

# QUIMIOESTRATIGRAFIA ISOTÓPICA DE OXIGÊNIO, CARBONO ORGÂNICO E INORGÂNICO E VARIAÇÕES DE HG EM SEÇÕES GEOLÓGICAS QUE REGISTRAM A TRANSIÇÃO ORDOVICIANO–SILURIANO NA ARGENTINA.

Nayara Tamirys Silvino Dos Santos<sup>1</sup>; Alcides Nobrega Sial<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Geologia - CTG – UFPE; E-mail: nayaratamirys@gmail.com,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de Geologia - CTG – UFPE. E-mail: sial@ufpe.br.

**Sumário:** Este trabalho objetivou melhorar o conhecimento da transição Ordoviciano–Siluriano (Hirnantiano–Rhudaniano; 443.7 Ma) na América do Sul. Neste continente, a Precordilheira da Argentina possui excelentes exposições geológicas desse registro, onde três perfis geológicos detalhados foram realizados, a saber: Los Baños de Talcasto, Quebrada de La Chilca e Villicum. As amostras coletadas incluem rochas carbonáticas, folhelhos e siltitos. Todos estes perfis tiveram suas amostras analisadas para isótopos estáveis. Uma excursão positiva de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  foi registrada em todos os perfis dentro do andar hirnantiano: Los Baños de Talcasto com valor de  $-26,2\%$  de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ , quebrada de La Chilca de  $-22,8\%$   $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  e Villicum com valores em torno de  $-29\%$ . Esta anomalia de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  corresponde a uma excursão positiva de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  ( $+ 6 \text{ VPDB}\%$  = HICE) que foi anteriormente observada por Sial et al. (2013) em calcários da Formação La Chilca, na seção geológica de Quebrada de La Chilca. Excursões positivas de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  semelhantes são conhecidas em seções que registram a passagem Ordoviciano–Siluriano na China e Estônia. O  $\delta^{15}\text{N}$  possui valores na sua maioria em torno de  $0\%$  ou moderadamente positivos concordantes com os resultados de  $^{13}\text{C}_{\text{org}}$ .

## INTRODUÇÃO

Este projeto tem como principal objetivo a investigação do comportamento de isótopos de  $\text{C}_{\text{org}}$  e  $\text{N}$  em amostras de rochas carbonáticas coletadas estratigraficamente e de forma sistemática, em três seções geológicas na Precordilheira, oeste da Argentina. Na América do Sul, talvez a melhor localidade para estudar a passagem Ordoviciano–Siluriano está na Precordilheira da Argentina, onde há três seções que oferecem uma possibilidade de um estudo sistemático para isto, que são: Los Baños de Talcasto e Quebrada de La Chilca não longe da cidade de San Juan e Villicum mais ao norte. Estas seções geológicas alvo de nossa pesquisa registraram a passagem Ordoviciano–Siluriano e tem sido estudadas por geólogos argentinos há muito tempo. Entretanto, nunca foi realizado um estudo isotópico detalhado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, três perfis geológicos foram realizados: Los Baños de Talcasto, Quebrada de La Chilca e Villicum. Nestes perfis, amostras foram coletadas em seção perpendicular aos estratos, em escala centimétrica a métrica. Em Los Baños de Talcasto (coordenadas  $31^{\circ} 01' 31,5'' \text{ S}$  e  $68^{\circ} 44' 57,6'' \text{ O}$ ), quinze amostras foram coletadas incluindo as formações San Juan (calcários do Ordoviciano Médio), Don Braulio (diamictito do Hirnantiano) e de folhelhos do membro inferior da Formação La Chilca (Hirnantiano a Rhudaniano) onde se localiza a passagem Ordoviciano–Siluriano. Em Quebrada de La Chilca (coordenadas  $30^{\circ} 36' 00,8'' \text{ S}$  e  $68^{\circ} 47' 36,7'' \text{ O}$ ), onde anteriormente Sial et al. (2013) haviam realizado um trabalho quimioestratigráfico de alta resolução, foram coletadas trinta e três amostras, incluindo as Formações Gualcamayo, Los Azules, Don

Braulio e La Chilca. Em Villicum, dezesseis amostras da Formação Don Braulio foram coletadas. Destas, doze são de lamitos ocre onde está o limite Ordoviciano–Siluriano, e quatro são amostras do membro superior oolitos ferríferos.

As amostras para análises isotópicas de  $C_{org}$  e N foram preparadas utilizando-se o laboratório de preparação de amostras NEG-LABISE, UFPE, seguindo os seguintes passos: britagem, quarteamento e pulverização. Para as análises de  $C_{org}$  além destas etapas, as amostras foram tratadas com ácido fosfórico em três etapas (0.4, 0.6 e 0.8 molar) por trinta dias para eliminação do carbono inorgânico, restando no final do processo material contendo apenas o carbono de origem orgânica, o qual foi pesado em cápsulas de estanho e submetido a combustão em um forno de combustão elemental COSTECH e analisado em fluxo contínuo no espectrômetro de massa de razão isotópica. A partir dos resultados obtidos das análises geoquímicas, foram preparados tabelas e diagramas apropriados utilizando os programas Grapher e Corel Draw.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três perfis analisados para isótopos de  $\delta^{13}C_{org}$  e  $\delta^{15}N_{ar}$ . Uma excursão positiva de  $\delta^{13}C_{org}$  foi registrada na base da Formação La Chilca dentro do Hirnantiano em dois destes perfis estratigráficos: Los Baños de Talacasto com valores em torno de  $-26\%$  de  $\delta^{13}C_{org}$  que ocorre juntamente com uma excursão positiva de  $\delta^{15}N$  de  $-4,13\%$ , e Quebrada de La Chilca com valores de  $\delta^{13}C_{org}$  de  $-22,8\%$ , neste perfil o  $\delta^{15}N$  varia de  $-4,03$  a  $4,02\%$  e uma excursão negativa é observada na base da Formação La Chilca. O comportamento do N distinto daquele observado em Baños de Talacasto, deve-se provavelmente ao fato de que um hiato nos impede de investigar o registro isotópico naquele intervalo entre as formações Los Azules e Don Braulio. Uma excursão positiva de  $\delta^{13}C_{org}$  como esta, também foi observada no perfil Villicum com valores de  $-28,7\%$  onde há também uma excursão positiva de  $\delta^{15}N$  de  $1,73\%$ .

Esta anomalia de  $\delta^{13}C_{org}$  corresponde a uma excursão positiva de  $\delta^{13}C_{carb}$  ( $+6\%$  VPDB = HICE) observado em calcários da Formação La Chilca na seção geológica de Quebrada de La Chilca descrita por Sial et al. (2013). Excursões positivas de  $\delta^{13}C_{org}$  semelhantes a esta observada na Precordilheira é conhecida em seções que registram a passagem Ordoviciano–Siluriano na China e Estônia (Fan et al., 2009; Melchin et al., 2013). Os dados isotópicos de C e N sugerem fortemente que a passagem Ordoviciano – Siluriano (Hirnantiano–Rhudanian) está registrada dentro da Formação La Chilca. As análises do teor de Hg destas amostras serão realizadas no LABOMAR, UFC, em Fortaleza, pelo Prof. Luiz Drude de Lacerda em futuro próximo.

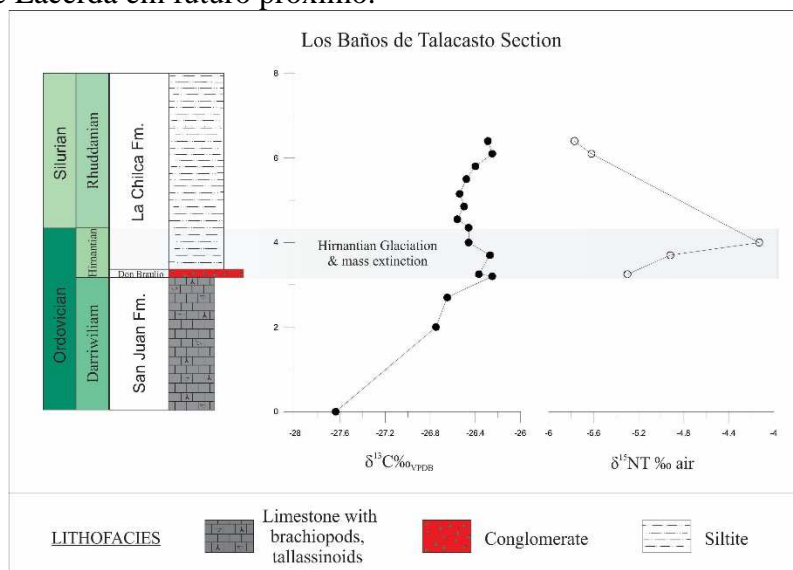


Figura 1. Perfil quimioestratigráfico na seção Baños des Talacasto, Precordilheira.

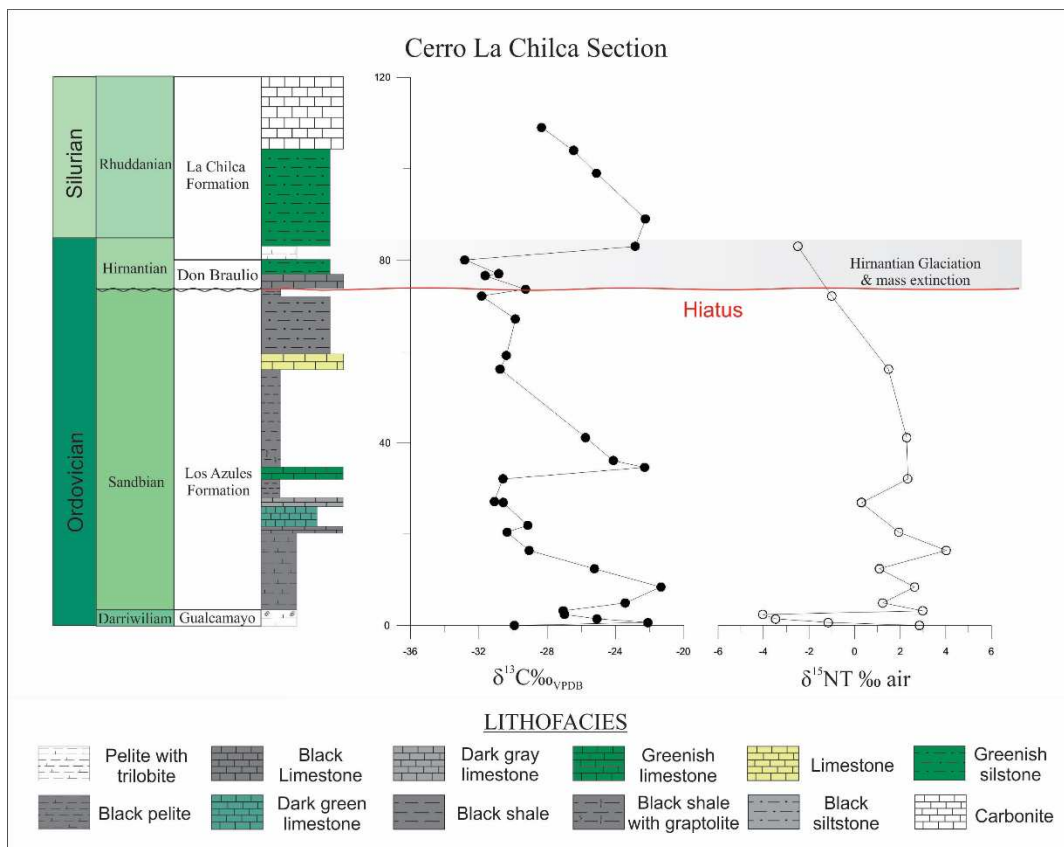


Figura 2. Perfil quimioestratigráfico na seção Cerro la Chilca, Precordilheira, oeste da Argentina.

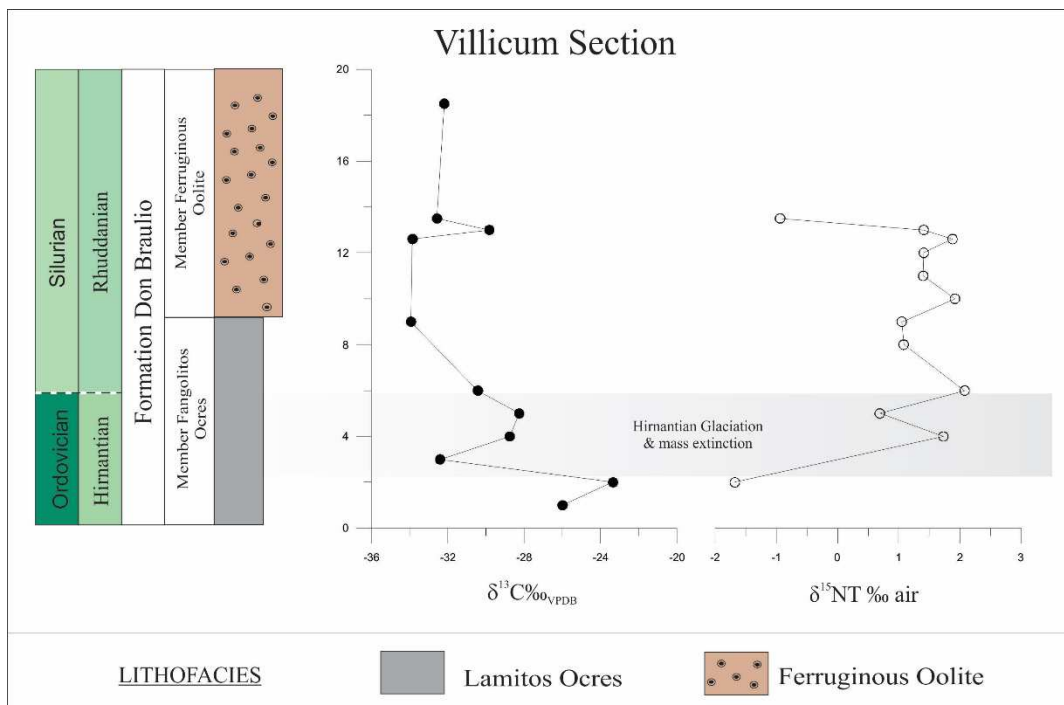


Figura 3. Perfil quimioestratigráfico na seção Villicum, Precordilheira, oeste da Argentina.

## CONCLUSÕES

A principal contribuição deste trabalho foi a geração de dados de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  e  $\delta^{15}\text{N}_{\text{ar}}$  nas seções Los Baños de Talacasto, Quebrada de La Chilca e Villicum onde está registrada a transição Ordoviciano–Siluriano (Hirnantiano–Rhudaniano; 443.7 Ma). Os dados geoquímicos analisados sugerem fortemente que a passagem Ordoviciano – Siluriano (Hirnantiano–Rhudaniano) está registrada dentro da Formação La Chilca, no andar Hirnantiano. Os resultados de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  obtidos possuem valores que variam em torno de  $-25$  a  $-28\text{‰}$  para a maioria das amostras nos três perfis analisados, o que é típico de organismos fotossintetizantes que acumulam o  $^{13}\text{C}_{\text{org}}$  durante o processo de fotossíntese, tal como cianobactérias e as algas marinhas. Os resultados obtidos para o  $\delta^{15}\text{N}$  são ainda mais significativos, pois os seus valores na sua maioria estão em torno de  $0\text{‰}$  ou moderadamente positivos, favorecendo as cianobactérias, que fixam o nitrogênio diretamente da atmosfera coincidindo com os resultados de  $^{13}\text{C}_{\text{org}}$ , característico de ambientes marinhos. Valores mais negativos de  $^{15}\text{N}$  são observados na seção Baños de Talacasto e La chilca, apenas na Formação Don Braulio correspondendo a um evento glacial, no perfil de Villicum apresentam valores em sua maioria positivos, registrando aumento de produtividade orgânica após o evento glacial (Hirnantiano).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao meu orientador, Prof. Alcides Nobrega Sial, ao PIBIC/UFPE/CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica, às químicas Vilma Sobral e Gilsa M. de Santana do NEG-LABISE-UFPE, e a todos que me ajudaram na finalização deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- Bergstrom, S.M., Kleffner, M., Schmitz, B., 2012. Late Ordovician–Early Silurian  $\delta^{13}\text{C}$  chemostratigraphy in the Upper Mississippi Valley: implications for chronostratigraphy and depositional interpretations. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 102, 159–178.
- Crocks, R.M., 1985. The Ordovician–Silurian Boundary. *Episodes* 8(2): 315–318.
- Fan, J., Peng, P. & Melchin, M. J. 2009. Carbon isotopes and event stratigraphy near the Ordovician–Silurian boundary, Yichang, South China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 276, 160–69.
- Kaljo, D., Martma, T. & Saadre, T. 2007. Post-Hunnebergian Ordovician carbon isotope trend in Baltoscandia, its environmental implications and some similarities to that in Nevada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 210, 165–85.
- Magaritz, M., 1989.  $\delta^{13}\text{C}$  minima follow extinction events: a clue to faunal radiation. *Geology* 17, 337–340.
- Melchin, Melchin, J., Mitchell, C.E., Holmden, C., Štorch, P., 2013. Environmental changes in the Late Ordovician–early Silurian: Review and new insights from black shales and nitrogen isotopes. *Geological Society of America Bulletin* 125: 1635–1670.
- Rong, J., Melchin, M., Williams, S.H., Koren, T.N., Verniers, J., 2008. Report of the restudy of the defined global stratotype of the base of the Silurian System. *Episodes* 31 (3): 315–318.
- Sial, A.N., Gaucher, C., Silva Filho, M.A., Ferreira, V.P., Pimentel, M.M., Lacerda, L.D., Silva Filho, E.V., Cezario, W., 2010. C-, Sr-isotope and Hg chemostratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates of the Sergipano Belt, Northeastern Brazil. In: Karhu, J., Sial, A.N. and Ferreira, V.P., Eds, *Precambrian Isotope Stratigraphy, special issue, Precambrian Research* 182 (4): 351–372.