

**AS ABORDAGENS DA MINERALOGIA SOBRE O QUARTZO: ANOTAÇÕES DE UM DISCENTE<sup>1</sup>****LES APPROCHES DE LA MINÉRALOGIE SUR LE QUARTZ: NOTES D'UN DISCENT****LOS ENFOQUES DE LA MINERALOGÍA SOBRE EL CUARZO: NOTAS DE UN DISCENTE****Michel Gomes de Freitas<sup>2</sup>**Licenciado em Química pela UEG - Universidade Estadual de Goiás,  
Campus Henrique Santillo, Anápolis / GO  
michelgomesfreitas@hotmail.com

78

**Vandervilson Alves Carneiro**Docente do Curso de Licenciatura em Química, UEG - Universidade Estadual  
de Goiás, Campus de Henrique Santillo, Anápolis / GO  
vandervilson.carneiro@ueg.br

**Resumo:** A Mineralogia é um ramo geológico que se dedica ao estudo de minerais em vários aspectos: sua estrutura química e molecular, as propriedades físicas e também ópticas, a sua gênese, o seu metamorfismo e a sua meteorização. Dentre esses minerais, está o quartzo que é bastante comum e está presente nas rochas sedimentares, ígneas e metamórficas. O quartzo tem uma estrutura cristalina composta por tetraedros de dióxido de silício. As reservas mundiais de grandes cristais naturais (quartzos) ocorrem quase exclusivamente no Brasil e, em quantidades menores, em outros países. O Brasil é o único produtor de blocos de quartzo natural com propriedades piezoelétricas, especialmente nos estados de Goiás, Minas Gerais e Bahia. O objetivo principal foi o de analisar o perfil e as propriedades físicas do quartzo conforme os manuais de Mineralogia para auxiliar a disciplina de Fundamentos de Mineralogia no Curso de Licenciatura em Química. Os procedimentos metodológicos foram: pesquisa bibliográfica, visita técnica à SEGEP (UEG-CCET), seleção e manuseio das amostras de quartzo, registro fotográfico, análise e descrição das amostras de quartzo conforme os manuais de Mineralogia. Esse conhecimento e essa análise elencados tanto do perfil como das propriedades físicas do quartzo alicerçam os estudos de Mineralogia e Geologia e que permitem a utilização dos dados em aulas no Curso de Licenciatura em Química, da Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo, Anápolis (GO).

**Palavras-chave:** Minerais, Escala de Mohs, Extração, Processamento, SiO<sub>2</sub>.

**Résumé:** La Minéralogie est une branche géologique dédiée à l'étude des minéraux sous plusieurs aspects: sa structure chimique et moléculaire, ses propriétés physiques mais aussi optiques, sa genèse, son métamorphisme et son altération. Parmi ces minéraux, il y a le quartz, assez commun et présent dans les roches sédimentaires, ignées et métamorphiques. Le quartz a une structure cristalline composée de tétraèdres de dioxyde de silicium. Les réserves mondiales de gros cristaux naturels (quartz) se trouvent presque exclusivement au Brésil et, dans une moindre mesure, dans d'autres pays. Le Brésil est le seul producteur de blocs de quartz naturel aux propriétés piézoélectriques, en particulier dans les États de Goiás, Minas Gerais et Bahia. L'objectif principal était d'analyser le profil et les propriétés physiques du quartz selon les manuels de minéralogie pour aider la discipline des fondamentaux de la minéralogie dans le cours de chimie. Les procédures méthodologiques étaient: recherche bibliographique, visite technique au SEGEP (UEG-CCET), sélection et manipulation d'échantillons de quartz, enregistrement photographique, analyse et description d'échantillons de quartz selon les manuels de minéralogie. Ces connaissances et analyses, répertoriées à la fois dans le profil et dans les propriétés physiques du quartz,

<sup>1</sup>Trabalho Final do Curso de Licenciatura em Química defendido em 2018.

<sup>2</sup>Fragmentos textuais (resumo expandido) publicado em *anais* do III Colóquio de Pesquisadores em Geografia Física Ensino de Geografia (Pelotas - RS) e na edição especial da Revista Para Onde, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 2019. p. 49-58.

sous-tendent les études de minéralogie et de géologie et qui permettent l'utilisation de données dans les classes du cours de chimie, à l'Université d'État de Goiás, Campus Henrique Santillo, Anápolis (GO).

**Mots-clés:** Minéraux, Echelle De Mohs, Extraction, Traitement, SiO<sub>2</sub>.

**Resumen:** La Mineralogía es una rama geológica dedicada al estudio de minerales en varios aspectos: su estructura química y molecular, sus propiedades físicas y ópticas, su génesis, su metamorfismo y su meteorización. Entre estos minerales se encuentra el cuarzo, que es bastante común y está presente en rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. El cuarzo tiene una estructura cristalina compuesta de tetraedros de dióxido de silicio. Las reservas mundiales de grandes cristales naturales (cuarzo) se producen casi exclusivamente en Brasil y, en menor medida, en otros países. Brasil es el único productor de bloques de cuarzo natural con propiedades piezoeléctricas, especialmente en los estados de Goiás, Minas Gerais y Bahía. El objetivo principal fue el de analizar el perfil y las propiedades físicas del cuarzo según los manuales de Mineralogía para auxiliar la disciplina de Fundamentos de Mineralogía em el Curso de Licenciatura en Química. Los procedimientos metodológicos fueron: investigación bibliográfica, visita técnica a la SEGEP (UEG-CCET), selección y manejo de las muestras de cuarzo, registro fotográfico, análisis y descripción de las muestras de cuarzo según los manuales de Mineralogía. Este conocimiento y esse análisis enumerados tanto del perfil y de las propiedades físicas del cuarzo cimentan los estudios de Mineralogía y Geología y que permiten la utilización de los datos em clases en el Curso de Licenciatura en Química, de la Universidad Estatal de Goiás, Campus Henrique Santillo, Anápolis (GO).

**Palabras-clave:** Minerales, Escala de Mohs, Extracción, Procesamiento, SiO<sub>2</sub>.

## Introdução

Na UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo, município de Anápolis / GO, mais precisamente no Curso de Licenciatura em Química, a disciplina de Fundamentos de Geologia, com carga-horária de 60 h, da matriz curricular de 2015, contempla o conteúdo de Mineralogia e é ministrada semestralmente.

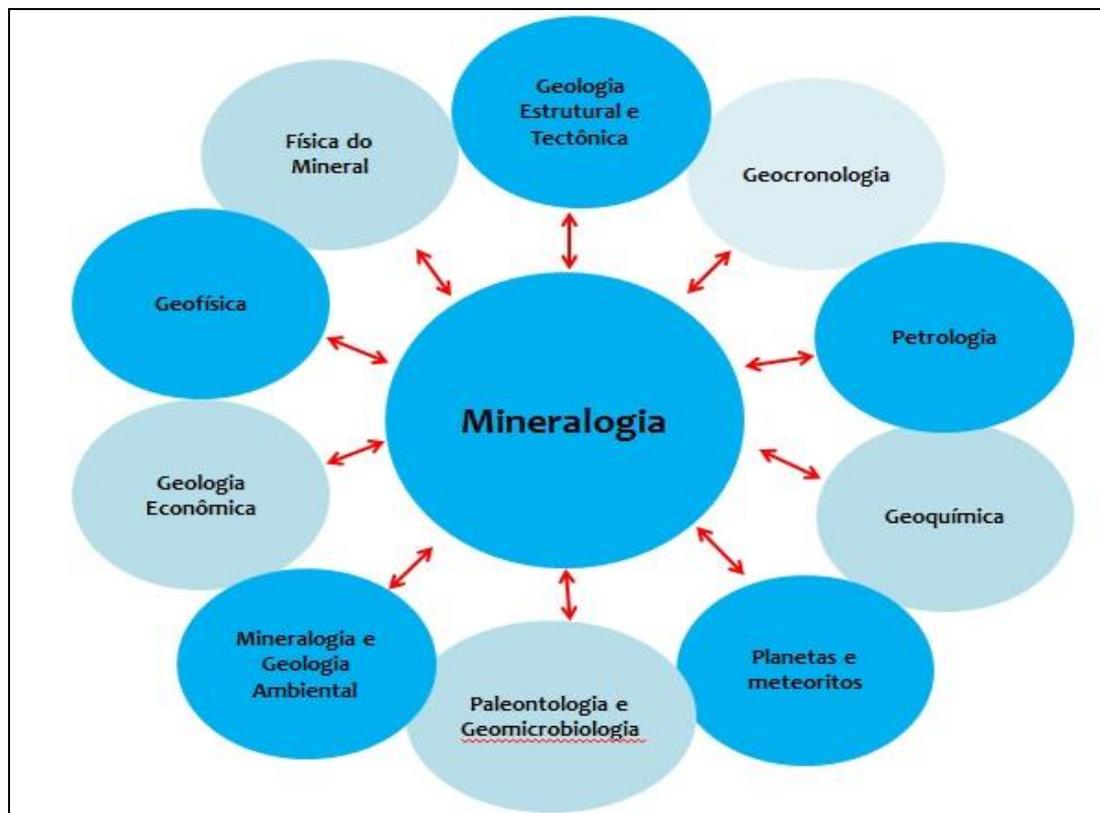
Então, “a Mineralogia, como parte das Geociências que trata dos minerais, abrange um universo de mais que 4.000 espécies distintas, número este que vem crescendo a cada ano em 40-50 novas espécies”, conforme Branco e Chaves (2006, p. 76).

Os pesquisadores Andrade e Del Lama (2007, p. 48) concordam com Dutrow (2004) e Dyar (2004) que os “estudos sobre o Ensino de Geociências indicam que a Mineralogia é tipicamente a primeira disciplina dos currículos de cursos de Geologia [, de Geografia e de Química] a tratar em profundidade temas relacionados às Ciências da Terra” (figura 1).

Nunes e Nóbrega Junior (2009, p. 6) afirmam que “os geólogos definem um mineral como uma substância de massa inorgânica natural, geralmente sólida e cristalina, de composição química definida, com um ou vários tipos de cristalização”. Continuam pontuando que “os minerais são os constituintes básicos das rochas que formam a litosfera” e a “rocha [é definida] como um conjunto de minerais ou apenas

como um mineral consolidado. Logo, as rochas podem ser identificadas pelos minerais que as integram” (NUNES; NÓBREGA JUNIOR, 2009, p. 6).

Figura 1 - Diagrama do papel central da Mineralogia nas Ciências da Terra.



Fonte: Klein e Dutrow (2012), ajustado por Michel Gomes de Freitas (2018).

Nesse prisma, “Mineralogia é a ciência que estuda a natureza e a formação dos minerais, englobando as propriedades físicas, químicas e físico-químicas dos mesmos, bem como, a classificação e descrição das espécies minerais”, conforme Nunes e Nóbrega Junior (2009, p. 6).

Cabe informar que os minerais necessitam serem ordenados ou classificados de acordo com princípios científicos para racionalizar o estudo. E isso, despertou o meu interesse pelo perfil e propriedades físicas do quartzo, pois, esse mineral é abundante na cascalheira do Cerrado e também foi visto e relatado em trabalhos de campo realizados pela disciplina de Fundamentos de Geologia.

A proposta de trabalho final tem como objetivo principal analisar o perfil e as propriedades físicas do quartzo conforme os manuais de Mineralogia para auxiliar a disciplina de Fundamentos de Mineralogia no Curso de Licenciatura em Química.

## **Caminho metodológico**

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida a partir de materiais publicados em livros, revistas impressas e eletrônicas, dissertações e teses. Ela pode ser realizada independentemente ou pode constituir parte de uma pesquisa descritiva ou experimental. Segundo Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 61), a pesquisa bibliográfica “constitui o procedimento básico para os estudos monográficos, pelos quais se busca o domínio do estado da arte sobre determinado tema”.

Também contou com uma visita técnica à SEGEP - Seção de Geologia e Paleontologia, da UEG - Universidade Estadual de Goiás / CCET - Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (Anápolis - GO), pois, foi de extrema importância como ferramenta de ensino para o professor, auxiliando-o na condução das aulas, e o que é mais importante, permitindo ao aluno o contato com a aplicação prática dos conteúdos de Geologia e de Mineralogia aprendidos em sala de aula. Na SEGEP, da UEG-CCET, ocorreu o manuseio das amostras de minerais, ou seja, dos quartzos para descrição e análise do perfil e das propriedades físicas conforme os manuais geológicos e mineralógicos.

Em outro momento, Boni e Moreschi (2007, p. 138) afirmam que “a fotografia é uma forma de obter registro que serve como fonte documental”. Portanto, o registro fotográfico das amostras de quartzo foi adotado como uma forma apropriada de documentar e alicerçar a pesquisa monográfica em si.

Com o apoio da pesquisa bibliográfica, da visita técnica e do registro fotográfico desenvolveu-se a análise das informações e o processamento descritivo tanto do perfil como das propriedades físicas dos quartzos.

## **Mineralogia, um campo da ciência geológica**

O Glossário Geológico do IBGE (1999, p. 94) diz que a Geologia é a “ciência que estuda o globo terrestre desde o momento em que as rochas se formaram até o presente”. Em outro momento, Toledo (2002, n. p.) relata que “podemos definir [a] Geologia como a ciência cujo objeto de estudo é a Terra: sua origem, seus materiais, suas transformações e sua história”.

É bom destacar também que a Geologia pode ser definida como a ciência que

aborda a origem, evolução e a estrutura da Terra, através do estudo das rochas, de acordo com Chiossi (1979). Onde pode ser dividida em Geologia Teórica e em Geologia Aplicada (figura2).

Figura 2 - Fluxograma da divisão da Geologia



Fonte: Marangon (1995)

Em referência à Geologia Teórica e/ou à Geologia Física, Laudan (1993, p. 3), pontua que “[...] buscam identificar e classificar os minerais e rochas que estão sobre a crosta terrestre; analisam como as rochas sedimentares são depositadas, como as rochas ígneas são formadas, e como ambas podem ser transformadas em rochas metamórficas [...]”.

No grupo da Geologia Teórica e/ou Geologia Física, encontra-se a Mineralogia:

Ramo das Ciências da Terra que estuda os minerais e que está intimamente ligada à física e à química. Sendo a definição de mineral, a de uma substância natural, de composição química estabelecida entre determinados limites e estrutura atômica bem definida, são especialmente as propriedades físicas e químicas que permitem a sua identificação e estudo (IGM, 2001, n. p.).

O IGM (2001, n. p.) deixa bem cristalino que “o estudo dos minerais é particularmente importante, quer porque a sua utilização econômica como matéria-prima é indispensável na nossa sociedade, quer para a compreensão da origem e evolução das rochas”.

Com base nos estudos de Chiossi (1979), a rocha trata-se de agregados de uma ou mais espécies de minerais e que formam unidades mais ou menos definidas da crosta terrestre. Quando esses agregados são constituídos por um só tipo de mineral como os quartzitos que são constituídos de quartzos ( $\text{SiO}_2$  / dióxido de silício), define-se que a rocha é simples ou uniminerálica. A rocha composta ou pluriminerálica é aquela formada por mais de uma espécie mineral como os granitos constituídos de quartzos, feldspatos emicas.

Guerra (1989, p. 294) alerta que “a Mineralogia não deve ser confundida com a Petrografia, embora sejam ciências muito afins, pois, a primeira estuda a gênese e a constituição dos minerais, isto é, os minerais isolados; a Petrografia, os complexos ou agrupamentos de minerais que constituem as rochas”.

Concordando com Nickel (1995), um mineral trata-se de um composto químico que é normalmente cristalino e que foi formado como resultado de processos geológicos.

Também “chama-se mineral a um cristal natural e inorgânico com uma estrutura interna cristalina, com composição química bem definida (fixa ou variável entre certos limites também bem definidos) e podendo assumir a forma de um poliedro” (IGM, 2001, n.p.).

Conforme o IGM (2001, n. p.) esta definição de mineral é bastante restritiva e excluem-se alguns exemplos abaixo:

- a) Mercúrio - uma vez que não é sólido, mas sim líquido; b) Opala e calcedônia - uma vez que não tem estrutura interna cristalina, mas sim amorfa, sendo classificada como um **mineralóide**<sup>3</sup>; c) Pérola - uma vez que não é inorgânica, mas sim produzida por um animal; d) Limonita - óxido de ferro hidratado sem estrutura interna cristalina; e) Âmbar - uma vez que não é inorgânico, mas sim uma resina fóssil produzida por **gimnospermas**<sup>4</sup>.

No caso dos minerais, eles apresentam propriedades: físicas (quadro1), químicas (quadro 2) e ópticas que permitem a sua caracterização e identificação.

Com relação às propriedades ópticas dos minerais, o estudo e a observação é muito importante, mas também muito complexo, pois só assim, podemos estudar minerais que formam as rochas mesmo quando são tão pequenos que não se vê a olho nu. Nesta ocasião, para se observar as rochas e os minerais pelo microscópio

<sup>3</sup> “Substâncias naturais não cristalinas, ou seja, amorfas, como, por exemplo, o âmbar, o carvão, o vidro vulcânico e o betume, são chamados de mineralóides” (DNPM, 2005, p. 17).

<sup>4</sup> As gimnospermas são plantas terrestres (exemplos: pinheiros, sequóias e ciprestes) que vivem, preferencialmente, em ambientes de clima frio ou temperado.

petrográfico torna-se necessário cortá-los em lâminas delgadas muito finas com 0,03 mm de espessura para que a luz transmitida do microscópio possa atravessá-los (IGM, 2001).

Quadro 1 - Propriedades Físicas dos Minerais

Clivagem	Propriedade que alguns minerais têm de se fragmentarem segundo determinadas superfícies planas e paralelas. A estas superfícies planas chama-se plano de clivagem.
Dureza	A dureza é a resistência que o mineral oferece a ser riscado por outro mineral ou objeto alternativo. A dureza depende do tipo de ligações químicas presentes no mineral, ou seja, quanto mais fortes forem estas ligações maior dureza terá o mineral.
Brilho	O brilho dos minerais é o modo como estes refletem a luz incidente nas suas superfícies, de preferência as não alteradas.
Cor	A cor dos minerais é a característica mais fácil de observar, e pode ser muito importante, quando é típica de um mineral, mas há o caso de minerais que podem apresentar várias cores. Resulta da absorção de algumas radiações da luz branca que incide sobre o mineral.
Diafaneidade	Diafaneidade ou transparência é a maior ou menor permeabilidade à luz dos minerais, ou seja, a quantidade de luz que deixam atravessar.
Sabor e Cheiro	Para certos minerais estas propriedades são bons elementos de diagnóstico. São por exemplo os casos: halita (salgado), silvita (amargo), arsenopirita (cheiro de alho) e enxofre (cheiro de ovos podres) e outros.
Hábito	Dá-se o nome de hábito de um cristal ao seu aspecto geral. Exemplos de hábitos: 1) hábito romboédrico - quando os cristais têm a forma de losangos; 2) hábito prismático - quando os cristais têm a forma de prismas; 3) hábito acicular - quando os cristais têm a forma de agulhas e outros.
Magnetismo	Certos minerais são fortemente atraídos pelo íman como a magnetita e a pirrotita, outros não são atraídos ou são muito pouco atraídos. Para diagnosticar esta propriedade utiliza-se um ímã ou uma bússola.
Radioatividade	Alguns minerais possuem propriedades radioativas. São exemplo os minerais de urânio. Esta propriedade pode evidenciar-se utilizando-se contadores de partículas - contador Geiger.
Fluorescência	A luz ultravioleta é invisível para os seres humanos, porque as suas ondas são muito curtas e não detectadas pelos nossos olhos. Mas alguns minerais emitem luz quando expostos a luz ultravioleta, por isso são minerais fluorescentes. Estes minerais absorvem a luz ultravioleta e refletem-na em ondas mais longas que são detectados pelos nossos olhos. Exemplo mais comum é da fluorita, mineral que dá o nome a propriedade.

Fonte: IGM (2001).

Quadro 2 - Propriedades Químicas dos Minerais

Elementos nativos	São os minerais que ocorrem na natureza em estado puro, não combinado - como o ouro, prata, cobre, enxofre, diamante, grafita.
Sulfuretos	Minerais metálicos de que são exemplos: a pirita, calcopirita, galena, blenda (esfalerita).
Óxidos e Hidróxidos	Minerais comuns, sobretudo nos ambientes mais superficiais da Terra, de que fazem parte entre outros a hematita, goethita, pirolusita e magnetita.
Halóides	Classe restrita que reúne os halogenetos naturais como a halita, silvita, fluorita.
Carbonatos, Nitratos e Boratos	Eles são caracterizados por ter um grupo aniônico no qual o átomo de carbono, nitrogênio ou boro está rodeado por três átomos de oxigênio. Nitratos e boratos são bastante raros na natureza, os carbonatos são bastante abundantes. Exemplos: calcita, dolomita, malaquita, rodocrosita e outros.
Silicatos	São os minerais mais abundantes da crosta terrestre e são próprios das rochas endógenas (magmáticas e metamórficas) embora apareçam em rochas sedimentares. Como exemplos: olivina, turmalina, piroxênios, anfíbolitos, biotita e outras.

Fonte: IGM (2001).

Nos contextos da Mineralogia e da Geologia, a fase estável da sílica (SiO<sub>2</sub>) à temperatura ambiente, conhecida como quartzo - α, é um dos minerais mais abundantes da crosta terrestre, cerca de 12%. Ela ocorre na composição de rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas, na forma monocristalina (quartzo hialino, ametista, citrino e outros), na forma policristalina (quartzito, calcedônia e ágata) e amorfa (opala). O quartzo - α tem hábito prismático piramidal, pertence ao sistema trigonal e sua classe de simetria cristalina é a 32. Por possuir poucos elementos de simetria, as propriedades físicas do quartzo - α dependem fortemente da orientação cristalográfica (FRONDEL, 1962; GUZZO, 2008; MACHADO *et al.*, 2017) (figura 3).

Figura 3 (a, b) - Características do quartzo

Imagem do Mineral	Forma Cristalográfica
	
(a) Cristais prismáticos de quartzo	(b) Direções ópticas e cristalográficas

Fonte: Machado *et al.* (2017)

O relatório do perfil do quartzo da J. Mendo Consultoria (2009, p. 3) descreve que “o Brasil é o país que detém as maiores reservas mundiais de quartzo. Porém, como muitas das empresas operam no regime de garimpo e de forma muito rudimentar, elas não tem base tecnológica para agregar valor e explorar toda a potencialidade de uso mineral”.

Destaca também que:

O quartzo tem seu uso selecionado por sua qualidade. Os cristais de melhor qualidade são destinados à indústria óptica, eletrônica e de instrumentação (considerados os maiores consumidores), enquanto os de qualidade inferior destinam-se à indústria em geral (abrasivos, cerâmica, metalúrgica) (J. MENDO CONSULTORIA, 2009, p. 3).

O relatório pontua que “as principais reservas mundiais de quartzo encontram-se no Brasil e, em volumes menores, em Madagascar”. No cenário brasileiro, “em termos de produção de quartzo em cristal merecem destaques os estados da Bahia,

Minas Gerais, Goiás, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina”. É descrito também que “na produção brasileira de quartzo predomina o pequeno minerador e o minerador informal (não legalizado), tanto na produção de lascas (fragmentos de quartzo selecionados manualmente pesando menos de 200 gramas) quanto na produção de cristais”. Continua informando que “os cristais de grau eletrônico (usados na indústria de cristal cultivado) são mais raros e de produção esporádica” (J. MENDO CONSULTORIA, 2009, p.4).

Conforme Rocha (2014, p. 1),

Sabe-se, no entanto, que o Brasil é detentor de 95% das reservas mundiais, o equivalente a 78 milhões de toneladas. No Estado do Pará estão as maiores reservas medidas do país, [com] cerca de 64% das jazidas, seguidas de 17% em Minas Gerais, 15% em Santa Catarina e 2% na Bahia e 2% em Goiás.

Exatamente no interior de Goiás, [...] [encontra-se a cidade de Cristalina], [...] um município de 54.337 habitantes, que se destaca pela grande ocorrência do mineral quartzo no subsolo e até mesmo na superfície da cidade, que está sob uma camada de [...] quartzos [...] (NOGUEIRA, 2016, n. p.).

Nogueira (2016, n. p.) (figura 4) informa que:

A cidade foi emancipada em 1916 e, antes de se tornar Cristalina, chamava-se **São Sebastião da Serra dos Cristais**. Ela começou a se formar como município por conta do grande fluxo de **garimpeiros** que chegavam de Paracatu (MG). Os trabalhadores iam atrás de joias e acabavam se ajeitando por lá, formando suas famílias e construindo casas às margens do Córrego Almocrafe, onde se ergueu o bairro Cristalina Velha.

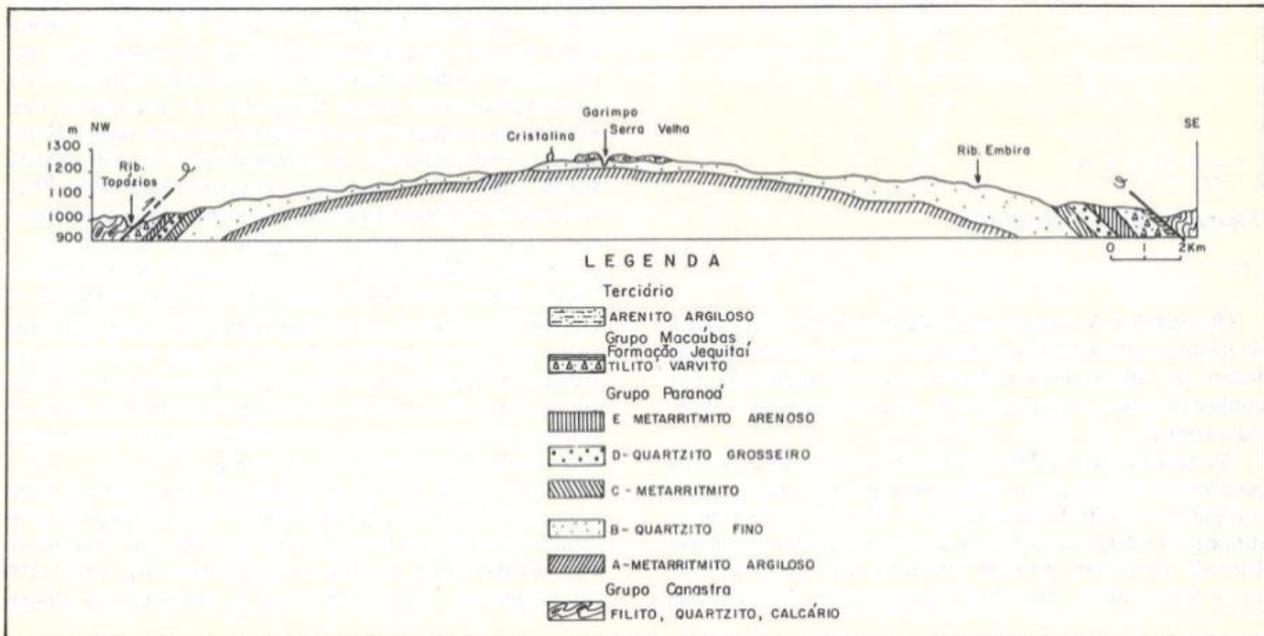
Figura 4 - Garimpo de quartzo em Cristalina - GO



Fonte: Imagens capturadas no Google (2018)

Os pesquisadores Barbosa (1955) e Faria (1985) concordam que o município de Cristalina (GO)<sup>5</sup> está assentado em uma estrutura geológica denominada de domo quartzítico (figura 5).

Figura 5 - Croqui da seção geológica do Domo de Cristalina (GO)



Fonte: Faria (1985)

Dessa forma, entende-se que a região se caracteriza por estar dentro de um domo estrutural de grandes proporções onde as rochas sedimentares do Grupo Paranoá foram elevadas e arqueadas criando uma bela estrutura circular, o Domo de Cristalina. E este evento criou uma zona de alívio de tensão que propiciou uma forte atividade hidrotermal, responsável pelas inúmeras minas e ocorrências de cristais de quartzo, o que dá o nome da cidade. A altitude geral do domo é em torno de 1.200 metros (O PORTAL DO GEÓLOGO, 2018, n. p.).

O relatório de J. Mendo Consultoria (2009, p. 3) aponta que:

A lavra de quartzo no Brasil se dá em minas a céu aberto, ou subterrâneas de pequena profundidade. Pode-se dizer que a tecnologia é rudimentar e a proporção é extremamente pequena do material utilizável em relação ao quartzo existente no depósito. A mecanização da exploração de quartzo é complexa vista a necessidade de se evitar danos na estrutura do cristal por quebra. Já no caso de extração de lascas, a mecanização pode se estender muito se as jazidas forem contínuas.

Assim, “apesar de possuir as maiores reservas mundiais de quartzo de alta

<sup>5</sup> Estava projetado um trabalho de campo em Cristalina (GO) para coleta de dados e de amostras de cristal de rocha em garimpos desativados e abandonados, mas por questões de contenção de despesas por parte da UEG, a missão não foi realizada, restando somente os informes do garimpo bibliográfico.

qualidade, o setor está pulverizado em garimpos”, como o caso de Cristalina (GO). “A demanda por quartzo tem sido muito sensível às mudanças tecnológicas” e [...] [um caminho possível e promissor em longo prazo, é justamente o de [...] “se dominar a tecnologia dos produtos finais do quartzo, [pois, em anos vindouros, poderá [...] influenciar o mercado [mineral] e evitar grandes variações [financeiras]” (J. MENDO CONSULTORIA (2009, p. 3).

Entretanto, quando os veios de quartzo começaram a se escassear, inicia-se o processo de incentivo à ocupação do Cerrado por meio do capital agrário e com os apoios governamentais tanto de Goiás como do Brasil.

## Resultados e discussão

O Museu Virtual Geológico do Pampa (2018, n. p.) destaca que “minerais também podem ser classificados com base em suas propriedades físicas ou físico-químicas. Estas propriedades, em geral, são um reflexo de sua estrutura cristalina. Por meio delas podemos muitas vezes definir e classificar diversos minerais ou grupos de minerais”.

Assim, “mineral é um sólido natural, inorgânico, homogêneo, de composição química definida, com estrutura cristalina”, de acordo com o Serviço Geológico do Brasil (2018, n. p.).

Nesse grupo de minerais, destacam-se os quartzos da SEGEP (UEG-CCET), pois, segundo Guzzo (2008, p. 683) “o quartzo- $\alpha$  tem hábito prismático piramidal, pertence ao sistema trigonal e sua classe de simetria cristalina é a 32” (figura 6).

Figura 6 - Amostras de quartzos da SEGEP (UEG-CCET)



Autoria: Michel Gomes de Freitas (2018)

Conforme os estudos de Frondel (1962) e de Carvalho (2008), os quartzos analisados encaixam-se na Escala de Dureza de Mohs com valor 7,0 (figura 7). São frágeis e não possuem planos de clivagem pelo fato de suas estruturas possuírem uma cadeia tridimensional de tetraedros SiO<sub>4</sub> interligados. Os aspectos morfológicos das superfícies fraturadas dos quartzos são caracterizados como conchoidais ou subconchoidais.

Figura 7 - Escala de Mohs (dureza 7 - quartzo)



Fonte: Indiana Geological Survey (2011)

Cabe dizer que Goldonme (2018, n. p.) enfatiza que:

La Escala de Mohs ordena los minerales en función de su dureza. Para ello toma como referencia la dureza de 10 sustancias: talco, yeso, calceta, fluorita, a patita, ortoclasa, cuarzo, topacio, corindón y diamante. A cada uno de estos minerales, Friedrich Mohs les asignó un determinado número de dureza, que iba desde el uno hasta el diez. Cada mineral, puerer ayar los minerales que tienen una numeración por debajo de lasuya.

Os quartzos da SEGEP (UEG-CCET) estão em conformidade com os

apontamentos de Guzzo (2008, p. 689), onde:

A coloração é o parâmetro empregado para classificar as variedades de quartzo natural. A maior parte dos cristais tem aspecto opaco devido às inclusões e fissuras internas, sendo denominado quartzo leitoso. O quartzo hialino ou cristal de rocha é incolor e possui grande transparência. As outras variedades de quartzo são a ametista de cor violeta, o quartzo esfumado, com diferentes intensidades de escurecimento, o quartzo negro ou murion, o citrino (amarelo e amarelo/esfumado), o quartzo róseo, o quartzo azul e o quartzo verde (prásio). O quartzo hialino é transparente em uma ampla faixa do espectro eletromagnético, desde o ultravioleta próximo ( $\lambda=300$  nm) até o infravermelho próximo ( $\lambda=2000$  nm).

Nota-se também que os quartzos estudados apresentam uma densidade que varia entre 2,6 a 2,65 g/cm<sup>3</sup>, pertencem à família dos tectossilicatos e são minerais de composição química SiO<sub>2</sub>, além de possuírem fortes propriedades piezoelétricas e piroelétricas (KLEIN; DUTROW, 2012; CARVALHO, 2008).

Segundo Rocha (2014, p. 1),

O Brasil é o único produtor de blocos de quartzo natural com propriedades piezoelétricas, especialmente nos estados de Goiás, Minas Gerais e Bahia. Este usado principalmente na produção de ligas de silício para a indústria metalúrgica e para uma pequena produção de silício metálico.

Há uma grande variedade de quartzos e com cores diversas (figura 8), exemplos:

Figura 8 - Tipos de quartzos



1) quartzo hialino e/ou cristal de rocha; 2) quartzo fumê; 3) quartzo rosa; 4) quartzo amarelo; 5) quartzo roxo; 6) quartzo azul; 7) quartzo leitoso; 8) quartzo verde.

Fonte: Imagens capturadas no Google (2018)

Conforme a J. Mendo Consultoria (2009, p. 4):

O quartzo é o mais comum dos polimorfos e, graças aos seus cristais grandes, transparentes e bem formados, é conhecido desde os tempos antigos. As principais variedades cristalinas do quartzo são: quartzo hialino ou cristal de rocha, quartzo leitoso, enfumaçado, roxo (ametista), negro (morion), verde (prásio) etc. Estas variedades são usadas como gemas e ornamentação.

Os apontamentos realizados por Dana (1978), Branco (1984) e Diana (2004) asseveram que o quartzo é um importante formador mineral formador de rochas. Mais comum de todos os minerais, pode estar presente em todos os tipos de rochas. Possui uma estrutura cristalina, composto de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ). É extremamente resistente ao intemperismo e ao desgaste físico pelo fato de ser o último mineral a se formar no resfriamento do magma a uma temperatura menor que  $600^\circ\text{C}$  o que garante uma maior estabilidade. Isso talvez explique o fato do quartzo ser o segundo mais abundante mineral da Terra atrás apenas dos feldspatos.

Vale destacar que as ocorrências geológicas de quartzos, ou seja,

Os recursos mundiais de grandes cristais de quartzo natural ocorrem quase que exclusivamente no Brasil e, em menor quantidade, em Madagascar. Cristais menores e lascas também são encontrados nos EUA, Namíbia, Angola, África do Sul, Ucrânia e Venezuela. Destacam-se ainda as ocorrências de quartzo [...] nos Alpes, em particular na Suíça e França (GUZZO, 2008, p. 689).

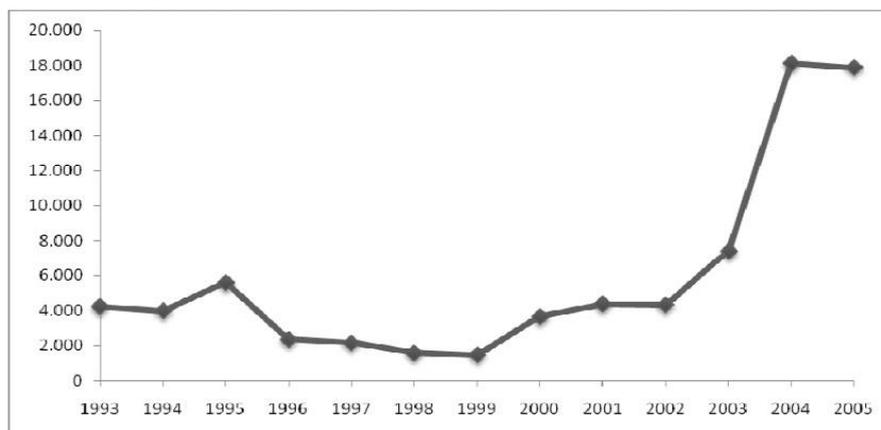
Nesse ambiente, Cassedanne (1971) classificou as ocorrências de quartzo no território brasileiro da seguinte forma:

- (i) veios hidrotermais;
- (ii) pegmatitos;
- (iii) drusas em basalto;
- (iv) depósitos eluviais e aluviais.

Em reforço, Rocha (2014, p. 1) diz que “os recursos e reservas de quartzo no Brasil estão associados a dois tipos de jazimentos: depósitos primários (quartzo de veios hidrotermais e de pegmatitos) e secundários (quartzo em sedimentos eluviais, coluviais e aluviais)”.

Cabe destacar que a figura 9 destaca uma inicial atividade mineral em 1993, crescendo em 1995, com baixas de 1996 a 1999 e uma alavancada a partir de 2000 em território brasileiro.

Figura 9 - Produção de Quartzo Cristal (t) no Brasil



Fonte: J. Mendo Consultoria (2009)

Com relação à economia do quartzo (tabela 1),

No exercício de 2013, o consumo de cristais piezoelétricos pela indústria norte-americana foi atendido pelas importações. China, Japão e Rússia são fornecedores eventuais para os Estados Unidos da América. No Brasil, no mesmo ano, não houve consumo de lascas para crescimento de cristal sintético. O cristal de quartzo é utilizado na confecção de dispositivos piezoelétricos controladores de frequência. A indústria de cristais osciladores e filtros de quartzo é a consumidora de barras de quartzo cultivado importadas. Os principais setores de utilização dos cristais osciladores e filtros de quartzo produzidos no Brasil são as indústrias de relógios e jogos eletrônicos, automóveis, equipamentos de telecomunicações, computadores e equipamentos médicos. Em 2013, foi observado um decréscimo de 11% no consumo aparente de cristal cultivado em relação ao ano anterior, mas em contra partida houve um acréscimo de 15% no consumo aparente de quartzo cristal em relação a 2012 (ROCHA, 2014, p. 2).

Tabela 1- Quartzo: principais estatísticas (Brasil)

Discriminação		Unidade	2011 <sup>(r)</sup>	2012 <sup>(r)</sup>	2013 <sup>(p)</sup>
Produção	Quartzo Cristal <sup>(1)</sup>	t	17.657	16.254	10.696
Importação	Bens Primários (Lascas e quartzo em bruto)	t	670	811	952
		10 <sup>3</sup> US\$ FOB	888,00	851,00	985,00
	Manufaturados (Quartzo Piezoelétrico)	Kg	119,93	25000	120
		10 <sup>3</sup> US\$ FOB	29	58	41
Exportação	Manufaturados (Cristais Piezo. Mont. e partes)	t	147	132	118
		10 <sup>3</sup> US\$ FOB	34.000	34.836	40.156
	Bens Primários (Lascas e quartzo em bruto)	t	17.657	16.254	10.696
		10 <sup>3</sup> US\$ FOB	7.479,00	5.998,00	3.111,00
Consumo Aparente	Manufaturados (cristais piezoelétricos)	t	2	2	2
		10 <sup>3</sup> US\$ FOB	731,00	370,00	435,00
	Quartzo Cristal <sup>(1)</sup>	t	670	811	952
Preço	Cristal Cultivado <sup>(2)</sup>	t	145	130	116
	Lascas e quartzo em bruto <sup>(3)</sup>	US\$-FOB / t	423	369	290
	Cristal cultivado barra bruta <sup>(4)</sup>	US\$-FOB / kg	210	170	200
	Cristal cultivado barra usinada <sup>(5)</sup>	US\$-FOB / kg	20-900	400	400

(1) produção = quantidade exportada; (2) considerando e convertendo para barras brutas as importações de cristais osciladores montados, considerando uma relação de 1 kg = 1.000 peças. (3) preço médio (FOB) das exportações de lascas e quartzo bruto; (4) preço médio (FOB) das importações brasileiras de cristal cultivado (barra bruta); (5) preços médios de cristal usinado – EUA. Em 2011, o preço do cristal cultivado barra usinada variou entre US\$ 20,00 e US\$ 900,00, dependendo da aplicação; (r) revisado; (p) dados preliminares.

Fonte: Rocha (2014)

“A produção brasileira de quartzo bruto teve significativo aumento de produção na década de 1970 com seu declínio na década de 1990 e desde 2004 apresenta crescimento [desse setor]”, conforme a J. Mendo Consultoria (2009).

### **Algumas considerações finais**

O Estado de Goiás é um dos produtores de quartzo do país, contribuindo com 2%, que servem tanto para utilização industrial como para comercialização *in natura*, ornamentação, *souvenirs*, etc em cidades turísticas (Caldas Novas, Cidade de Goiás, Pirenópolis e outras), em cidades oriundas de atividades mineradoras (Cristalina e outras) e também como amostras para coleções com fins museológicos e acadêmicos.

Nesse contexto acadêmico, os referidos quartzos que são abundantes na cascalheira do Cerrado e em antigos garimpos abandonados podem ser utilizados em aulas de Geologia e Mineralogia com ênfase em suas propriedades físicas e outras estabelecidas conforme o plano de ensino. Cabe mencionar a título de sugestão, a confecção/montagem de um pequeno mostruário com quartzos e sua diversidade de cores para uso em sala de aula.

Essa temática quartzosa rende muito assunto, mas os cristais geminados e biterminados, como cristais solitários, drusas e cristais gigantes também são peças desejadas por museus, laboratórios de Geologia e Mineralogia, pesquisadores e colecionadores.

O caso de Cristalina (GO) é peculiar, pois, surge do garimpo de cristais de rocha que definhou ao longo do tempo e sua economia atual está embasada no capital agrário. Assim, entende-se que o governo estadual deveria incentivar e encarar os pequenos garimpeiros que persistem nessa atividade e também as lojas de *souvenirs* com um olhar voltado ao turismo.

Nessa linha, espero ter contribuído com mais informes sobre o quartzo e que novos artigos possam ser elaborados. Menciono também que esse texto deverá ser submetido brevemente a uma revista acadêmica, pois, não concordo que um trabalho final de curso de graduação fique empoeirando numa prateleira física e/ou virtual de uma biblioteca.

**Referências**

- ANDRADE, F. R. D.; DEL LAMA, E. A. Mineralogia: disciplina básica e profissionalizante. **Revista do Instituto de Geociências - USP**, São Paulo, v. 4, p. 47-51, 2007.
- BARBOSA, O. **Guia de excursões do IX Congresso Brasileiro de Geologia (noticiário 3)**. Rio de Janeiro: SBG, 1955.
- BONI, P. C.; MORESCHI, B. M. Fotoetnografia: a importância da fotografia para o resgate etnográfico. **Doc On-line (Revista Digital de Cinema Documentário)**, Covilhã (Portugal), n. 03, p. 137-157, dez. 2007, Disponível em: <[http://www.doc.ubi.pt/03/artigo\\_paulo\\_cesar\\_boni.pdf](http://www.doc.ubi.pt/03/artigo_paulo_cesar_boni.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2017.
- BRANCO, P. M. **Glossário gemológico**. Porto Alegre: EdUFRGS, 1984.
- BRANCO, P. M.; CHAVES, M. L. S. C. A mineralogia e alguns de seus minerais raros ou de gênese exótica. **Terrae Didática**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 75-85, 2006.
- CARVALHO, A. M. G. **Introdução ao estudo dos minerais**. Lisboa: Âncora, 2008.
- CASSEDANNE, J. P. Le quartz au Brésil. **Bulletin de l'Association Française de Gemmologie**, [s. l.], v. 27, p. 8-11, 1971.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CHIOSSI, N. J. **Geologia aplicada à engenharia**. São Paulo: EdUSP, 1979.
- DANA, J. D. **Manual de mineralogia**. Rio de Janeiro: LTC, 1978.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL / DNPM. **Geodiversidade do Brasil - sobre a construção das geociências**. Brasília: DNPM, 2005. Disponível: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-didatica/geodiversidade-do-brasil-sobre-a-construcao-das-geociencias>>. Acesso em: 13 ago. 2017.
- DIANA, F. R. **Pedras brasileiras**. Rio de Janeiro: Reler, 2004.
- DUTROW, B. L. Teaching mineralogy from the core to the crust. **Journal of Geoscience Education**, Washington, v. 52, n. 1, p. 81-86, 2004.
- DYAR, M. D. Integration of new methods in teaching mineralogy. **Journal of Geoscience Education**, Washington, v. 52, n. 1, p. 23-30, 2004.
- FARIA, A. Geologia do domo de Cristalina, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo. 15, n. 3, p. 231-240, set. 1985.
- FRONDEL, C. **The system of mineralogy: silica minerals**. New York: John Wiley & Sons, 1962.

GOLDONME. **La escala de Mohs**. Disponível em: <<http://www.goldonme.com/la-escala-de-mohs/>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

GOOGLE. **Imagens capturadas em sites diversos**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico - geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

GUZZO, P. L. Quartzo. In: LUZ, A. B.; LINS, F. F. **Rochas e minerais industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM, 2008. p. 681-721.

INDIANA GEOLOGICAL SURVEY. **Quartz**. Bloomington: IGS, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Glossário geológico**. Rio de Janeiro: IBGE - DIBIS, 1999.

INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO - IGM. **Litoteca de portas abertas**. 2001. Disponível em: <[http://www.ineg.pt/CienciaParaTodos/edicoes\\_online/diversos/guiao\\_litoteca/texto](http://www.ineg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/guiao_litoteca/texto)>. Acesso em: 12 set. 2017.

J. MENDO CONSULTORIA. **Mineração brasileira: quartzo**. Brasília: MME / BIRD, 2009.

KLEIN, C.; DUTROW, B. **Manual de ciência dos minerais**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LAUDAN, R. **From mineralogy to geology: the foundations of a science, 1650-1830**. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

MACHADO, F. B.; MOREIRA, C. A.; ZANARDO, A.; ANDRE, A. C.; GODOY, A. M.; FERREIRA, J. A.; GALEMBECK, T.; NARDY, A. J. R.; ARTUR, A. C.; OLIVEIRA, M. A. F. **Enciclopédia multimídia de minerais (quartzo)**. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/banco/silicatos/tectossilicatos/quartzo.html>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

MARANGON, M. **Elementos de geologia**. Juiz de Fora: UFJF / Faculdade de Engenharia, 1995.

MUSEU VIRTUAL GEOLÓGICO DO PAMPA. **Propriedades físicas dos minerais**. Disponível em: <<http://porteiros.s.unipampa.edu.br/mvgp/propriedades-fisicas-dos-minerais/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

NICKEL, E. H. The definition of a mineral. **The Canadian Mineralogist**, Vancouver, v. 33, n. 3, p. 689-690, 1995.

NOGUEIRA, B. Cristalina: a cidade dos cristais. **Revista Mineração & Sustentabilidade**, Betim, dez. 2016. Disponível em: <<http://revistamineracao.com.br/2016/12/02/cristalina-a-cidade-dos-cristais/>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

NUNES, E.; NÓBREGA JUNIOR, O. B. **Minerais e rochas**. Brasília: UFRN / UEPB, 2009.

O PORTAL DO GEÓLOGO. **O domo de Cristalina**. Disponível em: <<http://www.geologo.com.br/pedradochapeu2.asp>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

ROCHA, G. A. **Quartzo (cristal)**. 2014. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/sumarios/quartzo-sumario-mineral-2014>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL / CPRM. **Mineral, rocha ou pedra?** Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Mineral%2C-Rocha-ou-Pedra%3F-1047.html>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

TOLEDO, M. C. M. **O que é a geologia?**. 2002. Disponível em: <<http://www.igc.usp.br/index.php?id=158>>. Acesso em: 21 nov. 2017.