

Estudo da estrutura de minerais para aplicação em problemas de biogenicidade e bioassinaturas

Pesquisador responsável: Douglas Galante

co-orientadora: Flavia Callefo

Unidade do CNPEM: LNLS/ Carnaúba, Sirius

Introdução:

Desde os primórdios da vida na Terra os microrganismos desenvolveram a habilidade de interagir nos ciclos geoquímicos nas diversas esferas do planeta (hidrosfera, litosfera e mesmo na atmosfera). Com esta habilidade provinda da necessidade de adquirir energia através dos metabolismos de metais e outros elementos disponíveis no ambiente, surgiram os ciclos biogeoquímicos. Destes, em diversos casos os produtos das atividades metabólicas são minerais, que podem ser formados em vias extra ou intracelulares. É sabido que alguns minerais produzidos de forma biótica possuem características que podem diferenciá-los de seus correspondentes abióticos (ex: magnetitas) [1, 2], servindo assim como bioassinaturas num contexto de procura por sinais de vida. Isto pode ser interessante para a Astrobiologia, no sentido da busca por sinais de vida em outros planetas, bem como para as Geociências e Ciências da Vida, no estudo de interações biogeoquímicas antigas para a compreensão da evolução da vida na Terra. Este conhecimento também pode servir para a ciência aplicada. Exemplos são os estudos das vias metabólicas de metais para aplicação em biolixiviação, biomineração, biorremediação, aproveitamento de lixo eletrônico, produção de minerais de interesse tecnológico, e muitos outros. Este projeto visa a exploração da estrutura cristalina de alguns minerais de origem biótica e abiótica produzidos em laboratório e coletados na natureza para o levantamento de parâmetros de diferenciação entre eles. Sendo assim, espera-se contribuir para o entendimento da atuação de microrganismos para a produção de minerais e como estes podem ser aplicados como sinais de vida no registro geológico e até mesmo em outros planetas.

Estado da arte

O metabolismo bacteriano pode atuar diretamente na nucleação de cristais durante a formação de precursores minerais [3,4,5]. Os processos de formação mineral com a participação de microrganismos pode ocorrer por dois principais meios: a mineralização biologicamente induzida [6,7,3] ou pela mineralização biologicamente controlada [3]. Os biominerais propriamente ditos, produtos cuja genética do organismo (procarionte ou eucarionte) controlam estritamente sua formação, tendem a apresentar uma estrutura cristalina mais perfeita (isenta ou quase isenta de defeitos cristalográficos) e apresentam maior pureza (possuem menos ou nenhum elemento exógeno em sua estrutura). Na literatura existem diversos trabalhos publicados a respeito das propriedades destes minerais [1,2,8] e como eles podem apresentar particularidades para poderem exercer um papel estrutural e fisiológico para os seres vivos [9]. Aqui visamos contribuir no aprofundamento das eventuais características estruturais dos minerais bióticos que possam ser distinguidas dos minerais abióticos e utilizadas como bioassinaturas.

Objetivos

Esta pesquisa visa aplicar técnicas como a microscopia eletrônica de transmissão (TEM) e a difração de raios X (XRD) para o estudo dos parâmetros estruturais de minerais de origem

biótica e abiótica, no intuito de compará-los e definir parâmetros de diferenciação entre eles quanto a estrutura cristalina.

Metodologia

As amostras-alvo desta pesquisa consistem de minerais naturais e sintéticos (produzidos em laboratório), como minerais de ferro (magnetita, jarosita, schwertmannita e pirita) e carbonatos (dolomita), alguns dos quais previamente produzidos e/ou coletados em campo. Para as análises de TEM, os minerais serão dispersados com metanol em *grids* de cobre revestidos por carbono e serão realizadas análises de imageamento através dos modos TEM e STEM-HAADF (imagens de campo escuro de alto ângulo), com aquisição de espectros EDS (espectroscopia por energia dispersiva) em *linescans* (escaneamento linear) ou mapas elementares. Os padrões de difração serão realizados com a aplicação do modo SAED (difração de elétrons de área selecionada). Estas análises serão realizadas no Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) e no Instituto de Química da USP. Imagens previamente adquiridas por esta técnicas em algumas das amostras serão tratadas e interpretadas pelo aluno (Figura 1). As análises de difração de raios X serão realizadas no difratômetro de bancada do LNNano, bem como dados adquiridos de experimentos prévios nas amostras nas linhas de difração de raios X XPD e XRD1 do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, serão processados e gerados os difratogramas para análise.

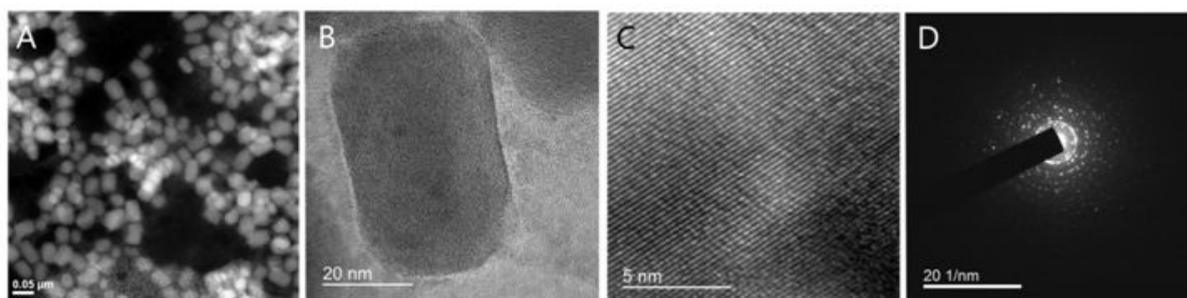


Figura 1. Algumas das imagens a serem tratadas e interpretadas. A) Imagem de TEM em campo escuro de magnetitas intracelulares (magnetossomos de bactérias magnetotáticas); B) magnetossomo isolado, mostrando o hábito octaédrico do cristal; C) planos estruturais na superfície do cristal; D) padrão de difração por SAED.

Referências

- [1] Moskowitz et al. (1993). *Earth and Planetary Science Letters*, v. 120, p. 283-300. DOI: 10.1016/0012-821X(93)90245-5
- [2] Thomas-Keprta et al. (2000). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.64, 4049-4081. DOI: 10.1016/S0016-7037(00)00481-6
- [3] Dupraz et al. (2009). *Earth-Science Reviews*, v. 96, p. 141-162. DOI:10.1016/j.earscirev.2008.10.005
- [4] Levenstein et al. (2019). *Adv. Funct. Mater.* v.,29, 1808172. DOI:10.1002/adfm.201808172
- [5] Hickman-Lewis et al. (2020). *Scientific Reports*, 10, 4965. DOI:10.1038/s41598-020-61774-w
- [6] Lowenstam, H.A. (1981). *Minerals formed by organisms*. *Science*, v. 211, p. 1126-1131. DOI: 10.1126/science.7008198
- [7] Konhauser, K.O. (2007). *Introduction of Geomicrobiology*. Blackwell, Oxford, 425 pp.
- [8] Egli (2004). *Studia Geophysica et Geodaetica*, v. 48, 391-446. DOI: 10.1023/B:SGEG.0000020839.45304.6d
- [9] Liebi et al. 2015. *Nature*, v.527, p. 349-553. DOI: 10.1038/nature16056