

## ESTUDO DA DETECTABILIDADE ESPECTROSCÓPICA DE PORFIRINAS EM REGOLITOS MARCIANOS SIMULADOS.

Lucas Lima da Silva

Orientador: Prof. Dr. Douglas Galante

Universidade de São Paulo

Instituto de Geociências

lucasls@usp.br

### Objetivos

Este trabalho tem como objetivo determinar a influência que solos simulados representantes dos de Marte, no caso o simulado MGS-1 (Mars Global Simulant) (Cannon et al., 2019), o simulado JEZ-1 (Jezero Delta Simulant) (Tarnas et al., 2021) juntamente com os principais componentes minerais que constituem a diferença entre JEZ-1 e MGS-1 (argila esmectita, carbonato de magnésio e olivina adicional), tem na detecção de bioassinaturas ou biomarcadores naturais, em especial os pigmentos biológicos carotenoides, melaninas e clorofila (da classe das porfirinas). Para isso, será utilizada a espectroscopia Raman, bem como técnicas assessórias quando necessário (FTIR, UV-Vis, etc), resultando na produção de gráficos espectrais, com a meta de esclarecer e separar o sinal espectral do pigmento carotenoide do sinal espectral dos diferentes substratos minerais considerados, e comparar a eficácia desta detecção. Sendo assim, considerando um provável “solo global marciano” inferido

(Ehlmann et al., 2014), juntamente da consideração de variações locais na composição do substrato, representados por simulados como MGS-1 (Solo global genérico) e JEZ-1 (Solo de local específico) e permitiria o amplo uso dos dados obtidos ao longo do trabalho para a detecção de bioassinaturas, especialmente junto de dados pré-existent sobre a interação de solos marcianos simulados biomarcadores na espectroscopia Raman (Gallo., 2016; Sharma et al., 2023).

### Métodos e Procedimentos

Os materiais utilizados no trabalho são, a princípio, os solos simulados marcianos MGS-1 e JEZ-1, a argila esmectita (montmorilonita), o carbonato de magnésio ( $MgCO_3$ ), Olivina ( $(Mg,Fe)_2SiO_4$ ), a bactéria *Deinococcus radiodurans*, amostras padrão de melanina de sépia de lula e clorofila a ser extraída da microalga *Spirulina*, além dos espectrômetros Raman de 785 nm e 532 nm, juntamente de pó de diamante como padrão interno, com todos os materiais já previamente disponíveis para o uso experimental. O solo

simulado marciano MGS-1, ou Mars Global Simulant, possui grandes vantagens sobre solos simulados marcianos anteriores como JSC Mars-1 e MMS, primariamente por ser significativamente mais novo, sendo desenvolvido a partir de dados atualizados, especialmente com dados sobre as características do solo marciano adquiridos pelo rover Curiosity, especificamente do depósito arenoso Rocknest, e demonstra características muito mais similares ao solo marciano que simulados anteriores. Além disso, MGS-1 é um padrão aberto, de produção relativamente simples considerando os minerais necessários, especialmente considerando que padrões como JSC Mars-1 não estão mais em produção comercial. Dessa forma, o solo simulado MGS-1 possui características mineralógicas, físicas, químicas, voláteis e espectrais semelhantes às do solo marciano referenciado (Cannon et al., 2019). O Solo simulado JEZ-1 é derivado do MGS-1, porém com compostos adicionais para trazer sua composição mais aproximada à cratera de Jezero, especificamente a esmectita, o carbonato de magnésio e a olivina.

Os espectrômetros consistem em um Renishaw inVia, do Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia da Universidade de São Paulo (USP) em 785 nm e um Horiba XploRA capaz de trabalhar na faixa de 532nm, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP).

A bactéria *Deinococcus radiodurans* é oriunda de uma cultura pré-existente do laboratório do Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia da Universidade de São Paulo (USP).

Como passo inicial, foram inoculadas em triplicata culturas de *D. radiodurans* em 200 ml de meio TGY (Tryptone, Glicose, Yeast), levadas à agitação em uma máquina shaker, e após o crescimento serão lavadas de forma triplicata em água destilada, centrifugadas e subsequentemente secadas.

Em seguida, a bactéria será juntamente prensada com o pó de diamante de padrão e o substrato de carbonato de forma fracionada e em triplicata, com o objetivo de determinar a melhor proporção de substrato, padrão de pó

de diamante e bactéria para estudos com equipamento Raman.

As amostras de melanina e clorofila serão usadas diretamente da forma que foram adquiridas, sem a necessidade de maior manipulação.

Subsequentemente, com a proporção ideal determinada, pastilhas com os outros substratos analisados serão produzidas, expostas a estressores ambientais simulados na forma de radiação UV e altas temperaturas, os dados de espectroscopia Raman coletados, e estes preparados e tratados de forma a produzir gráficos para a realização de análises comparativas quanto às características observadas.

## Resultados/Desenvolvimento Esperado

Espera-se que utilizando os dados obtidos e tratados, e a criação de espectrogramas para que possa ser possível determinar os efeitos de diferentes composições mineralógicas e químicas de solos marcianos na espectrometria Raman ao ser utilizada para determinar a presença e grau de degradação dos pigmentos biológicos em substrato marciano.

Assim pretende-se contribuir para o conhecimento e utilização futura destas técnicas experimentais para a astrobiologia, e corroborar dados obtidos de ferramentas que utilizam esta técnica e já estão em uso.

## Referências

Cannon, K. M; Britt D. T; Smith, T. M; Frietsche, R. F.; Batchelder, D. (2019). Mars global simulant MGS-1: A Rocknest-based open standard for basaltic martian regolith simulants. *Icarus*, vol 317, p. 470-478

Ehlmann, B. L; Edwards, C. S. (2014). Mineralogy of the Martian Surface. *The Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, Vol. 42, p. 291-315.

Gallo, T. M. (2016). **Implicações da resiliência de biomoléculas e efeitos de substrato em ambientes planetários simulados de alta radiação para a detecção de bioassinaturas espectroscópicas**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, p. 45, 2016

Sharma, S., Roppel, R. D., Murphy, A. E., Beegle, L. W., Bhartia, R., Steele, A., Hollis, J. R., Siljeström, S., McCubbin, F. M., Asher, S. A., Abbey, W. J., Allwood, A. C., Berger, E. L., Bleefeld, B. L., Burton, A. S., Bykov, S. V., Cardarelli, E. L., Conrad, P. G., Corpolongo, A., Czaja, A. D., ... Yanchilina, A. (2023). Diverse organic-mineral associations in Jezero crater, Mars. *Nature*, 619(7971), 724–732. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06143-z>

Tarnas, J. D., Stack, K. M., Parente, M., Koeppel, A. H. D., Mustard, J. F., Moore, K. R., Horgan, B. H. N., Seelos, F. P., Cloutis, E. A., Kelemen, P. B., Flannery, D., Brown, A. J., Frizzell, K. R., & Pinet, P. (2021). Characteristics, Origins, and Biosignature Preservation Potential of Carbonate-Bearing Rocks Within and Outside of Jezero Crater. *Journal of geophysical research. Planets*, 126(11), e2021JE006898. <https://doi.org/10.1029/2021JE006898>