

# KIT PROPRIEDADES DOS MINERAIS: SISTEMAS CRISTALINOS

- Pensar Ciência - Fazer Ciência -



Faça perguntas  
Investigue

Levante hipóteses  
Proponha soluções

Experimente  
Seja criativo

Analise os resultados  
Divulgue a descoberta

## GEOMETRIA DOS CRISTAIS: A MATEMÁTICA DO BELO

A FORMA EXTERNA DE UM CRISTAL REFLETE SEU ARRANJO ATÔMICO INTERNO.

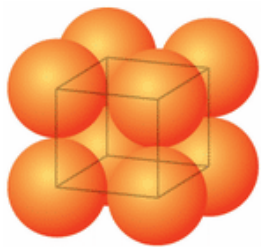
As formas belas e regulares de cristais encontrados na natureza despertam a atenção desde o passado distante.

A forma e o arranjo das faces dos cristais foram desde cedo adotadas como critérios de classificação. Porém, mais tarde, a simetria passou a ser tratada matematicamente e se tornou imprescindível na descrição de minerais. Mas, posteriormente, a determinação de estruturas cristalinas, isto é, a posição de todos os átomos em um cristal, foi um refinamento adotado e que dependeu da descoberta e uso do raio X.

Muitas formas apresentadas pelos cristais são padrões que se aprende nas aulas de geometria e se enquadram em um dos sete sistemas cristalinos que serão apresentados neste kit composto por amostras mais comuns e lança o convite para ampliar os conhecimentos nesta área e se encantar com a diversidade de formas dos minerais de nosso planeta.

# CÉLULAS UNITÁRIAS:

Antes de entender de que forma os minerais se encaixam nos diferentes sistemas cristalinos, é importante conhecer o conceito de células unitárias. Os materiais sólidos podem ser classificados de acordo com a regularidade na qual os átomos ou íons se dispõem em relação aos seus vizinhos. **Material cristalino** é aquele no qual os átomos encontram-se ordenados sobre longas distâncias atômicas, formando uma estrutura tridimensional que se chama rede cristalina. Já nos materiais não cristalinos ou **amorfos** não existe ordenação de longo alcance na disposição dos átomos. (Ávila, 2019; pág. 12).



Minerais com uma célula unitária cúbica podem formar cristais cúbicos porque os átomos dentro deles estão dispostos em um padrão cúbico com estrutura idêntica em três direções perpendiculares. Portanto, cristais com seis faces idênticas (um cubo) são possíveis.

Representação de uma célula unitária cúbica  
Fonte da imagem: Ávila, 2019

Halita, pirita e galena são formas clássicas de cubo. Diamante e fluorita são dois minerais bem conhecidos que podem se formar como octaédricos, enquanto a calcita é um dos romboedros mais conhecidos. O quartzo e suas outras variedades como ametista e citrino formam uma forma única que tem uma pirâmide de seis lados em cada extremidade do cristal empilhada em um prisma de seis lados no centro.

Embora a relação entre um arranjo cúbico de átomos e um cristal em forma de cubo possa parecer clara, as coisas nem sempre são tão simples. Os cristais de halita euédrica são geralmente cubos. E os cristais de cuprita também podem ser cubos, mas às vezes também são octaedros. Os octaedros são equivalentes a cubos com seus cantos removidos. O arranjo atômico em um cristal octaédrico é o mesmo em três direções perpendiculares, assim como o arranjo em um cristal cúbico.

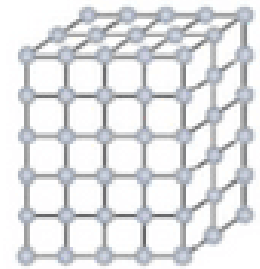
A parte mais interessante sobre as formas dos cristais é que os minerais às vezes podem se apresentar em mais de uma forma, dependendo de como crescem ou de seu ambiente. A calcita, por exemplo, conforme mencionado anteriormente, pode formar lindos romboedros, mas também pode adquirir formas como escalenoedro, prisma hexagonal e pinacoide. A fluorita também é um outro exemplo, podendo se apresentar na forma octaédrica ou em cubo.

# MATERIAL CRISTALINO E AMORFO: COMO SE DIFERENCIAM?

## Material Cristalino

Internamente:

- Arranjo atômico ordenado e regular permitindo que configurações atômicas gerem reticulados cuja unidade básica forme uma figura geométrica.



Externamente:

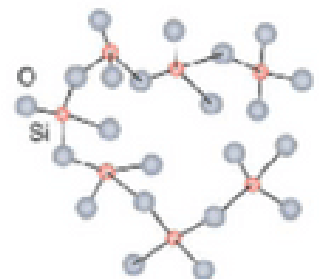
- Exibe externamente faces planas. Essas faces aparecerão na sua totalidade quando a cristalização se der em condições geológicas ideais, sem que o crescimento de um cristal interfira no crescimento de outro, por exemplo.



## Material Amorfo

Internamente:

- Materiais de estrutura amorfa ou vítrea (como a obsidiana), ao nível de seus arranjos atômicos, não apresentam qualquer tipo de regularidade ou organização em termos de sua disposição espacial, ou, caso exista algum ordenamento, ele ocorre a curto alcance (em pequenas distâncias).



Externamente

- São sólidos com formatos irregulares. É geralmente aceito como o oposto de estrutura cristalina.





## CARTÃO DE REGISTRO: AMPLIANDO O VOCABULÁRIO



Até este momento, muitos termos novos podem ter sido apresentados a você. Você já sabe o significado de todos?

Para que o tema de estudo "Sistemas Cristalinos" tenha realmente significado para você e assim, possa explorar melhor o potencial do kit, que tal fazer uma pesquisa e anotar todas as novidades que aprendeu, organizando um vocabulário geológico?



# SISTEMAS CRISTALINOS:



Agora que o conceito de células unitárias foi apresentado e você conhece a diferença entre material cristalino e material amorfo, é necessário conhecer os diferentes sistemas cristalinos, aos quais os cristais são classificados a partir de suas características geométricas.

Relembrando: entende-se por sistema cristalino o conjunto de cristais cujos eixos cristalográficos são iguais nas suas dimensões relativas, apresentando relações angulares gerais constantes (Branco, 2008).

Há sete sistemas cristalinos: isométrico, tetragonal, ortorrômbico, hexagonal, trigonal, monoclinico e triclinico. Eles se subdividem em um total de 32 classes cristalinas.

Mas, já que você sabe que os cristais podem ser classificados quanto ao arranjo de seus átomos e que isso reflete em seu formato externo, que tal arriscar alguns palpites, lançar algumas hipóteses e organizá-los inicialmente em grupos geométricos conhecidos?



**Observe cada mineral constante no kit ou outro mineral que tenha em sua coleção. Ele possui características de material cristalino ou amorfo (no seu kit há um exemplar!)? Que tipo de figura geométrica eles representam?**

- **Anote suas observações.**
- **Depois que aprofundar seus conhecimentos consulte suas ideias iniciais e confronte com o que aprendeu. Você estava ou não correto em suas observações?**

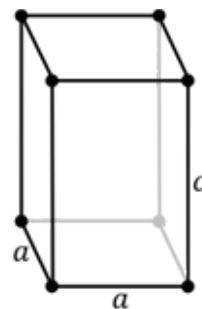
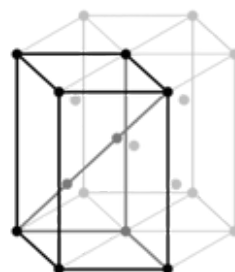
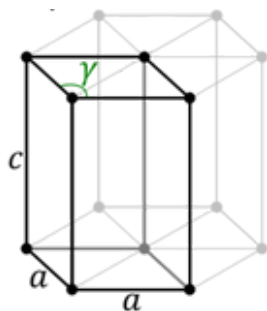
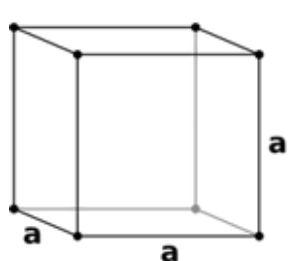
**Nome do mineral:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Geometria do Cristal:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# SISTEMAS CRISTALINOS E A GEOMETRIA DE SUAS CÉLULAS UNITÁRIAS: VISÃO GERAL



ISOMÉTRICO



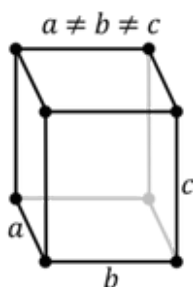
HEXAGONAL



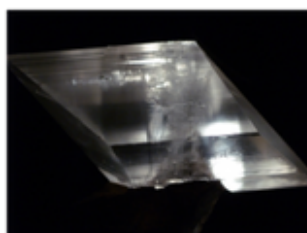
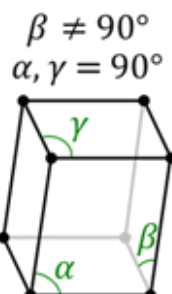
TRIGONAL



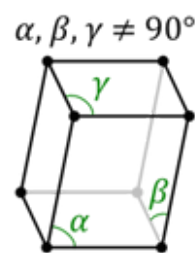
TETRAGONAL



ORTORRÔMBICO



MONOCLÍNICO



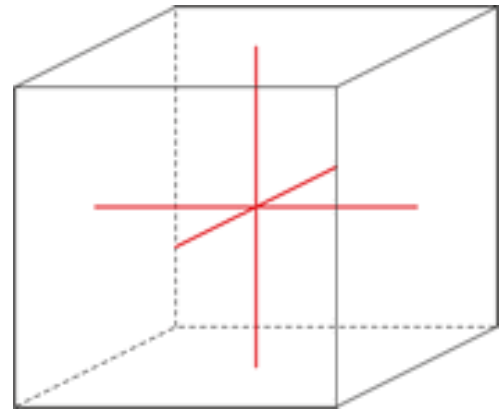
TRICLÍNICO

fONTE: <https://maestriabosques2016.wordpress.com/2017/01/20/sistemas-cristalinos/>

# SISTEMA ISOMÉTRICO

Classes Cristalográficas	<b>Hexaoctaédrica</b> → pirita (presente no kit)
	<u>Tetartoédrica</u>
	<u>Diploédrica</u>
	<u>Hexatetraédrica</u>
	<u>Giroédrica</u>

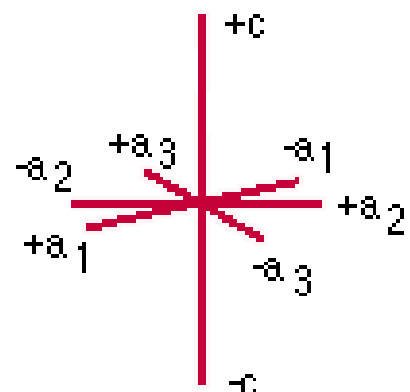
É um sistema cujas células unitárias têm forma de cubo, a característica fundamental para identificar este sistema cristalino, é que é constituído por três eixos cristalográficos de mesmo comprimento ( $a = b = c$ ) e perpendiculares entre si, que são eles chamados de  $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_3$  ou Alpha, Beta e Gama. Para identificar cada eixo é necessário saber sua orientação. O eixo  $a_3$  é vertical,  $a_2$  é horizontal e  $a_1$  é frontal ao observador. Podemos encontrar este sistema representado em diversos minerais como: Halita, Pirita e Galena (Howard, 1998).



# SISTEMA HEXAGONAL

Classes Cristalográficas	<b>Bipiramidal hexagonal</b> → apatita (presente no kit)
	<u>Trapezoédrica hexagonal</u>
	<u>Piramidal hexagonal</u>
	<u>Bipiramidal trigonal</u>
	<u>Bipiramidal ditrigonal</u>
	<u>Piramidal dihexagonal</u>
	<u>Bipiramidal dihexagonal</u>

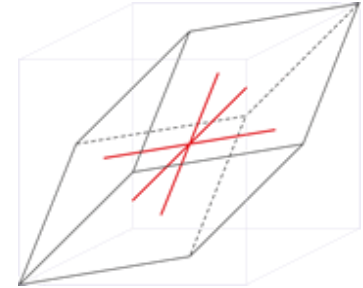
É considerado como o único sistema que é constituído por 4 eixos cristalográficos, dos quais 3 têm os mesmos comprimentos e estão no mesmo plano, são conhecidos como os eixos propostos por Bravais ( $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_3$ ), são caracterizados por apresentar uma relação angular de  $120^\circ$ . Formando um ângulo de  $90^\circ$  é o quarto e último eixo, que apresenta variações em seu comprimento. Exemplos de outros minerais são Turmalina, Berilo e Apatita (Generalic, 2016).



# SISTEMA TRIGONAL

Classes Cristalográficas	<b>Romboédrica</b> → Calcita óptica (presente no kit)
	<u>Piramidal trigonal</u>
	<u>Escalenoédrica hexagonal</u>
	<u>Trapezoédrica trigonal</u>
	<u>Piramidal ditrigonal</u>

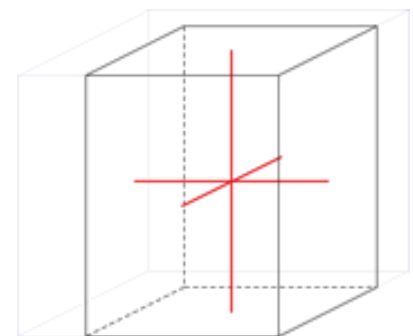
Uma das características mais representativas desse sistema é que os ângulos que o compõem são diferentes de  $90^\circ$ , porém os comprimentos das bordas são iguais. Como exemplos deste sistema cristalino podemos citar a Calcita e Dolomita (Generalic, 2016).



# SISTEMA TETRAGONAL

Classes Cristalográficas	<b>Bipiramidal tetragonal</b> → zircão (presente no kit)
	<u>Bipiramidal ditetragonal</u>
	<u>Piramidal tetragonal</u>
	<u>Biesfenoédrica tetragonal</u>
	<u>Escalenoédrica tetragonal</u>
	<u>Trapezoédrica tetragonal</u>
	<u>Piramidal ditetragonal</u>

Neste sistema a relação angular do sistema cúbico é conservada portanto;  $\text{Alfa} = \text{Beta} = \text{Faixa} = 90^\circ$ , mas difere com relação ao comprimento vertical ( $a = b \neq c$ ), que é maior ou menor que os comprimentos horizontais. Alguns dos minerais que representam este sistema são também o Zircão e a Cassiterita (Howard, 1998).

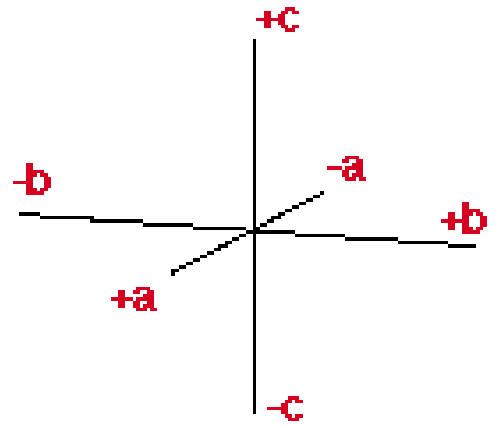




# SISTEMA ORTORRÔMBICO

Classes Cristalográficas	<b>Bipiramidal rômica</b> → <u>aragonita</u> (presente no kit)
	<u>Biesfenoédrica rômica</u>
	<u>Piramidal rômica</u>

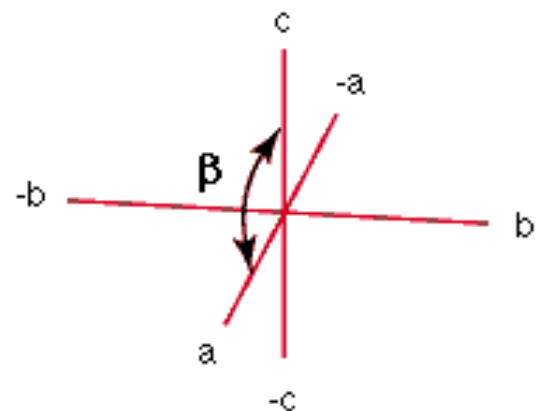
Este sistema apresenta relações angulares de  $90^\circ$  entre todos os eixos que o compõem, porém os comprimentos de cada eixo são diferentes. Os vetores que constituem a célula unitária são matematicamente chamados de ortogonais mútuos. O elemento fundamental que nos permite estabelecer uma diferença para identificar um sistema desta natureza é baseado em três eixos binários ou um único eixo binário com três planos de simetria. Exemplos desse sistema são Olivina, Topázio e Barita (Howard, 1998).



# SISTEMA MONOCLÍNICO

Classes Cristalográficas	<b>Prismática</b> → gipsita (presente no kit)
	<u>Esfenoédrica</u>
	<u>Domática</u>

Este sistema é caracterizado pelo fato de que cada um dos eixos cristalográficos que o compõem tem comprimentos diferentes, e os ângulos são diferentes de  $90^\circ$ . O eixo inclinado é a e é direcionado ao observador, o eixo vertical é c, e o eixo restante que é perpendicular ao plano que contém os eixos a e c é b. Quando orientado, o eixo inclinado em direção ao observador, b é horizontal e c é vertical. Os eixos b e c estão no mesmo plano. Exemplos desse sistema são a Gipsita, Mica e Malaquita (Griem, 2015).



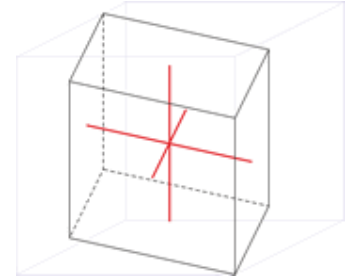
# SISTEMA TRICLÍNICO

Classes Cristalográficas

Pinacoidal → cianita (presente no kit)

Pedial

É composto por três eixos cristalográficos (a, b e c), todos eles com comprimentos diferentes  $a \neq b \neq c$  e a relação axial é diferente de  $90^\circ$ . Como um exemplo desta forma cristalina podemos nomear Albita e Cianita (Howard, 1998).



**Confronte suas hipóteses iniciais com o que aprendeu sobre os Sistemas Cristalinos.**

**Elas foram confirmadas?**

**Quais foram os seus acertos e quais foram os seus erros?**



# OLHAR INVESTIGATIVO

A observação atenta sobre exemplares de minerais pode revelar muitos aspectos de seu arranjo atômico. Sabemos que o conhecimento em geometria é imprescindível para compreender porque os cristais têm as formas que enxergamos.

Desde o início, você foi desafiado a colocar em prática algumas ações que permitem ter um olhar investigativo, como por exemplo observar, lançar hipóteses e até mesmo confrontar conhecimentos para que possa chegar a alguma conclusão e ainda a elaboração de um vocabulário específico sobre geologia.

Portanto, o uso do kit Sistemas Cristalográficos não se encerra aí. Muitas outras perguntas poderão ser feitas e novos conhecimentos poderão ser aprendidos ao seguir as sugestões que são apresentadas aqui e a partir de sua autonomia e curiosidade para buscar outros conhecimentos que não foram abordados.

A seguir propõe-se uma metodologia utilizada em Educação Patrimonial, que é dividida em quatro etapas e que possibilitarão avançar na ampliação desse conhecimento:

- **OBSERVAÇÃO:** são exercícios de percepção sensorial (visão, tato, olfato, paladar e audição) por meio de perguntas, experimentações, provas, medições, de forma que se explore, ao máximo, a peça a ser observada.
- **REGISTRO:** por meio da utilização de desenhos, descrições verbais ou escritas, fotografias, maquetes, mapas, busca-se fixar o conhecimento percebido, aprofundando a observação e o pensamento lógico e intuitivo.
- **EXPLORAÇÃO:** é a análise com discussões, questionamentos, avaliações, pesquisas em outras fontes, desenvolvendo as capacidades de análise e espírito crítico, interpretando as evidências e os significados.
- **APROPRIAÇÃO:** recriação, por meio de releitura, dramatização, interpretação em diferentes meios de expressão (pintura, escultura, teatro, dança, música, fotografia, poesia, textos, filmes, vídeos, etc), provocando uma atuação criativa e valorizando assim o bem trabalhado.



O kit é composto por um exemplar de classe cristalográfica de cada sistema cristalino.

Que tal pesquisar exemplos de outros minerais que representam as demais Classes Cristalográficas?

SISTEMA CRISTALINO	CLASSES CRISTALOGRAFICAS	Minerais
Isométrico	Hexaoctaédrica	Pirita
	Tetartoédrica	
	Diploédrica	
	Hexatetraédrica	
	Giroédrica	
Hexagonal	Bipiramidal hexagonal	Apatita
	Trapezoédrica hexagonal	
	Piramidal hexagonal	
	Bipiramidal trigonal	
	Bipiramidal ditrigonal	
	Piramidal dihexagonal	
Trigonal	Romboédrica	Calcita óptica
	Piramidal trigonal	
	Escalenoédrica hexagonal	
	Trapezoédrica trigonal	
	Piramidal ditrigonal	
Tetragonal	Bipiramidal ditetragonal	Zircão
	Bipiramidal tetragonal	
	Biesfenoédrica tetragonal	
	Piramidal tetragonal	
	Escalenoédrica tetragonal	
	Trapezoédrica tetragonal	
	Piramidal ditetragonal	
Ortorrômbico	Bipiramidal rômbrica	Aragonita
	Biesfenoédrica rômbrica	
	Piramidal rômbrica	
Monoclínico	Prismática	Gipsita
	Esfenoédrica	
	Domática	
Triclínico	Pinacoidal	Cianita
	Pedial	



# CARTÃO DE REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES: EXPLORE SEU KIT

**COMPOSIÇÃO DO KIT:** obsidiana, pirita, quartzo hialino, calcita óptica, zircão, aragonita, gipsita e cianita.

É HORA DE OBSERVAR, EXPLORAR E REGISTRAR!



**Manuseie e observe cada um dos minerais constantes no kit.  
Abaixo represente por meio de desenhos o formato de seu cristal, isto  
é, a sua geometria observada.**





# CARTÃO DE REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES: EXPLORE SEU KIT

**COMPOSIÇÃO DO KIT:** obsidiana, pirita, apatita, calcita óptica, zircão, aragonita, gipsita e cianita.

É HORA DE LEVANTAR HIPÓTESES!



Observe cada um dos minerais contidos no kit.  
As figuras geométricas que seus cristais representam estão perfeitas?  
Se não estão, como você explica essas imperfeições?





# CARTÃO DE REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES: EXPLORE SEU KIT

**COMPOSIÇÃO DO KIT:** obsidiana, pirita, apatita, calcita óptica, zircão, aragonita, gipsita e cianita.

É HORA DE LEVANTAR HIPÓTESES!



**Na sua opinião, porque é importante conhecer a estrutura cristalina dos materiais?**

**Que benefícios esse conhecimento pode trazer?**





## FONTES CONSULTADAS

- ARRIBAS, M. F. A. Atlas temático. Geología . Barcelona: España. 1997.
- ATENCIO, D.; AZZI, A. A. Sistemas cristalinos: nomenclatura e convenções. In: Terrae Didática. 13-3,2017. Disponível em [https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v13\\_3/PDF13\\_3/Td-13-3-212-9.pdf](https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v13_3/PDF13_3/Td-13-3-212-9.pdf)
- ÁVILA, N. V. Ciência dos Materiais. Volume único. Rio de Janeiro, Fundação Cecierj, 2019.
- BRANCO, P. M. Dicionário de Mineralogia e Gemologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 608 p. il.
- GENERALIC, E. Sistemas cristalinos y redes de Bravais . Disponível em: de <http://www.periodni.com/es/sistemas-cristalinos-y-redes-de-bravais.html>. Acesso em em outubro de 2021.
- GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA. Disponível em: <https://maestriabosques2016.wordpress.com/2017/01/20/sistemas-cristalinos/>. Acesso em em outubro de 2021.
- GRIEM, W. La estructura cristalina: Cristalografía. Disponível em: <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap02b.htm>. Acesso em em outubro de 2021.
- HOWARD, M. Introducción a la Cristalografía y Sistemas Cristalinos. Disponível em: <http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/palafox/PARTE8DEF.HTM>. Acesso em em outubro de 2021.
- NASCIMENTO, R.; MACHADO, J. Matéria cristalina: minerais, cristais e sistemas cristalinos. Instituto de Geociências, UFPA. 2018. Disponível em: [https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/343201/mod\\_resource/content/1/MAT%C3%89RIA%20CRISTALINA%20Rose%20Nascimento%20e%20Jean%20Machado.pdf](https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/343201/mod_resource/content/1/MAT%C3%89RIA%20CRISTALINA%20Rose%20Nascimento%20e%20Jean%20Machado.pdf). Acesso em outubro de 2021.
- OCOPMMENT, M. El mundo de los cristales . Disponível em: <http://trianatech.com/thehouse/los-7-sistemas-cristalinos/>. Acesso em em outubro de 2021.
- SISTEMAS CRISTALINOS. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Canal-Escola/Sistemas-Cristalinos-1279.html>. Acesso em em outubro de 2021.





## GOSTOU DO CONTEÚDO?

CONTE-NOS O QUE ACHOU DESSE ENCARTE E SOCIALIZE SUA EXPERIÊNCIA COM O "KIT PROPRIEDADES DOS MINERAIS: SISTEMAS CRISTALINOS" COM MAIS PESSOAS.

ASSIM PODEREMOS DIVULGAR ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE TEMAS DA GEOLOGIA E TORNAR ESSA CIÊNCIA MAIS PRÓXIMA DE TODOS.

## ENTÃO...



**SIGA-NOS NO INSTAGRAM E DEIXE UM LIKE EM NOSSAS POSTAGENS**



**INDIQUE ESSE KIT PARA MAIS PESSOAS**



**CONHEÇA OS CONTEÚDOS E SALVE PARA VER DE NOVO DEPOIS**



**FAÇA UMA FOTO COM SEU KIT, COMENTE E NOS MARQUE NOS COMENTÁRIOS**



**TERRA  
BRASILIS  
DIDÁTICOS**

@terra\_brasilis\_didaticos