



## **GEOQUÍMICA, ISÓTOPOS ESTÁVEIS E A GÊNESE DAS OCORRÊNCIAS DE FERRO EM BRECHAS HIDROTHERMALIZADAS DA BACIA EO-PALEOZOICA JAIBARAS, CEARÁ.**

Clovis Vaz Parente - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, [clovis@ufc.br](mailto:clovis@ufc.br)  
Nilson Francisquini Botelho - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, [nilsonfb@unb.br](mailto:nilsonfb@unb.br)  
Roberto Ventura Santos - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, [rventura@unb.br](mailto:rventura@unb.br)  
Claudinei Gouveia de Oliveira - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, [gouveia@unb.br](mailto:gouveia@unb.br)  
Maria da Gloria Motta Garcia - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, [mgmgarcia@igc.usp.br](mailto:mgmgarcia@igc.usp.br)  
Wellington Ferreira da Silva Filho - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, [welfer@ufc.br](mailto:welfer@ufc.br)

### **Introdução**

A Bacia de Jaibaras é uma bacia tectônica, similar a rifte, desenvolvida entre o Neoproterozóico III (Vendiano) e o final do Cambriano, estando localizada no extremo setentrional da Província Borborema. Tem cerca de 120 km de comprimento por 20km de largura, sendo limitada por duas zonas de cisalhamentos transcorrentes NE-SW – os lineamentos Sobral-Pedro II, a leste, e Café-Ipueiras, a oeste. É preenchida por duas seqüências clásticas imaturas, compostas por conglomerados, arenitos e folhelhos com passagens gradacionais entre si, de ambiente predominantemente continental. Rochas magmáticas intrusivas e extrusivas pós-brasilianas ocorrem dentro e adjacente aos limites dessa bacia. No interior dessa bacia, essas rochas são predominantemente extrusivas, bimodais, e de ambiente continental, que se associam e/ou recortam as seqüências sedimentares, em diferentes porções estratigráficas. São representadas por basaltos e basalto-andesíticos, maciços e/ou amigdaloidais de natureza alcalina e toleítica, com ocorrências menores de lavas e piroclásticas ácidas. Pipes vulcânicos e peperitos ácidos e básicos são também encontrados. Datação U-Pb em peperitos ácidos (riolitos) em meio à seqüência sedimentar inferior indica idade de  $530 \pm 25$  Ma, consequentemente, a idade da sedimentação inferior. Todo o conjunto vulcano-sedimentar é afetado em maior ou menor grau por alterações hidrotermais, marcadas por albitização, cloritização, epidotização, carbonatação, silicificação, metassomatismo Fe e sulfetação. As rochas intrusivas, de dimensões batolíticas, afloram na borda NW e W dessa bacia, imprimindo uma discreta auréola termo-metamórfica nas rochas encaixantes. Esses batólitos, Suite Meruoca (522 Ma) e Mocambo, (532 Ma) são granitos tipo A e apresentam composição e textura variadas. No caso da Suite Meruoca, que tem forte influência na mineralização, sua composição vai de álcali-feldspato granito vermelho tijolo na borda a sienogranito cinza no centro. Diversas ocorrências de Fe com sulfetos ou não estão associadas aos diferentes tipos litológicos assinalados, principalmente quando afetados pelas zonas de cisalhamentos e/ou falhas, distribuídas em ordem decrescente de importância: i- brechas hematíticas-silicosas maciças e corpos magnetítico-hematíticos tabulares, maciços, que gradam lateralmente entre si; ii-riolitos brechados cimentados por óxido de ferro; iii- granitos brechados com pirita e calcopirita disseminadas, recortados por vênulas de óxido de ferro, iv- basaltos epidotizados com vênulas de óxido de ferro. No presente trabalho, tem-se a descrição das principais ocorrências de ferro, com ênfase nas feições geoquímicas e isotópicas das brechas mineralizadas, objetivando o melhor entendimento sobre seu mecanismo de formação, sua gênese e sua potencialidade dentro da Província Borborema.

### **Geoquímica**

As principais ocorrências de ferro (brechas hematíticas-silicosas e os corpos magnetítico-hematíticos filonéanos) apresentam alto teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t})$  (87 a 95%), baixo teor de  $\text{SiO}_2$  (1,4 a 10,3%), de  $\text{TiO}_2$  (0,01 a 0,08%), de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,11 a 0,37%), e nos demais elementos ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ), cujos valores não chegam a 1%. Apresentam também teores baixos em Cu (<45 ppm), Zr



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METALOGENIA

## II BRAZILIAN SYMPOSIUM ON METALLOGENY

7 a 10 de junho de 2009  
Hotel Serra Azul - Gramado-RS

ÉPOCAS METALOGENÉTICAS BRASILEIRAS  
CICLOS TECTÔNICOS E  
MODELOS METALOGENÉTICOS

(<4ppm), Nb (<0,5ppm) Th (<0,5ppm), U (<5ppm) e Cl (<50ppm). O conteúdo em elementos terras raras também é baixo, cuja  $\Sigma\text{REE}$  vai de 22,33 a 92,73ppm. Exibem também fraco a moderado fracionamento com  $(\text{La/Yb})_{\text{cn}}=6-20$ , bem como uma anomalia negativa de Eu, sugestivo de ambiente hidrotermal reduzido e/ou fracionamento de feldspatos na fonte magmática. As brechas riolíticas hidrotermalizadas apresentam valores variados nos elementos maiores, menores e traços resultados da maior ou menor intensidade da alteração que afetou os riolitos. Assim, o  $\text{SiO}_2$  varia de 46 a 67%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (8,4 a 16,8%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (5,2 a 23%),  $\text{MgO}$  (<1,4%),  $\text{CaO}$  (0,03 a 10%),  $\text{Na}_2\text{O}$  (0,07 a 1,39%),  $\text{K}_2\text{O}$  (5,7 a 12,9%), Ba (632 a 2639ppm), Rb (147 a 345ppm), Sr (19 a 72ppm), Zr (138 a 959ppm), Nb (36 a 123ppm), Y (28 a 1023ppm), F (0 a 6,84%). Os granitos brechados, com pirita e calcopirita disseminadas, recortados por vênulas de óxido de ferro, exibem teor de  $\text{SiO}_2$  entre 68 e 76%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (11,9 a 14,8%),  $\text{Na}_2\text{O}$  (2,4-3,5%), são pobres em  $\text{MgO}$  (<1,7%),  $\text{CaO}$  (<1,1%),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (<0,08%), Sr (31-79ppm), Cu (3,9 -171,7ppm), Eu (0,6- 2,64ppm). Apresentam moderado teor em Ba (478-1564ppm), Nb (38 – 48ppm), Rb (138-202ppm), Cl (46-124ppm), F (0,06-0,29%), e altos teores em  $\text{K}_2\text{O}$  (5,4- 7,5%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (2,0 -4,72%), nos elementos de alto campo de força (HFSE) como, Zr (305-656ppm) e Y (74-142ppm), característicos de granitos transicionais alcalinos a subalcalinos e reduzidos a oxidados.

### Isótopos C e O

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  obtidos em veios carbonáticos em brechas riolíticas apresentam agrupamento relativamente homogêneo, variando entre -4,07 e -2,45‰, enquanto os de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  exibem uma distribuição mais irregular, oscilando entre + 9,39 e +14,32 ‰. A relação entre  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  versus  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  sugere duas proposições para origem desses fluidos : i- uma associada a fluidos de origem não magmática em equilíbrio com o magmatismo ácido; e ii- relacionada a fluidos exsolvidos do magma em resfriamento. A associação desses veios de carbonatos junto a lavas riolíticas intercaladas às rochas sedimentares oxidadas são argumentos que reforçam essas afirmativas.

### Isótopos H e O

As análises desses isótopos foram realizadas nos granitos da Suíte Meruoca, nas brechas riolíticas hidrotermalizadas e na ocorrência de brecha hematítica e filão magnetítico-hematítico. Nos álcali-feldspatos granitos de borda, valores de  $\delta\text{D}$  são irregulares e variam de -79 a -106‰, enquanto os dos sienogranitos do centro da suíte, também irregulares, vão de -108 a -181‰. Já os valores de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  dos álcali-feldspato granitos são mais homogêneos e oscilam entre 8,97 e 9,78‰, enquanto os dos sienogranitos variam de 8,62 a 9,20‰. Os riolitos apresentam valores de  $\delta\text{D}$  entre -81 e -107‰ e de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  oscilando entre 10,32 e 11,41‰. As brechas riolíticas hidrotermalizadas exibem valores de  $\delta\text{D}$  bem inferiores aos seus equivalentes frescos, indo de -114 a -185‰ e os de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  de 0,47 a 9,49‰. A ocorrência filoniana de óxido de ferro, por sua vez, exibe baixos valores tanto de  $\delta\text{D}$ , que vão de -113 a -124‰, quanto de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  que oscilam entre -0,61 e 2,35‰.

### Discussão e Conclusão

Os valores de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  das rochas graníticas, tanto as de bordas (álcali-feldspatos granitos) quanto as do topo ou do centro da suíte Meruoca (sienogranitos) são equivalentes àqueles de fluidos aquosos exsolvidos de origem magmática. Em contrapartida, os valores de  $\delta\text{D}$  de ambos tipos litológicos são bem inferiores, e mais compatíveis com fluidos meteóricos e/ou conatos. Isso sugere que a participação de processo de contaminação do corpo magmático envolveu pequena quantidade de água meteórica e/ou das encaixantes, sendo capaz de provocar mudanças na razão isotópica de  $\delta\text{D}$ , mas sem alterar significativamente os valores de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  das rochas magmáticas.

No caso dos riolitos que se encontram intercalados às rochas sedimentares, os valores de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}}$  são ligeiramente superiores àqueles de rochas magmáticas ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{smow}} > 10\text{‰}$ ), indicando uma provável



incorporação ou contaminação de rochas sedimentares no magma riolítico. A presença comum de peperitos básicos e ácidos na região reforça essa assertiva. Os valores de  $\delta D$  (-81 a -105 ‰), por sua vez, são também indicadores de fluidos magmáticos contaminados com fluidos das encaixantes. Em relação as brechas riolíticas hidrotermalizadas, tanto os valores de  $\delta D$  (<-114‰) quanto os de  $\delta^{18}O_{\text{smow}}$  (+0,47 a +9,49‰) indicam que grande parte dos fluidos hidrotermalizados é resultado da mistura de fluidos magmáticos com fluidos meteóricos e/ou conatos.

O minério filoneano de óxido de ferro, por sua vez, é o que exhibe os menores valores tanto de  $\delta D$  (-113 a -124‰), quanto os de  $\delta^{18}O_{\text{smow}}$  (-0,61 a + 2,35‰). Esses resultados indicam que essa ocorrência de ferro hidrotermal está mais associada a fluidos conatos que a fluidos magmáticos. Assim, pode-se pensar que o corpo intrusivo existente (Suíte Meruoca) atuou mais como agente térmico do que como fonte de fluidos hidrotermais ferríferos. Assim, teria atuado apenas na remobilização de fluidos com ferro já presentes nas rochas encaixantes (vulcânicas e sedimentares), que foram canalizados ao longo de estruturas dúctis-frágeis ou frágeis como a Zona de Cisalhamento Café Ipueiras,. Isso permite caracterizar esta ocorrência como magmático-hidrotermal distal com quantidades consideráveis de fluidos não magmáticos. Tudo isso mostra muitas similaridades com os depósitos da classe Cu-óxidos de Fe, o que torna essa região alvo potencial para ocorrência de depósitos similares.