

Análise Geoquímica das Rochas da Mina da Bossoroca- RS

Frederico Jeronimo¹; Viter Pinto²

¹*Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – fred.9.00@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – viter.pinto@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

O Complexo Bossoroca de idade Neoproterozóica possui depósitos de ouro relacionados a arco vulcânico juvenil. O deposito de ouro da Bossoroca consiste em veios e ``stock-works" de quartzo com pirita, calcopirita, galena e teluretos subordinados. Os principais minerais da ganga são carbonato, clorita, sericita e turmalina. Os filões de minério estão encaixados numa sequência piroclástica dacítica a andesítica calcico-alcalina com basaltos e rochas epiclásticas subordinadas. Investigações em zircões pelo método U/Pb via SHRIMP mostram que a sequência vulcanogênica do arco de ilhas foi gerada há 757 Ma durante o início do Ciclo Brasiliano e metamorfisada na transição da fácie xisto verde/anfibolito do metamorfismo regional de baixa pressão há cerca de 700 Ma (REMUS et al., 1999).

Este trabalho tem como objetivo interpretar a evolução geoquímica da área mineralizada. Para isto foi utilizado dados de análises geoquímicas realizados por WILDNER (1990), KOPPE (1990), PINTO (1997) e SOARES (2001) das rochas presentes na mina de ouro da Bossoroca, em Vila Nova do Sul, estado do Rio Grande do Sul.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para elaboração deste trabalho teve como base as tabelas químicas obtidas através da análise de testemunhos de sondagem e de rocha de KOPPE (1990), WILDNER (1990) e SOARES (2001). Foi realizado o tratamento destes dados gerando novas tabelas químicas a fim de utilizar os dados no Software livre GCDkit6.0 (JANOUŠEK et al., 2006) que permite gerar gráficos geoquímicos e interpretar as interações entre as rochas mineralizadas e encaixantes da mina da Bossoroca.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mina de ouro, atualmente desativada, é representada por um veio de quartzo aurífero encaixado em rochas metavulcanocásticas, como metatufos finos, à cristal, lapili tufo e metatufos grosseiros. Aqui apresentamos as tabelas das rochas encaixantes e os testemunhos de sondagem (Tabela 1 e 2).

Tabela 1: análises químicas das rochas Encaixantes dos testemunhos de sondagem da mina de Ouro da Bossoroca.

| Sample | Symbol | Color | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | TiO ₂ | MnO | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | Pf | UMID | Co | Cu | Ni | Pb | Zn | U | Ba | Sr |
|------------|--------|-------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|------------------|------|------|-----|-------------------|------------------|-------------------------------|-----|------|----|-----|----|----|-----|----|------|-----|
| Amostra 1 | 15 | 25 | 70,8 | 14,2 | 3,4 | 1,1 | 0,31 | 0,1 | 3 | 1,9 | 3,6 | 0,58 | 0,11 | 1,1 | 0,2 | 10 | 20 | 25 | 20 | 50 | 11 | 1300 | 18 |
| Amostra 2 | 15 | 25 | 69 | 13,2 | 1,9 | 2,4 | 0,73 | 0,08 | 1,4 | 1,3 | 4,3 | 2,7 | 0,24 | 2,3 | 0,3 | 10 | 30 | 5 | 40 | 65 | 11 | 1360 | 140 |
| Amostra 3 | 15 | 25 | 67,8 | 15,1 | 2 | 2,2 | 0,68 | 0,06 | 0,91 | 1,5 | 5,9 | 2,4 | 0,17 | 1,4 | 0,3 | 5 | 35 | 10 | 20 | 75 | 18 | 1750 | 265 |
| Amostra 4 | 15 | 25 | 63,7 | 16,1 | 1,9 | 4 | 0,94 | 0,15 | 4,3 | 1,8 | 4,3 | 0,61 | 0,24 | 1,2 | 0,1 | 5 | 35 | 5 | 20 | 125 | 17 | 1040 | 110 |
| Amostra 5 | 15 | 25 | 60,4 | 15,6 | 3,9 | 4,4 | 0,73 | 0,13 | 4,6 | 2,8 | 2,7 | 0,84 | 0,28 | 2,9 | 0,3 | 20 | 45 | 10 | 20 | 100 | 22 | 1120 | 185 |
| Amostra 6 | 16 | 31 | 58,3 | 16,5 | 4 | 3,4 | 0,78 | 0,15 | 6,2 | 3,5 | 3 | 0,73 | 0,24 | 2,9 | 0,3 | 25 | 50 | 15 | 20 | 115 | 14 | 1130 | 347 |
| Amostra 7 | 16 | 31 | 58 | 13,2 | 2,7 | 2,8 | 0,68 | 0,1 | 7,4 | 3 | 4,9 | 0,75 | 0,36 | 5,5 | 0,1 | 15 | 40 | 15 | 20 | 55 | 16 | 900 | 405 |
| Amostra 8 | 16 | 31 | 57,4 | 18,9 | 3,9 | 2,8 | 0,68 | 0,1 | 5,8 | 2,8 | 4,3 | 0,41 | 0,15 | 2,3 | 0,1 | 20 | 35 | 15 | 20 | 100 | 18 | 1428 | 675 |
| Amostra 9 | 16 | 31 | 56 | 17 | 4,1 | 3,8 | 0,73 | 0,14 | 7 | 4,2 | 3,1 | 0,22 | 0,46 | 3,2 | 0,2 | 25 | 40 | 20 | 20 | 125 | 17 | 1200 | 430 |
| Amostra 10 | 16 | 31 | 55,1 | 19,4 | 4,5 | 3,8 | 0,83 | 0,12 | 4,8 | 3,1 | 4,3 | 0,61 | 0,3 | 2,6 | 0,1 | 20 | 40 | 10 | 20 | 125 | 15 | 1460 | 420 |
| Amostra 11 | 16 | 31 | 53,9 | 18,9 | 4,3 | 3,6 | 0,73 | 0,12 | 7,3 | 4,4 | 2,8 | 0,72 | 0,35 | 2,8 | 0,2 | 25 | 60 | 20 | 20 | 115 | 18 | 1600 | 480 |
| Amostra 12 | 16 | 31 | 54,7 | 18,19 | 4,7 | 4,4 | 1 | 0,1 | 5,1 | 3,3 | 3,8 | 0,53 | 0,26 | 2,4 | 0,2 | 15 | 50 | 10 | 20 | 150 | 12 | 1550 | 480 |
| Amostra 13 | 16 | 31 | 52,6 | 19,8 | 2,8 | 5,3 | 0,94 | 0,12 | 4,2 | 5 | 3,5 | 1,2 | 0,26 | 3,4 | 0,3 | 25 | 60 | 20 | 20 | 100 | 17 | 1285 | 270 |
| Amostra 14 | 17 | 26 | 48,9 | 17 | 1,6 | 6,8 | 0,78 | 0,13 | 6,8 | 3,8 | 2,4 | 0,23 | 0,39 | 8 | 0,1 | 15 | 140 | 45 | 20 | 100 | 44 | 1870 | 330 |

Tabela 2: análises químicas das rochas Mineralizadas dos testemunhos de sondagem da mina de Ouro da Bossoroca

| Sample | Symbol | Color | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | L.O.I | FeO | Nb | Zr | Y | Sr | Rb | Pb |
|-----------------------------------|--------|-------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|----|
| METATUFO FINO 1 (VB-03) 4M | 15 | 27 | 67,21 | 0,73 | 13,92 | 4,91 | 0,13 | 1,64 | 2,93 | 5,45 | 0,75 | 0,1 | 2,49 | 9,98 | 5 | 104 | 43 | 238 | 7 | 11 |
| METATUFO FINO 2 (VB-05) 9M | 15 | 27 | 63,15 | 0,76 | 15,32 | 6,22 | 0,15 | 2,8 | 3,78 | 4,68 | 1,36 | 0,17 | 2,79 | 5,88 | 3 | 89 | 40 | 160 | 21 | 12 |
| METATUFO FINO 3 (MB-14) 15M | 15 | 27 | 61,71 | 1,03 | 15,49 | 7,44 | 0,16 | 2,48 | 8,89 | 1,97 | 0,64 | 0,14 | 1,99 | 5,49 | 3 | 70 | 30 | 288 | 68 | |
| METATUFO FINO 4 (MB-16) 21M | 15 | 27 | 57,85 | 0,87 | 17,24 | 8,48 | 0,15 | 3,17 | 3,96 | 4,88 | 1,32 | 0,34 | 2,19 | 6,44 | 5 | 80 | 35 | 322 | 21 | 13 |
| METATUFO A CRISTAL 1 (VB-05) 2M | 17 | 21 | 65,92 | 0,63 | 14,46 | 3,71 | 0,11 | 1,92 | 4,17 | 5,97 | 0,46 | 0,11 | 2,29 | 4,09 | 107 | 40 | 125 | 11 | | |
| METATUFO A CRISTAL 2 (VB-05) 6M | 17 | 21 | 66,46 | 0,58 | 15,38 | 5,29 | 0,08 | 1,78 | 3,59 | 4,71 | 0,21 | 0,09 | 2,9 | 5,01 | 2 | 62 | 27 | 202 | 22 | 12 |
| METATUFO GRAFITOSO 1 (VB-03) 16M | 16 | 31 | 62,74 | 0,59 | 17,24 | 8,16 | 0,9 | 2,38 | 2,62 | 2,87 | 0,7 | 0,04 | 2,99 | 3,7 | 3 | 51 | 14 | 188 | 10 | |
| METATUFO GRAFITOSO 2 (MB-22) 7M | 16 | 31 | 56,42 | 0,63 | 18,58 | 7,18 | 0,11 | 2,48 | 3,76 | 5,83 | 1,95 | 0,12 | 3,19 | 6,96 | 4 | 85 | 22 | 369 | 45 | 12 |
| METATUFO GROSSEIRO 1 (VB-05) 19M | 18 | 31 | 54,92 | 0,97 | 18,86 | 8,88 | 0,16 | 4,1 | 4,62 | 3,75 | 0,45 | 0,18 | 2,9 | 6 | 6 | 71 | 22 | 376 | 8 | 17 |
| METATUFO GROSSEIRO 2 (NB-14) 28M | 18 | 31 | 62,29 | 0,48 | 16,96 | 5,92 | 0,12 | 1,31 | 3,75 | 7,28 | 0,51 | 0,18 | 1,6 | 4,45 | 4 | 33 | 11 | 242 | 5 | 10 |
| METATUFO LAPILITICO 1 (MB-16) 46M | 18 | 25 | 64,75 | 0,48 | 14 | 8,14 | 0,15 | 3,15 | 5,26 | 4,04 | 0,29 | 0,11 | 3,19 | 5,4 | 4 | 70 | 19 | 171 | 28 | 11 |
| Zn | Cu | Ni | Co | Cr | Ba | V | S | Ga | Ce | Sm | Yb | La | Nd | Eu | Gd | Dy | Er | Lu | Ho | Au |
| 81 | 9 | 7 | 34 | 8 | 163 | 109 | 42 | 7 | 7,7 | 2,4 | 2,5 | 3,5 | 8,88 | 0,72 | 3,18 | 3,9 | 2,58 | 0,33 | 0,77 | 0 |
| 96 | 25 | 8 | 31 | 14 | 330 | 130 | 204 | 17 | 8,28 | 3,78 | 4,58 | 5,18 | 8,18 | 0,74 | 6,5 | 5,9 | 2,7 | 0,65 | 1,32 | 0 |
| 62 | 29 | 13 | 21 | 49 | 659 | 111 | 39 | 28 | 28,18 | 2,88 | 1,83 | 18,88 | 12,18 | 0,78 | 3,1 | 3 | 2 | 0,26 | 6 | 0 |
| 126 | 163 | 18 | 43 | 22 | 657 | 214 | 168 | 17 | 34,3 | 5 | 2,59 | 17 | 22 | 1,25 | 5,18 | 4,68 | 2,88 | 0,35 | 0,93 | 2 |
| 71 | 3 | 28 | 6 | 199 | 83 | 313 | 14 | 4,78 | 6 | 4,1 | 21,1 | 24,8 | 1,8 | 6,7 | 6,8 | 4,3 | 0,52 | 1,4 | 0 | |
| 85 | 26 | 11 | 31 | 18 | 234 | 108 | 2041 | 18 | 12,8 | 1,59 | 1,4 | 6,5 | 7,2 | 0,53 | 2,1 | 2,2 | 1,43 | 0,21 | 0,64 | 3 |
| 81 | 7 | 8 | 34 | 92 | 122 | 136 | 1839 | 23 | 9,2 | 1,41 | 2,18 | 5,6 | 6,3 | 0,84 | 1,55 | 2,4 | 1,8 | 0,29 | 0,53 | 0 |
| 97 | 48 | 18 | 33 | 44 | 717 | 146 | 166 | 24 | 11,9 | 1,75 | 1,41 | 6,2 | 7,8 | 0,52 | 1,9 | 2,2 | 1,43 | 0,21 | 0,38 | 2 |
| 125 | 15 | 8 | 32 | 45 | 94 | 213 | 4861 | 19 | 16,3 | 3,1 | 1,92 | 8,1 | 12,7 | 1,1 | 3,2 | 3,2 | 2,1 | 0,28 | 0,66 | 0 |
| 84 | 38 | 4 | 33 | 9 | 580 | 213 | 4850 | 12 | 8,9 | 1,4 | 0,88 | 4,8 | 7,1 | 0,56 | 1,68 | 1,61 | 0,94 | 0,14 | 0,26 | 3 |
| 103 | 41 | 15 | 31 | 29 | 884 | 132 | 2018 | 6 | 14,78 | 2,3 | 1,64 | 7,2 | 9,9 | 0,78 | 2,7 | 2,8 | 1,8 | 0,21 | 0,51 | 0 |

Após gerar as tabelas químicas das rochas encaixantes e rochas mineralizadas os dados foram inseridos no software (GCDkit6.0), para geração do gráficos geoquímicos. Aqui destacamos o diagrama triangular AFM (IRVINE; BARAGAR, 1973), onde A é teor de álcalis, F o teor de ferro e M o teor de magnésio contido na amostra (Figura 1), o diagrama de Jansen (1976), na figura 2, além do diagrama spider dos principais elementos traços (SUN; McDONOUGH, 1989)

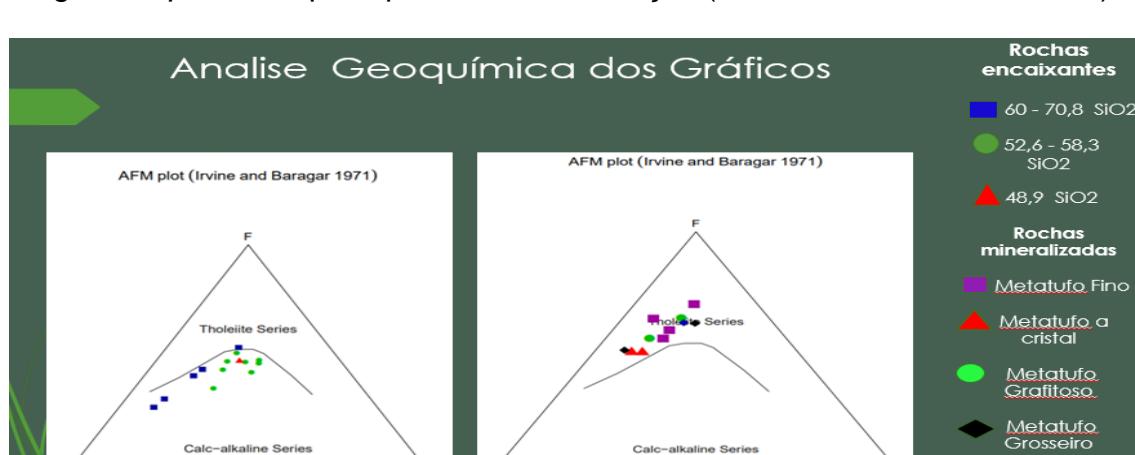


Figura 1: Gráficos geoquímicos tipo AFM das rochas encaixantes e Rochas mineralizadas

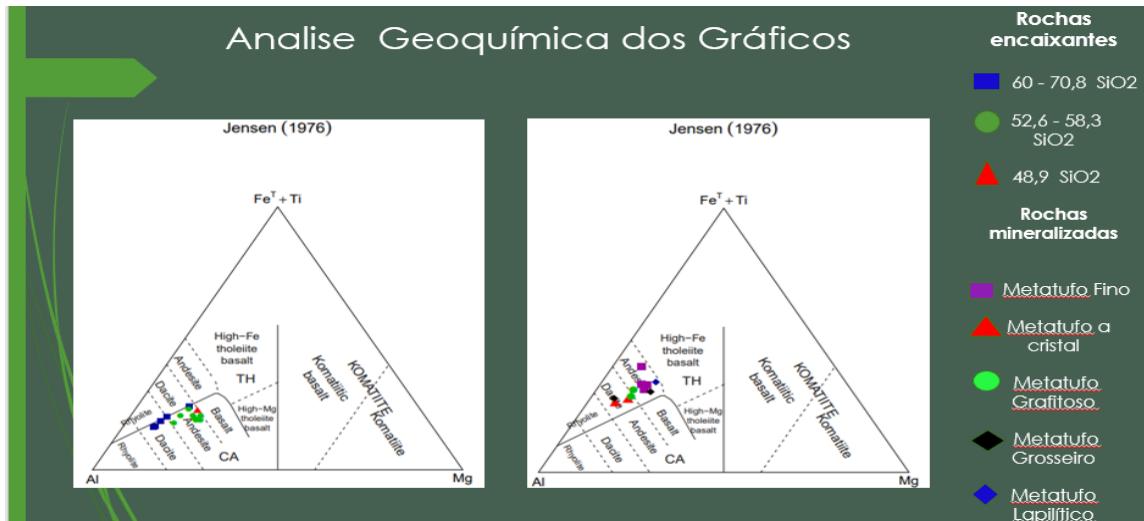


Figura 2: Gráficos geoquímicos de Jansen (1976) das rochas encaixantes e rochas mineralizadas

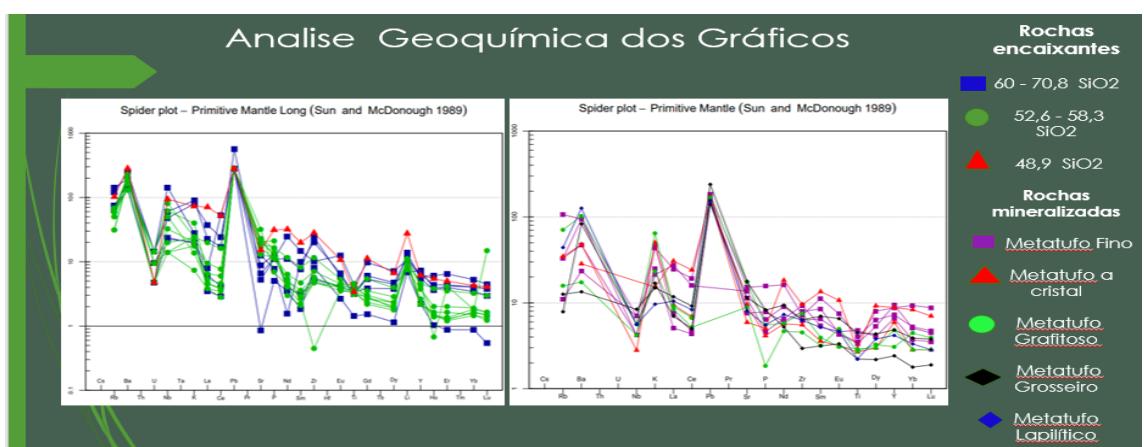


Figura 3: Gráficos geoquímicos tipo Spider para elementos traços das rochas encaixantes e rochas mineralizadas

Os gráficos geoquímicos mostram a diferença entre as rochas encaixantes e rochas mineralizadas, indicando que o fluido que deu origem a mineralização modifica quimicamente as rochas por onde ele passou gerando ambiente de formação do deposito de ouro.

4. CONCLUSÕES

Como evidenciado neste trabalho, mesmo em fase preliminar, os dados geoquímicos indicam que o fluido mineralizador modificou o sistema, provavelmente relacionado a zona de cisalhamento que afetou a área do depósito (PINTO, 1997). A geoquímica e a presença de outros metais associados ao ouro, indicam uma fonte polimetálica diferente do modelo metalogenético metamórfico proposto por Koppe (1990). Para isto é necessário a continuação dos estudos para aprofundamento do modelo proposto da mineralização de ouro da Bossoroca.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IRVINE, T.N., BARAGAR, W.R.A., 1971. A guide to the Chemical Classification of the common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences, 8: 523-548.

JANOUŠEK, V., FARROW, C. M. & ERBAN, V. 2006. Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology* 47(6):1255-1259.

JENSEN, L.S., 1976. A new cation plot for classifying sub-alkalic volcanic rocks. Ontario Division of Mines, Misc. Paper n. 66.

KOPPE, J.C.K. **Metalogênese do ouro da mina da Bossoroca, São Sepé – RS.** 1990. Dissertação (Doutorado em Ciências) - Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PINTO, V.M.P. **Contribuição ao estudo metalogenético dos principais depósitos auríferos da sequência campestre. RS.** 1997. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

REMUS, M.V.D., Mc Naughton, N.J., Hartmann, L.A., Koppe, J.C., Fletcher, I.R., Groves, D.I., Pinto, V.M., 1999. Gold in the Neoproterozoic juvenile Bossoroca volcanic arc of southernmost Brazil: isotopic constraints on timing and sources. *J. S. Am. Earth Sci.* 12, p. 349-366, 1999.

SOARES, M.S.S. **Processamento e interpretação de dados aerogeofísicos magnetométricos e gamaespectrométricos no estudo do controle das mineralizações auríferas na região do complexo Bossoroca, São Sepé, RS.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SUN S.S., McDONOUGH W.F. (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders AD, Norry MJ (eds) Magmatism in the ocean basins. **Geol Soc Lond Spec Publ**, v42, n1, p 313–345, 1989.

WILDNER, W.W **Caracterização geológica e geoquímica das sequências, ultramaficas e Vulcano-sedimentares da região da Bossoroca – RS.** 1990. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.