



CARACTERIZAÇÃO ESPECTRAL VNIR-SWIR DE MINERAIS DO GRUPO DOS CARBONATOS E UTILIZAÇÃO DE SUAS ASSINATURAS COMO INDICADORAS DE PROCESSOS GEOLÓGICOS EM ANÁLOGOS TERRA-MARTE



Débora Cristina Leite de Souza – deboracilsouza@gmail.com

Carlos Roberto de Souza Filho – beto@ige.unicamp.br

Juliano Alves de Senna – jsenna@ige.unicamp.br

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS- UNICAMP

Agência Financiadora: SAE/UNICAMP

Palavras-chaves: Espectroscopia - Carbonatos - Análogos Terra-Marte

Introdução

A consolidação de uma biblioteca espectral de minerais do grupo dos carbonatos por meio de espectroscopia de reflectância, no intervalo entre o visível e o infravermelho de ondas curtas (0,4 μm - 2,5 μm), permitiu estabelecer assinaturas espectrais que podem ser aplicadas comparativamente a alvos portadores do íon CO_3^{2-} , possibilitando edificar remotamente sua composição específica, com aplicações práticas para a exploração mineral, petrolífera e planetária.



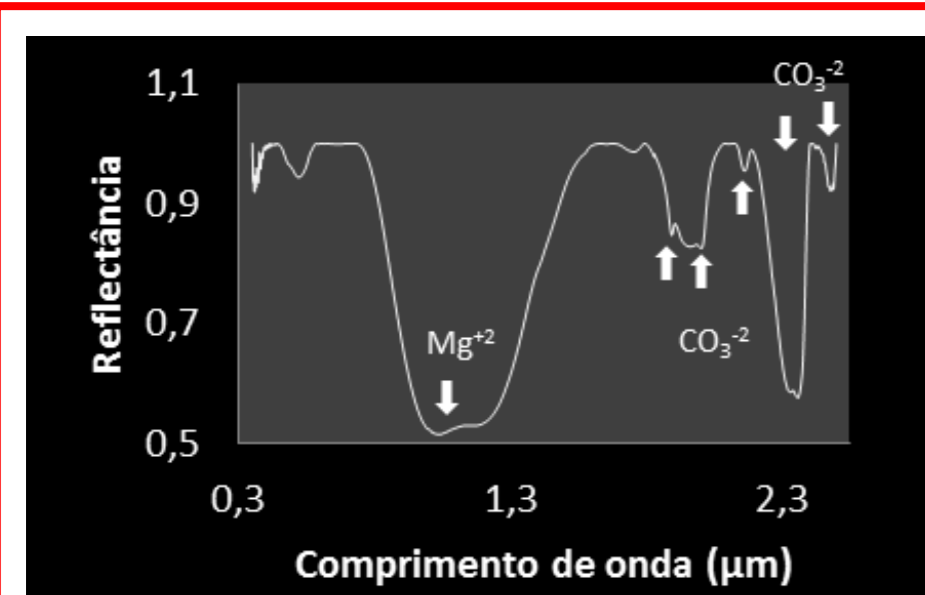
Figura 1. Espectrorradiômetro portátil FieldSpec® 3 Hi-Res.

Metodologia

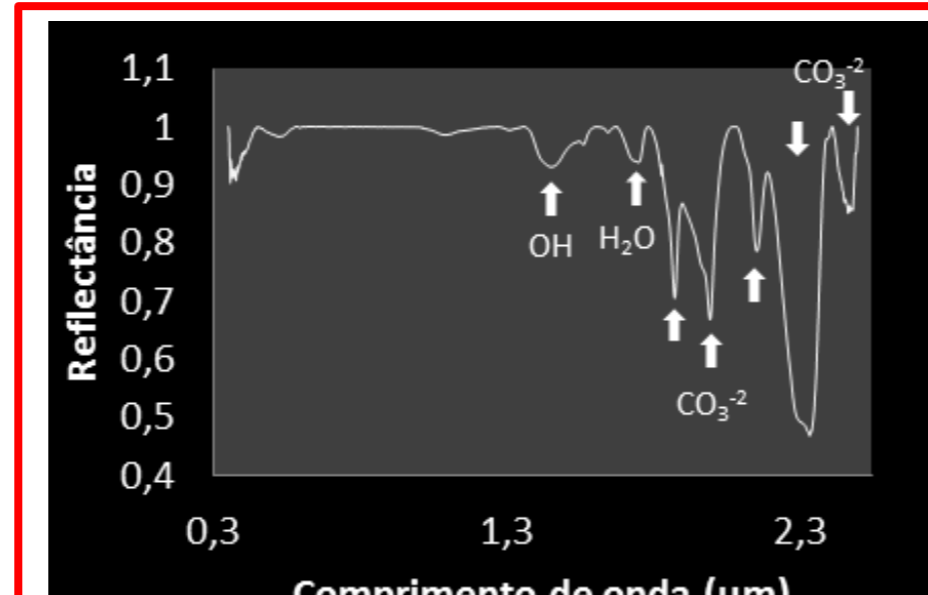
A espectroscopia de reflectância é uma técnica analítica que tem a função de medir, em diferentes comprimentos de onda, a radiação eletromagnética refletida da superfície dos objetos e representá-la na forma de um gráfico, denominado curva de reflectância espectral (reflectância vs comprimento de onda). Essas medidas foram realizadas com o espectrorradiômetro FieldSpec High-Resolution (Figura 1) e processadas e analisadas a partir de rotinas disponíveis no software ENVI. As amostras utilizadas nesse projeto compõem dos acervos dos Museus de Geociências da USP e de Mineralogia da UFOP.

Resultados e Discussão

Foi possível analisar vários aspectos diferentes entre os espectros pela influência do íon CO_3^{2-} , dos íons Fe^{+2} e Fe^{+3} , da molécula de OH e H-O-H. Nas figuras abaixo apresentam-se algumas curvas de reflectância espectral e suas respectivas amostras, assim como a interpretação das feições principais de cada espectro e a discussão realizada para amostras com composição química semelhante.



Dolomita: apresenta cinco feições relacionadas ao íon CO_3^{2-} , centradas em 2,462 μm , 2,35 μm , 2,145 μm , 1,96 μm e 1,886 μm . Todas são simples, sendo somente as três primeiras simétricas. A feição ampla em 0,981 μm é relacionada ao íon Mg^{+2} .



Aragonita: as feições geradas pelo íon CO_3^{2-} estão centradas em 2,453 μm , 2,306 μm , 2,147 μm , 1,988 μm , 1,87 μm e 1,706 μm . Todas são simples e assimétricas, com exceção a primeira que é simétrica. Possui feição também em 1,407 μm , originada pela molécula OH (provavelmente advinda de inclusões fluidas).

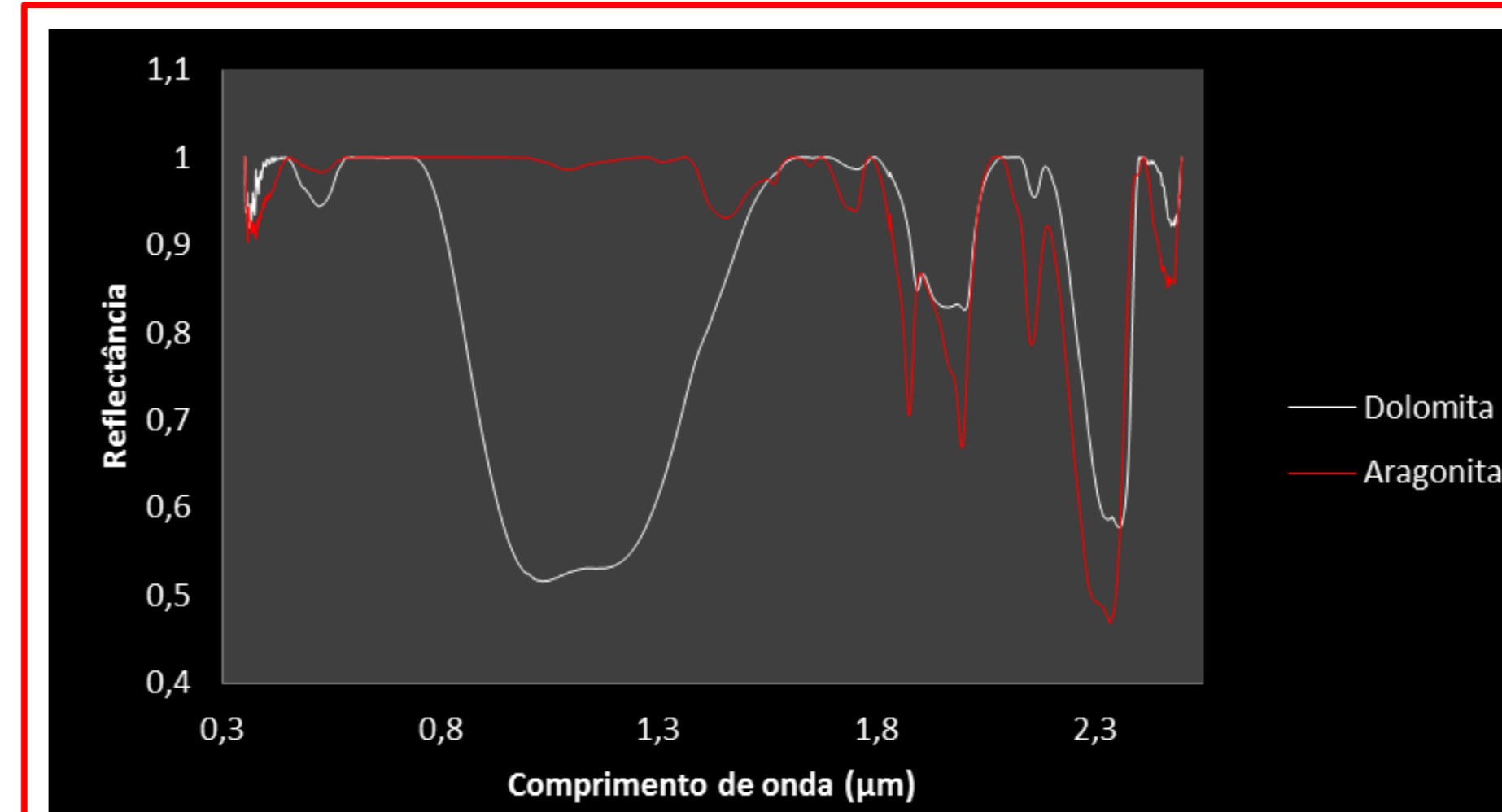
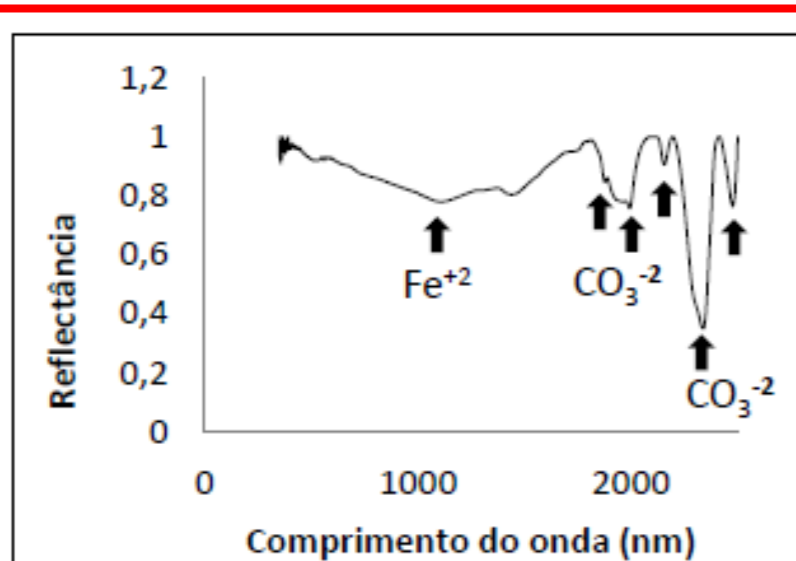
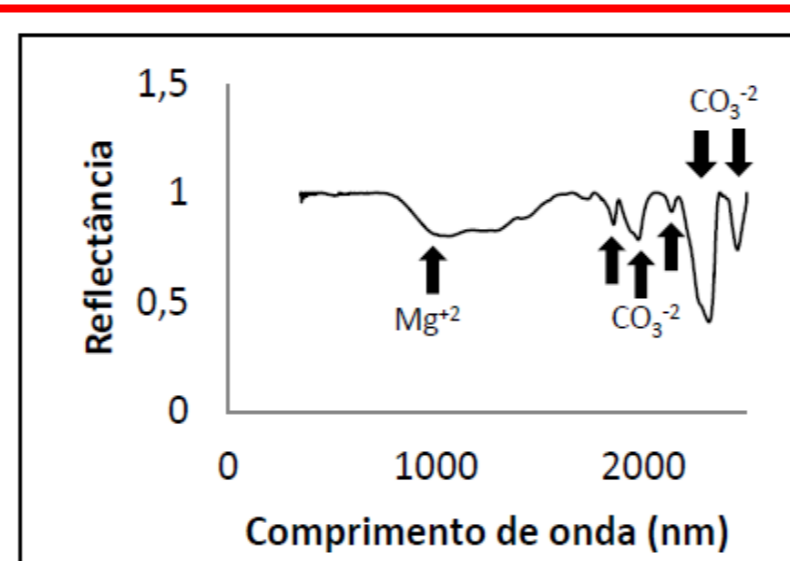


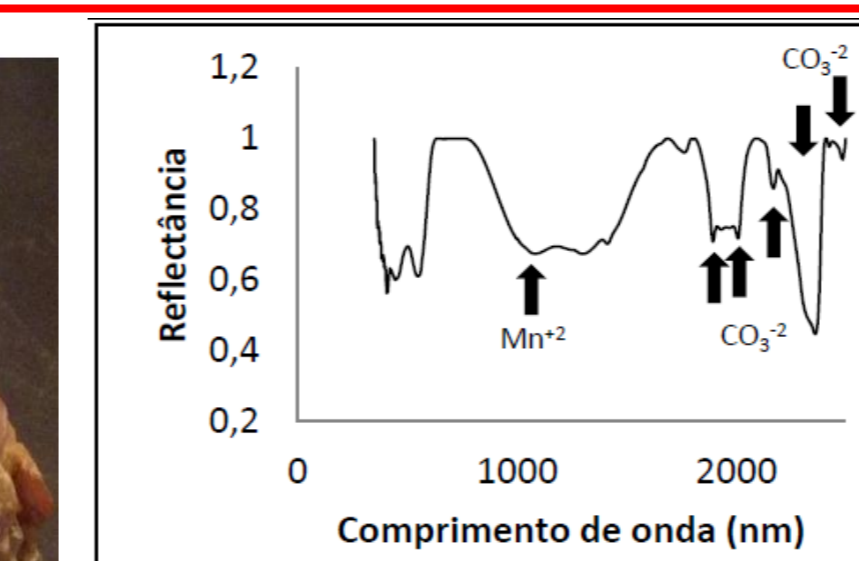
Figura 2. O espectro da dolomita tem uma feição de absorção 0,981 μm que não existe no espectro da aragonita, esquematizada ao lado. Essa feição pode estar relacionada ao íon Mg^{+2} que essa possui em sua composição química. Já as feições associadas ao íon CO_3^{2-} estão em comprimentos de onda bem próximos entre as duas amostras, centradas em: 2,462 μm , 2,35 μm , 2,145 μm , 1,96 μm e 1,886 μm no espectro da dolomita; e 2,453 μm , 2,306 μm , 2,147 μm , 1,988 μm e 1,87 μm no espectro da aragonita.



Siderita 14113-3: possui cinco feições derivadas dos sobretons e combinação de tons do íon CO_3^{2-} . Essas estão localizadas em 1875 nm, 1992 nm, 2156 nm, 2338 nm e 2465 nm, sendo simétricas as três últimas. Em decorrência do Fe^{+2} apresenta uma feição suave em 1110 nm.



Magnesita 14112-6: feições assimétricas e simples estão localizadas em 2441 nm, 2319 nm, 2141 nm, 1978 nm, 1858 nm e 1054 nm. Essa última feição é originada em decorrência do íon Mg^{+2} e as demais de sobretons e combinação de tons do íon CO_3^{2-} .



Rodocrosita 14114-7: Encontram-se feições em 2463 nm, 2363 nm, 2174 nm, 2008 nm, 1895 nm e 1071 nm. Todas simples e assimétricas, menos a primeira que é simétrica. Todas as feições, menos a localizada em 1071 nm (relacionada ao íon Mn^{+2}), estão relacionadas aos sobretons e combinação de tons do íon CO_3^{2-} .

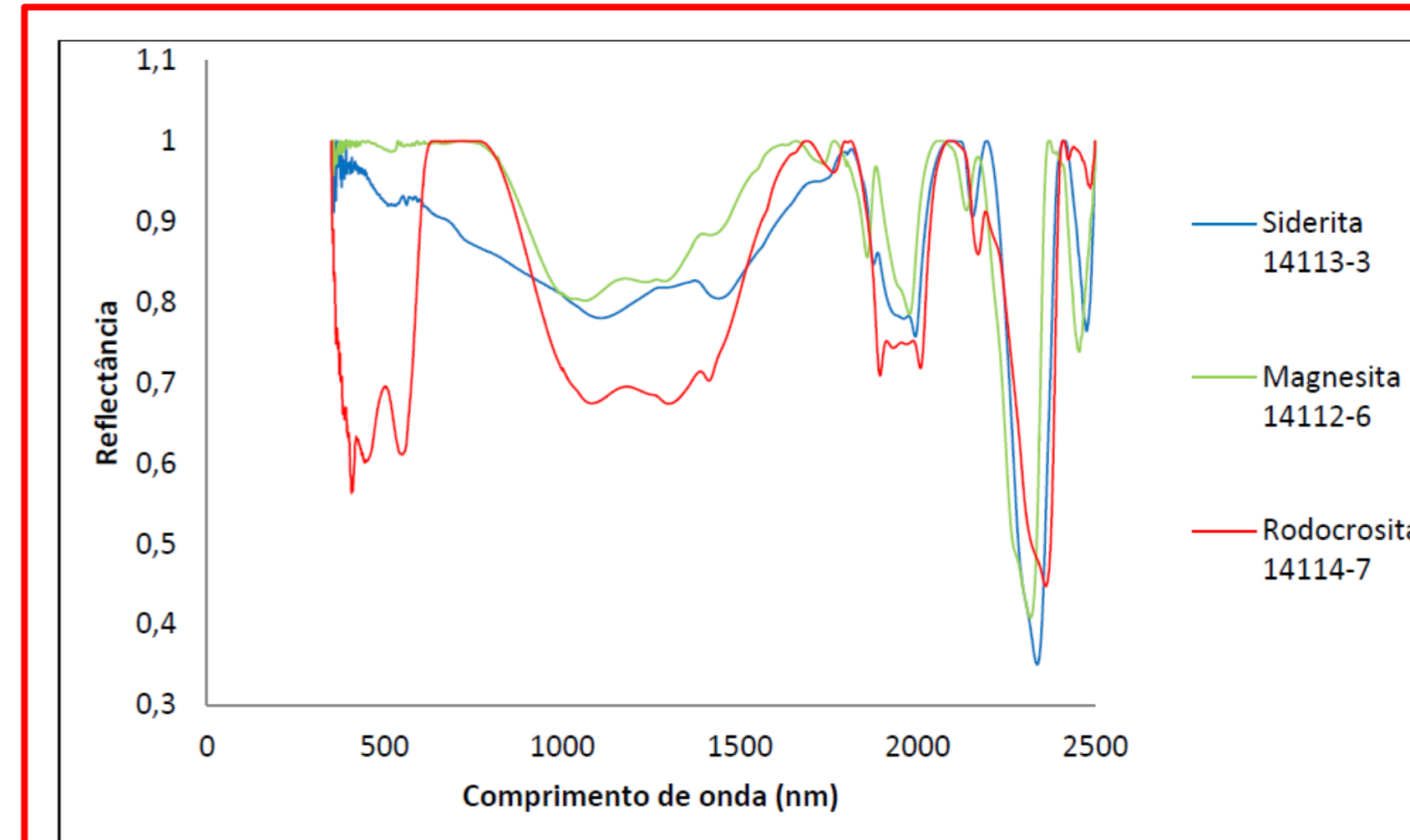


Figura 4. As amostras de rodocrosita, siderita e magnesita possuem feições típicas de carbonatos. Essas ocorrem entre 1858 -1895 nm, 1978-2008 nm, 2141-2174 nm e 2319-2363 nm. O espectro da rodocrosita (amostra 14114-7) é bem caracterizado pela feição de absorção em 2363 nm, que é característica de minerais carbonatos com o íon Mn (Pontual, 2008). Já essa feição no espectro da siderita (amostra 14113-3) aparece centrada em 2340 nm, indicando uma amostra desse mineral com baixo teor de Mg (Pontual, 2008). Algo interessante nos espectros dessas amostras é que as fortes bandas de absorção que deveriam aparecer entre 800 a 1000 nm devido à presença de ferro (Gaffey, 1987), aparecem como uma única feição larga e rasa entorno de 1000-1100 nm que, no caso da siderita, é bem mais suave.

Conclusão

A análise dos mais variados tipos de carbonatos permitiu estabelecer assinaturas específicas para os mesmos baseadas em feições de absorção compreendidas em comprimentos de onda específicos, com geometria, área e simetria/assimetria distintas. Essas assinaturas permitem, por exemplo, uma boa separação entre carbonatos ricos em Ca, Mg, Fe, Mn e Ba e espécies com conteúdo híbrido (soluções sólidas) entre alguns desses elementos (e.g., CaMg; FeMg). Desta forma, a constituição da biblioteca espectral de minerais portadores do íon CO_3^{2-} facilitará a possível identificação desses de maneira remota, desde escala de testemunhos de sondagens até escala orbital, como já vem sendo realizado com o Planeta Marte. Ehlmann et al. (2008) identificou, em Marte, rochas com características espectrais no infravermelho de ondas curtas consistentes com a presença de carbonato de magnésio.

Referências Bibliográficas

Pontual, S. 2008. *Sedimentary Exhalative Deposits, GMEX – Spectral Analysis Guides for Mineral Exploration edition 3. Australia, AusSpec International Ltd. p. 11-23.*

Gaffey S. J. 1987. *Spectral Reflectance of Carbonate Minerals in the Visible and Near Infrared (0.35 – 2.55 μm): Anhydrous Carbonate Minerals. Geology Department, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York. Journal of Geophysical Research, vol. 92, No. B2, p. 1429-1440.*

Ehlmann et al. (2008). "Orbital identification of carbonate-bearing rocks on Mars". *Science* 322 (5909): 1828–1832.