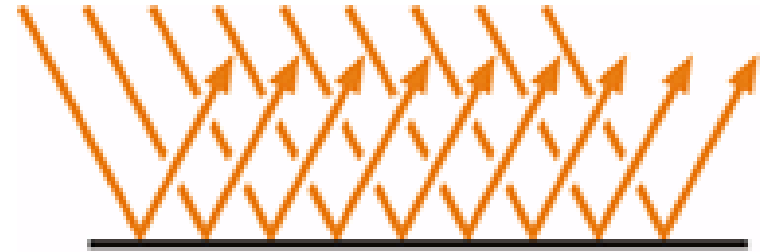
VVS1

P3

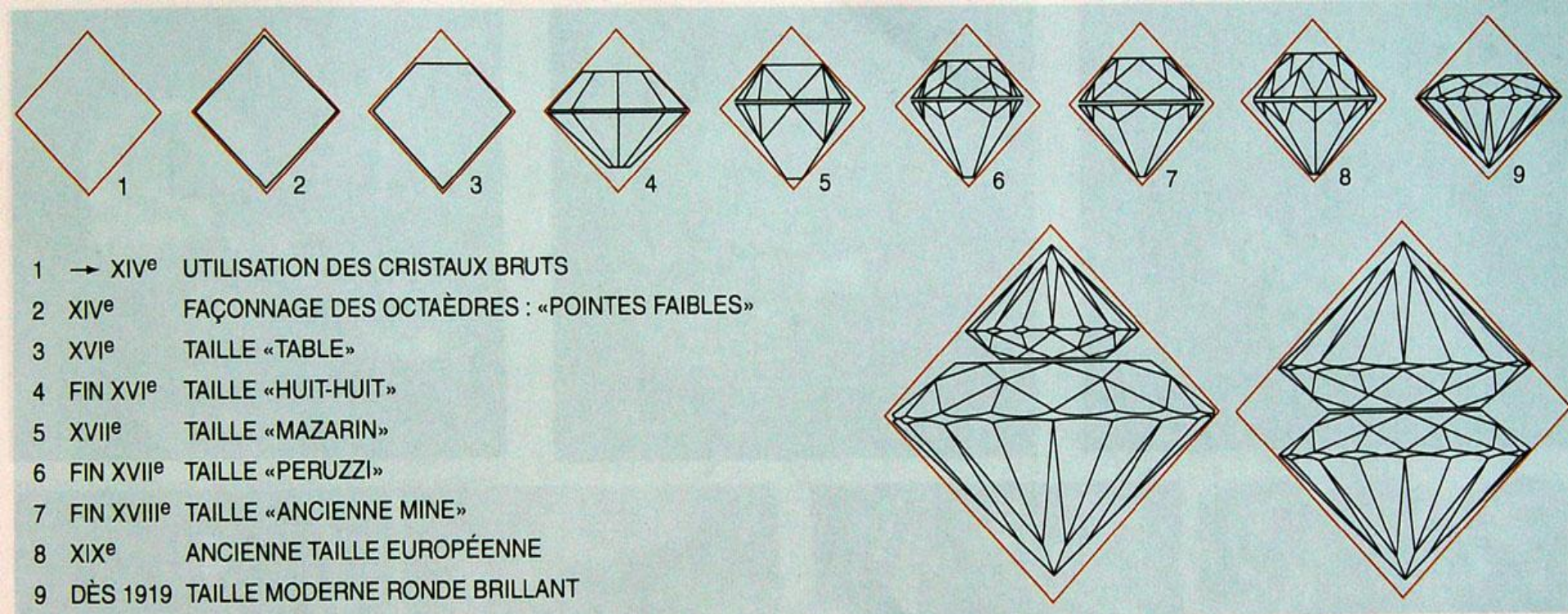




### 3 - Cutting – corte e lapidação do diamante

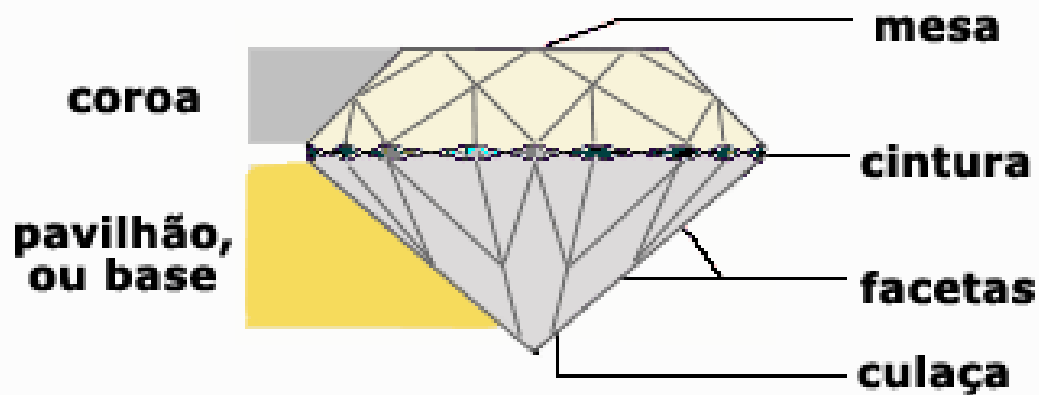


reflection dependence  
from polish quality

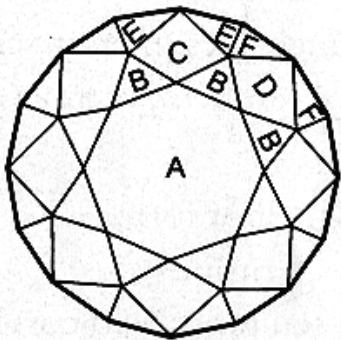
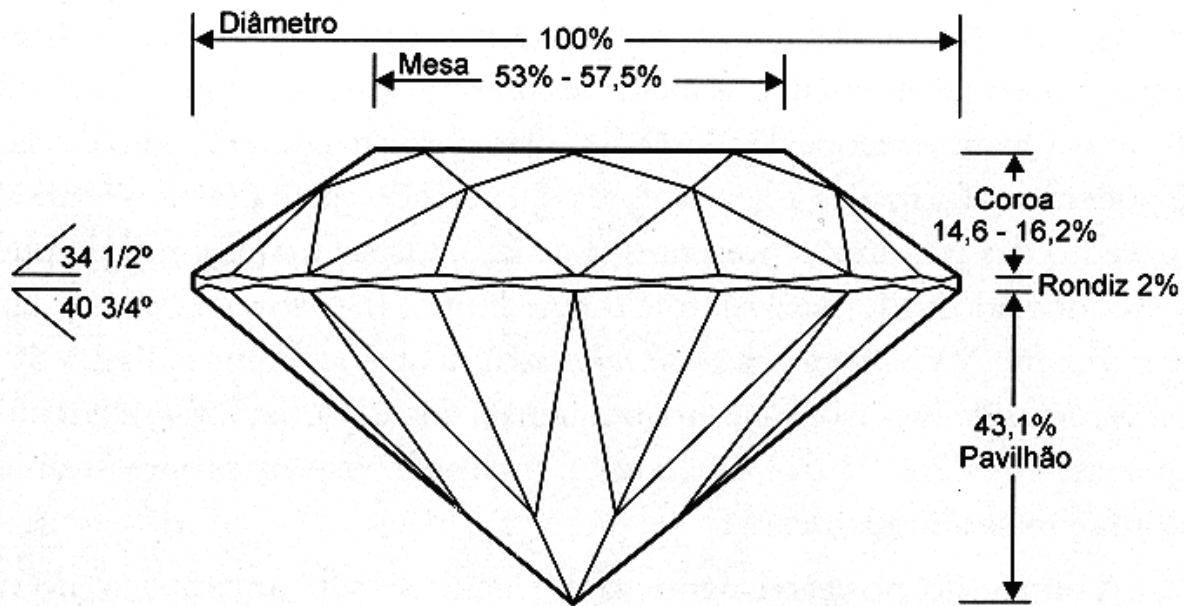


## Partes de um Diamante Lapidado

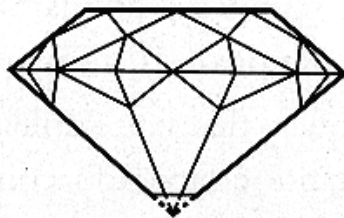
### Brilhante



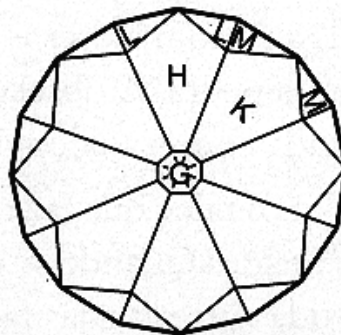




Coroa



Perfil

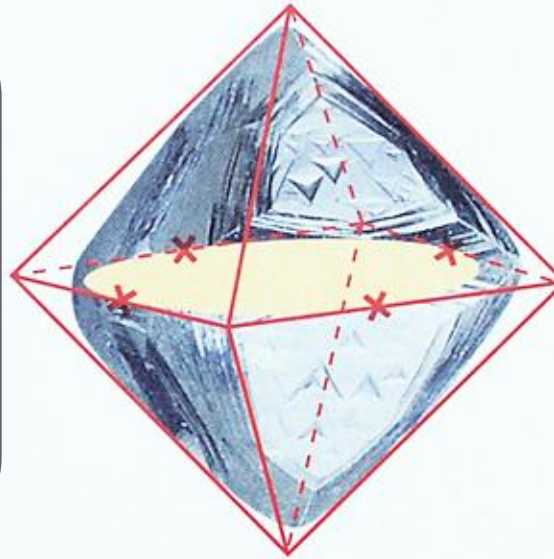


Pavilhão





- Pelo diâmetro de um brilhante (praça) é possível se estimar o peso da gema.
- O diâmetro também é fundamental no aproveitamento do diamante bruto



*Naturals occur on the cube faces of the octahedron*

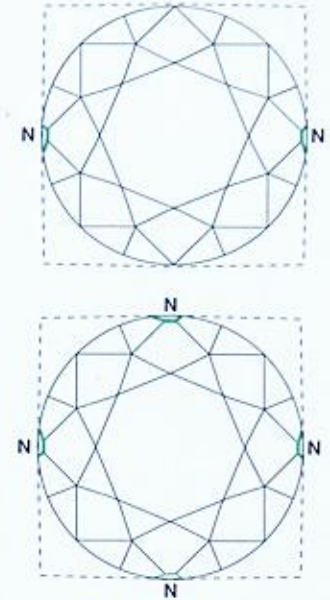
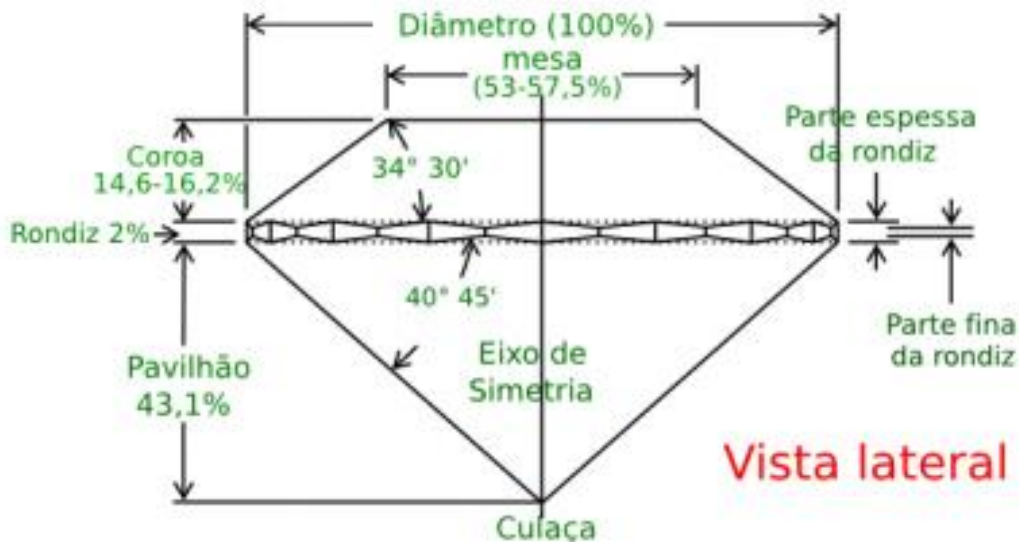


Figura 1: Proporções do diamante



*Crystal faces on a rough diamond with distinct trigons indicating its natural origin*

PRINCESSE



ÉMERAUDE



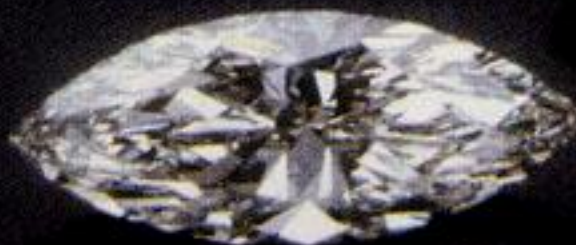
BRILLANT



OVALE

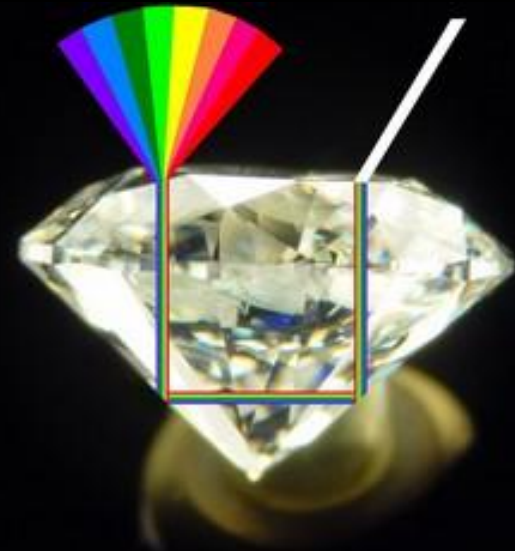
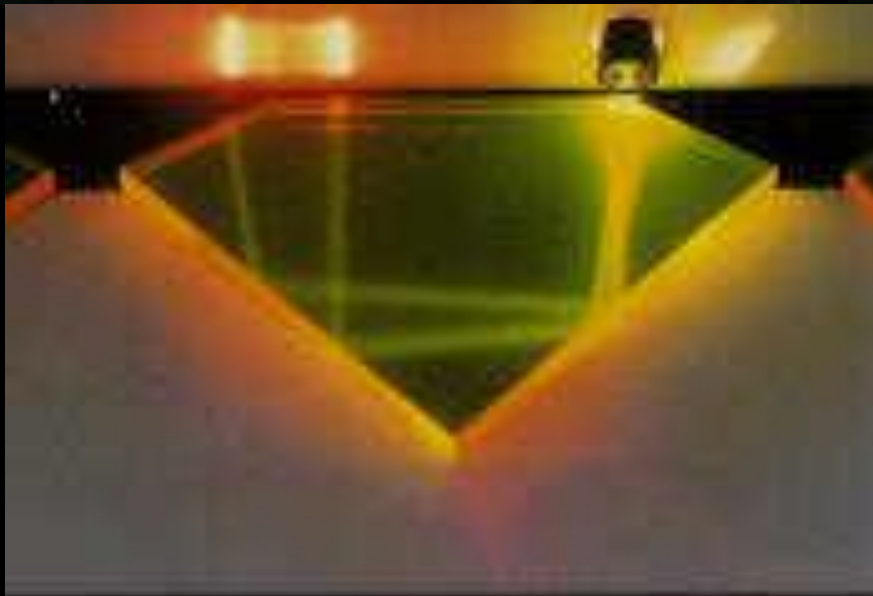


POIRE



NAVETTE OU MARQUISE

# Comportamento da luz dentro do diamante







## 4 - Carat – peso ou tamanho do diamante após lapidado

LAPIDAÇÃO COMPLETA 1.00 a 1.49 ct (1 quilate)											
	IF	VVS <sub>1</sub>	VVS <sub>2</sub>	VS <sub>1</sub>	VS <sub>2</sub>	SI <sub>1</sub>	SI <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	
<b>D</b>	10200	7100	6400	5250	4650	4100	3450	2200	1500	1000	<b>D</b>
<b>E</b>	7100	6400	5350	5000	4450	3950	3300	2150	1450	940	<b>E</b>
<b>F</b>	6400	5600	4900	4650	4250	3650	3100	2050	1300	870	<b>F</b>
<b>G</b>	5250	4800	4550	4300	3900	3500	2950	1950	1200	790	<b>G</b>
<b>H</b>	4250	4050	3800	3750	3450	3250	2800	1900	1150	750	<b>H</b>
<b>I</b>	3750	3650	3500	3350	3200	3000	2550	1700	1050	720	<b>I</b>
<b>J</b>	3300	3250	3200	3050	2750	2650	2350	1600	1000	680	<b>J</b>
<b>K</b>	2950	2800	2750	2700	2450	2250	2050	1450	970	650	<b>K</b>
<b>L</b>	2500	2450	2350	2200	2100	1950	1800	1300	940	600	<b>L</b>
<b>M</b>	2150	2050	1950	1800	1650	1500	1450	1150	870	570	<b>M</b>
	IF	VVS <sub>1</sub>	VVS <sub>2</sub>	VS <sub>1</sub>	VS <sub>2</sub>	SI <sub>1</sub>	SI <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	

**Peso:**

**Preço:**

**Preço/ct:**

**0.50 ct**

**\$4,000**

**8,000**

**0.75 ct**

**\$7,000**

**9,333**

**1.00 ct**

**\$17,000**

**17,000**

**1.50 ct**

**\$30,000**

**20,000**

**2.00 ct**

**\$55,000**

**27,500**

**3.00 ct**

**\$125,000**

**41,666**

**5.00 ct**

**\$300,000**

**60,000**



- Reconhecimento, imitações e síntese

GEMA	Composição química	D	d	n	Dispersão
DIAMANTE	C	10	3,52	2,417	0,044

### GEMAS NATURAIS

GEMA	Composição química	D	d	n	Dispersão
CORÍNDON	$Al_2O_3$	9	3,95 - 4,03	no= 1,762 ne= 1,770	0,018
ESPINÉLIO	$MgAl_2O_4$	8	3,55 - 3,90	1,718 + 0,044 - 0,006	~ 0,020
ZIRCÃO	$ZrSiO_4$	7 - 7,5	4,65 - 4,70	no= 1,920 ne= 1,980	0,039
BERILO	$Al_2Be_3Si_6O_{18}$	8	2,66 - 2,87	no= 1,583 ne= 1,577	0,010
QUARTZO	$SiO_2$	7	2,65	no= 1,544 ne= 1,553	0,013
TOPÁZIO	$Al_2(F,OH)_2SiO_4$	8	3,50 - 3,58	np= 1,619 ng= 1,627	0,014

- Reconhecimento, imitações e síntese

GEMA	Composição química	D	d	n	Dispersão
DIAMANTE	C	10	3,52	2,417	0,044

### GEMAS SINTÉTICAS

GEMA	Composição química	D	d	n	Dispersão
CORÍNDON	$Al_2O_3$	9	4,0	no= 1,762 ne= 1,770	0,018
ESPINÉLIO	$MgAl_2O_4$	8	3,60	1,700 - 1,720	0,020
RUTILO	$TiO_2$	6	4,25	no= 2,616 ne= 2,903	0,280
MOISSANITA	SiC	9,25	3,22	no= 2,648 ne= 2,691	0,104

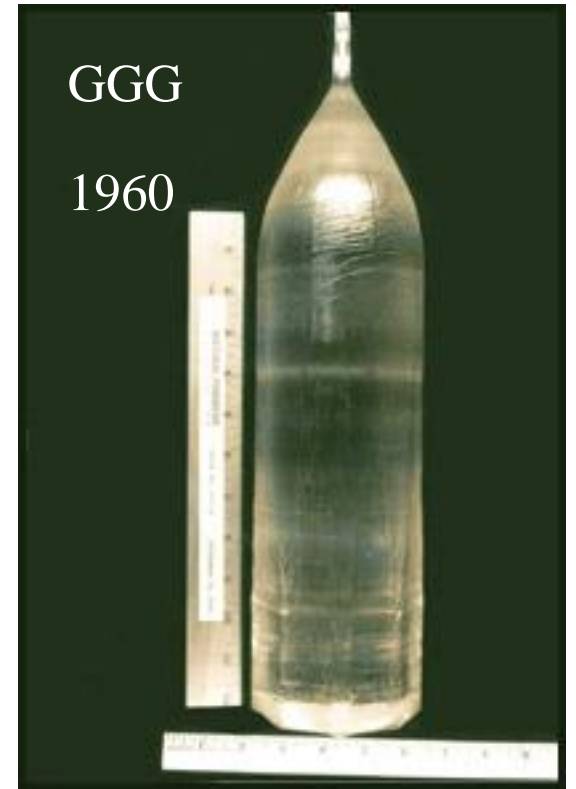
- Reconhecimento, imitações e síntese

GEMA	Composição química	D	d	n	Dispersão
DIAMANTE	C	10	3,52	2,417	0,044

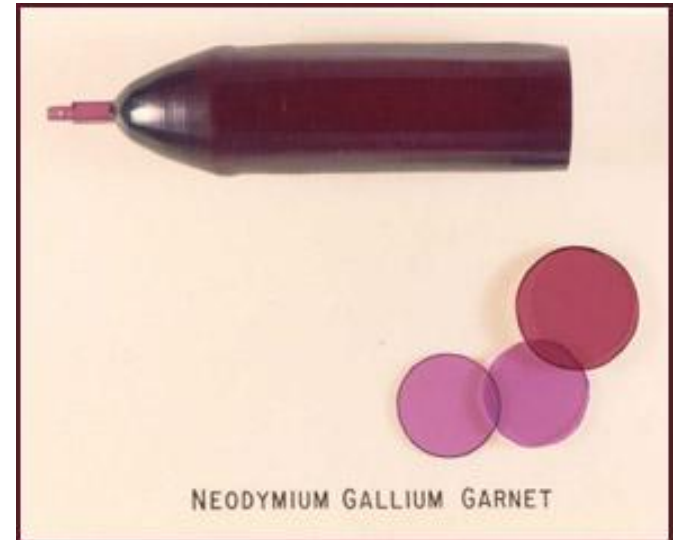
### GEMAS ARTIFICIAIS

GEMA	Composição química	D	d	n	Dispersão
ZIRCÔNIA	ZrO <sub>2</sub>	8,5	5,4	2,2	0,060
FABULITA	SrTiO <sub>3</sub>	5 - 6	5,13	2,425	0,190
LINOATE	LiNbO <sub>3</sub>	~ 5,5	4,64	no= 2,210 ne= 2,300	0,190
YAG	Y <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	~ 8,5	4,55 - 4,65	1,832	0,028
GGG - GALLIANT	Gd <sub>3</sub> Ga <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	~ 6,5	7,09	1,972	0,038
PEROVSKITA	YAIO <sub>3</sub>	~ 8,5	5,35	1,900	0,033
FIANITE DIAMONESQUE	(Zr,Y)O <sub>2-x</sub>	7,5 - 8,5	5,95 - 6,00	2,15 - 2,18	0,059 - ,63
DJEVALITE	(Zr,Ca)O <sub>2-x</sub>	8,0 - 8,5	5,55 - 5,75	2,18 - 2,24	0,063 - ,78





YAG - 1960





Colored CZ - 1980

- Entre as imitações de diamante as mais importantes são a Zircônia Cúbica e a Moissanita

Moissanite- 1895 - 1997



Fabulita – Titanato de estrôncio - 1955



Round brilliant, oval and square brilliant cut moissanite jewels.

*Picture courtesy of Charles & Colvard, Ltd.*



Rutilo sintético - 1947



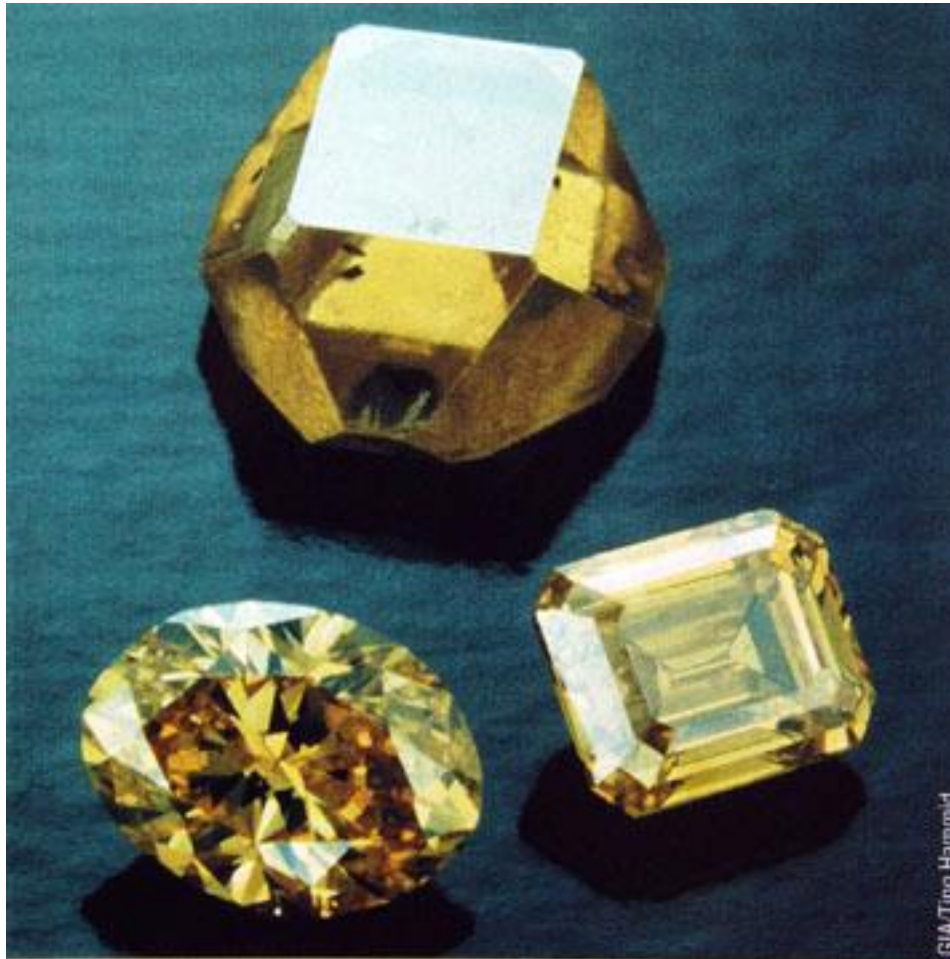
# Trattamento HPHT



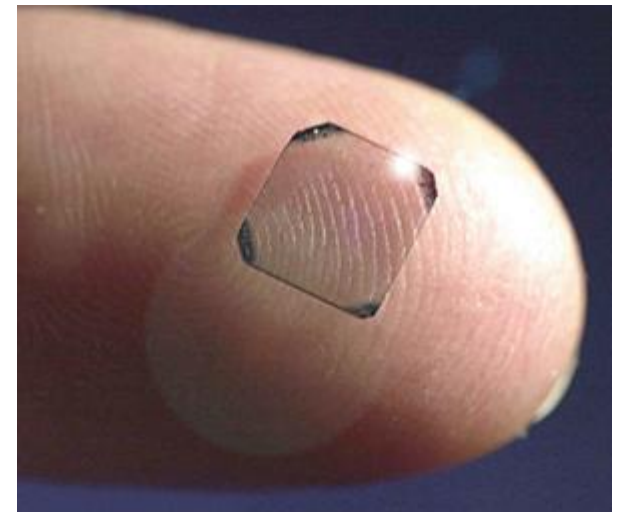
**7. LES TRAITEMENTS À HAUTE PRESSION** et haute température (HPHT) permettent la recristallisation du diamant dans son domaine de stabilité. Par exemple, un diamant de type IIa brun (a) peut devenir incolore après traitement (b). Dans ce cas, le changement de couleur est probablement dû à la recristallisation de petits domaines de carbone amorphe brun. Sur l'image c, les diamants de type Ia au centre, deviennent jaune-vert vif après traitement à haute pression et haute température, ce qui les rend plus faciles à mettre sur le marché.



## Diamante sintético HPHT e CVD



**1. TROIS CRISTAUX SYNTHÉTIQUES** de diamant fabriqués par *De Beers*. Les deux plus petits pèsent environ 0,3 carat et le plus gros 1,07 carat.

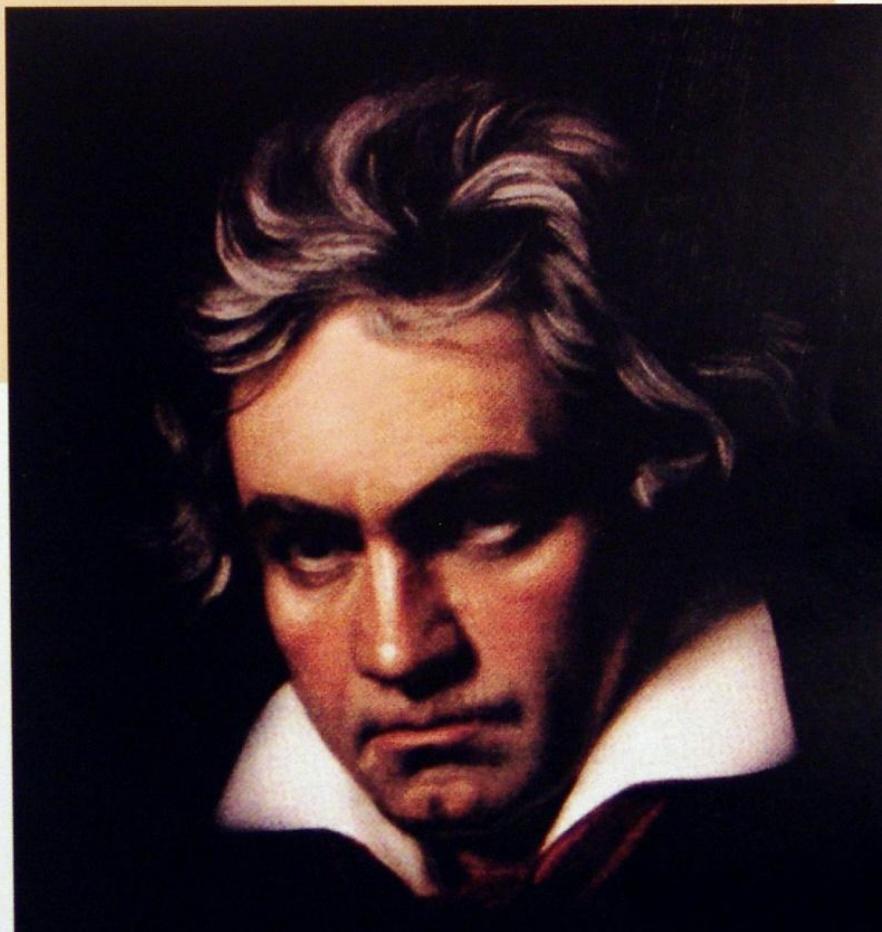


Chemical Vapour  
Deposition



# Mechas de cabelo de Beethoven se transformam em diamantes sintéticos

Segundo Antwerp Facets News Service, a companhia norte-americana LifeGem Memorials - produtor de diamantes sintéticos - planeja transformar seis a dez mechas de cabelo de Ludwig van Beethoven em três diamantes sintéticos pesando 0.5 a 1ct cada pedra. A companhia com sede em Chicago ganhou projeção pela primeira vez quatro anos atrás com a técnica que transformava cinzas de humanos cremados em pedras sintéticas. A última façanha terá a cooperação de John Reznikoff que de acordo com o Guinness Book of World Records, possui a maior coleção de cabelos de celebridades e está fornecendo o cabelo do compositor para a LifeGem. Os diamantes serão expostos em museus e casas de ópera durante seis meses para atrair publicidade para a companhia.





### GemSmart - The Company

GemSmart is a San Diego Based company, which has been in business since 2002. This company is engaged in the worldwide distribution of a truly unique line of diamonds. Excellence defines what GemSmart Inc. is all about. GemSmart Inc. offers the most elite selection of diamonds the world has offer. GemSmart Inc. guarantees 100% client satisfaction with their products and services.

### GemSmart Diamonds

Currently GemSmart Inc. offers Blue, Pink, Green and Yellow diamonds, created 100% from human carbon remains. Natural Blue, Pink, Green and Yellow diamonds, which are created in nature, are extremely rare and very expensive however; GemSmart, Inc. will provide an exquisite unique diamonds at a fraction the cost of a naturally born diamonds.

### Our Products

It is well known that diamonds are created from carbon and it is believed what it takes million of years to create a diamond in the nature. The world's foremost scientists realized that by duplicating

## Memorial Diamonds from Hair or Ashes





[DIAMONDS](#)[CERTIFICATION](#)[EDUCATION](#)[Q & A](#)[PRICE & ORDER](#)

## PLACE AN ORDER

1. Separate out approximately 8 ounces (approximately 230 grams) of the cremated remains! Seal it securely in the plastic bag or other plastic container. Do not send all the remains. We only need 8 ounces (230 grams) to produce the diamond on your order!
2. Prominently write your order number on the plastic container! This will ensure that your package is associated with your order!
3. Complete the order form below and send the package to GemSmart. Package it as you would package any valuable item. If paying by check, place the prepayment check into the same package. Write your name and your order number on the check!
4. Select your unique diamond. Here is the sample pricing for the blue GemSmart diamond. The prices are for the blue diamonds only. All prices are in US dollars. We can also create a diamond of a other sizes or create a diamond of maximum size for the price you choose. Please, [contact us](#) for the price quote!

Size	Yellow	Pink	Green
0.25 carat	\$3,000.00	\$3,000.00	\$3,000.00
0.50 carat	\$6,000.00	\$6,000.00	\$6,000.00
0.75 carat	\$9,000.00	\$9,000.00	\$9,000.00
1.00 carat	\$12,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00

Size: Shape: Color:

DIAMONDS

CERTIFICATION

EDUCATION

Q & A

PRICE & ORDER

### DIAMOND CERTIFICATION

Your GemSmart diamond is a real diamond which is grown in a way that copies forces of nature. It takes thousands of years in the nature to create diamonds. Using our advanced technology and scientific achievements we can grow a diamond in a short period of time!

### CARBON CERTIFICATION

Certification of your GemSmart diamond with Spectrum Analysis is possible when you order a diamond from our company. The GemSmart diamond is guaranteed and certified that it is created from a specific carbon source from the remains of your loved one, when a Spectrum Analysis of the original ash remains of your loved one and the created diamond are compared.

The Spectrum Analysis can prove conclusively that the GemSmart diamond matches the remains of your loved one. When you order a born diamond you are assured and guaranteed that the memorial diamond you received contains the actual essence of your loved one.

### 100% SATISFACTION

GemSmart is a San Diego based company engaged in worldwide distribution of a truly unique product line of diamonds. Excellence defines what GemSmart is all about. GemSmart offers the most elite selection of diamonds the world has to offer.

GemSmart also provides 100% guarantee of the highest level of exclusive and personalized services.



## Para saber mais...

- **Verena P.T. 1986.** Diamond grading ABC: Handbook for diamond grading. 8. ed. English Translation E. Stern, Worldwide for the English Edition: Rubin + Son, New York. 271p.
- **Chaves, M.L. & Chambel L. 2003** Diamante: a pedra, a gema, a lenda. Oficina de Textos, SP. 231 p.
- **Vleeschdrager, E. 1999** Le diamant – Réalité et Passion. Editions du Perron. HRD – Antwerp, Belgium. 267p.