

O GOSSAN DE IRECÊ-LAPÃO (BA)

S.M. Barros de Oliveira¹, Ph. Magat², A. Blot³

1. Instituto de Geociências/NUPEGEL-Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
2. ORSTOM, França; Instituto de Geociências/NUPEGEL-Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
3. ORSTOM, França

Fonds Documentaire ORSTOM



010011554

ABSTRACT

At Irecê-Lapão, state of Bahia, there are gossans derived from the oxidation of the sulphide levels intercalated with carbonatic and phosphatic rocks belonging to the Una Group (Upper Proterozoic). The primary ore contains mostly pyrite, sphalerite and galena. The mineralogy of the gossans is almost invariably goethite, hematite, quartz and minerals of the alunite-jarosite family. Geochemically, they are anomalous in Zn, Pb, Ag and As. Samples of gossans from the same outcrop differ markedly in texture and structure, giving way to a variety of facies. Detailed chemical studies have shown that Pb and Zn behave differently during the process of gossan formation. Zn is trapped in the iron oxy-hydroxides structure, whereas Pb forms its own minerals of the alunite-jarosite family.

RESUMO

Os gossans da região de Irecê-Lapão, Estado da Bahia, são produtos da oxidação de níveis sulfetados intercalados nas rochas carbonáticas e fosfáticas do grupo Una, do Proterozóico Superior. A mineralização primária compõe-se, principalmente, de pirita, esfalerita e galena. Os gossans caracterizam-se por apresentar grande variedade faciológica, composição mineralógica essencialmente representada por goethita, hematita, quartzo e minerais da família da alunita-jarosita, presentes em proporções variáveis, e teores anômalos em Zn, Pb, Ag e As. Estudos químicos de detalhe, através de análises microssituadas, puseram em evidência o comportamento divergente do Pb e do Zn durante a formação do gossan. O Zn fica associado aos óxi-hidróxidos de ferro, enquanto o Pb forma seus próprios minerais da família de alunita-jarosita.

INTRODUÇÃO

Gossans são formações superficiais resultantes da alteração intempérica de mineralizações sulfetadas. Constituem um tipo particular de chapéu de ferro, termo que designa o conjunto de formações residuais fortemente enriquecidas em minerais ferríferos supérgenos, e que provêm da oxidação meteórica de minerais ricos em ferro (Kosakevitch, 1979). No campo, os gossans distinguem-se das couraças lateríticas por sua geometria, suas dimensões e seus aspectos macroscópicos característicos. Quando esses critérios são insuficientes, a análise química permite discriminá-los: um gossan é geralmente anômalo em As, Sb, Ag, Zn, Cu, Pb e Bi, enquanto as lateritas concentram preferencialmente Al, Si, Cr, V, Ti, Mn e Ni. Frequentemente, também as texturas, que mostram figuras de substituição pseudomórficas típicas, são caracteres diagnósticos seguros.

Nos arredores da cidade de Irecê, no Estado da Bahia, ocorrem gossans relacionados à oxidação de níveis sulfetados ricos em Pb e Zn, intercalados em formações carbonáticas. O objetivo deste trabalho é o de fornecer uma descrição macroscópica das várias fácies presentes nesses corpos, caracterizá-los quanto a suas texturas, mi-

neralografia e quimismo, e investigar as fases-suporte do Pb e Zn.

CONTEXTO REGIONAL E LOCAL

Quadro fisiográfico

A cidade de Irecê situa-se a cerca de 450 km a oeste de Salvador, a altitude de 720 m, na unidade morfológica denominada "Reverso do Planalto de Diamantina". O relevo constitui-se por uma chapada irregular formada por planos rampeados, contendo formas de dissolução cársticas. As principais drenagens são representadas pelos rios Jacaré e Salitre, da bacia do rio São Francisco (Projeto RADAM, 1983).

O clima da região é classificado como sub-úmido a semi-árido, com precipitação anual de 600 mm, concentrada nos meses de verão, e temperatura média anual de 22°C. A vegetação predominante é do tipo caatinga arbórea densa a aberta (Projeto RADAM, 1983).

Aspectos geológicos

As ocorrências de Pb e Zn do Estado da Bahia estão associadas aos metassedi-

mentos do Grupo Una, de idade proterozóica superior, que é o equivalente regional do Grupo Bambuí. O Grupo Una e suas mineralizações foram estudadas, principalmente, por Misi & Souto (1975), Misi (1979) e Misi & Kyle (1990), a partir de cujos trabalhos foi traçada a síntese que se segue.

Na região da Chapada Diamantina, onde está Irecê, o Grupo Una (Fig. 1) repousa em discordância erosiva sobre os quartzitos do Grupo Chapada Diamantina, do Proterozóico Médio. Compõe-se de duas formações: Bebedouro e Salitre. A Formação Bebedouro, na base, com espessura variável de 1 a 70 m, constitui-se de sedimentitos sílico-argilosos, englobando níveis de tilito. Em direção ao topo, predo-

minam quartzitos conglomeráticos e arco-sianos. A Formação Salitre, essencialmente carbonática, é subdividida em cinco unidades. Na base, com espessura entre 0 e 60 m, a Unidade C repousa sobre os quartzitos da Formação Bebedouro, e é formada por dolomitos vermelhos argilosos com intercalações de metargilitos. Na transição para a Unidade B, torna-se predominantemente calcária. A Unidade B, com espessura da ordem de 200 m, caracteriza-se pela presença de calcários dolomíticos cinza claros, finos e laminados. Sobrepõe-se a Unidade B1, de pequena espessura e descontínua, composta por dolarenitos e dololutitos silicosos e níveis de sílica. Associam-se estruturas estromatolíticas algais, localizadamente fosfatadas. Uma característica

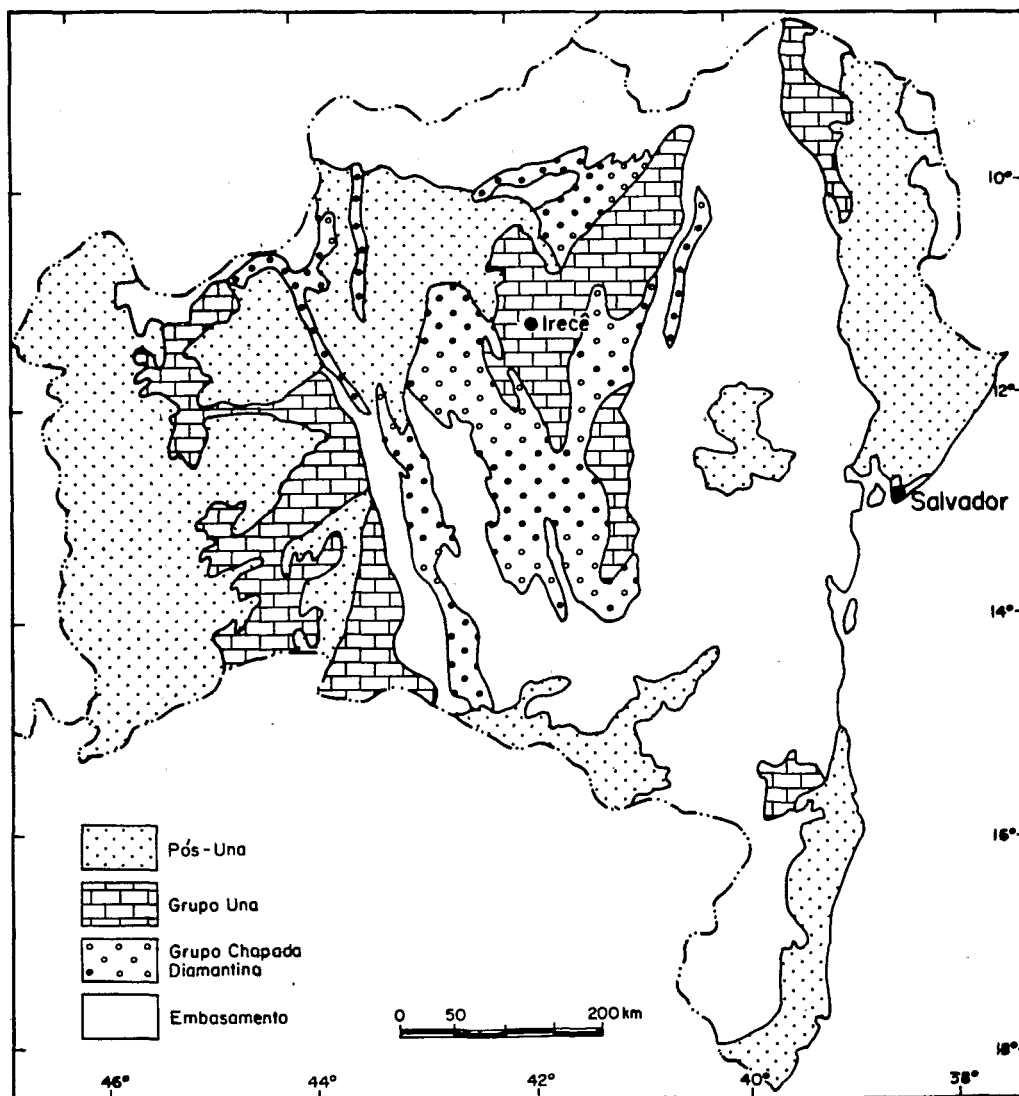


Figura 1 - Esboço geológico do Estado da Bahia (simplificado a partir de Misi, 1979).

dessa unidade é a presença de fluorita nos dolomitos, e teores de Pb e Zn bem superiores ao clarke. As unidades do topo da seqüência, A e A1, compõem-se de calcários micríticos negros, calcários oolíticos e pisolíticos, e têm espessura de 150 a 200 m.

O grupo Una é produto de sedimentação epicontinental, influenciada por variações cíclicas das taxas de subsidência e sedimentação. Podem ser reconhecidos cinco ciclos de sedimentação que começam por um ambiente continental, em parte glacial (Formação Bebedouro), e prosseguem pelo estabelecimento de sedimentação marinha que vai de rasa a relativamente profunda (Formação Salitre).

Apesar das características gerais de estabilidade, o embasamento cratônico e, em consequência, a cobertura sedimentar foram afetados regionalmente por sistemas de fraturas com direções N40-50W e N35-50E. Dobras de eixos EW são observadas na região. A tectônica dúctil de fraca intensidade causou dobramentos de grande raio de curvatura que foram localizadamente afetados pela tectônica rúptil, a toda escala de observação.

Regionalmente, as principais mineralizações de Pb e Zn descritas são estratigraficamente controladas, e pertencem às unidades B e B1. Nas imediações da cidade de Irecê, as camadas mineralizadas em sulfetos estão acima de níveis estromatolíticos, principalmente colunares, ricos em fosfatos. Constituem-se por calcários dolomíticos laminados e dolomitos com nódulos de sílex, contendo estruturas sedimentares que indicam um ambiente de planície de maré do tipo "sabkha". Os sulfetos presentes são pirita, esfalerita, galena, marcassita, jordanita, tetraedrita e covelita, em ordem decrescente de abundância, acompanhados, principalmente, por barita, calcita, quartzo e gipso. Estudos isotópicos de C, S e O dão suporte à hipótese, segundo a qual os sulfetos formaram-se durante a diagênese, através da redução bacteriana de minerais sulfatados.

AMOSTRAGEM E TÉCNICAS ANALÍTICAS

Depois de proceder ao inventário dos gossans da região de Irecê (7 sítios reconhecidos), foi escolhido o mais bem desenvolvido em afloramento para estudos de detalhe. Esse gossan, localizado no muni-

cípio de Lapão, a 5 km a SSE de Irecê, aflora por cerca de 2 km como um corpo alongado de direção aproximada EW. Com a finalidade de expor as diferentes fácies presentes no gossan e suas relações com as encaixantes, foi cavada uma trincheira de 67 m de comprimento por 2-3 m de profundidade, perpendicular ao alongamento do corpo. Dessa trincheira, foram retiradas 22 amostras representativas das diferentes fácies de gossan reconhecíveis macroscopicamente, das encaixantes e dos materiais de contato (Fig. 2).

Um furo de sondagem (S-53), de 43 m de profundidade, próximo ao gossan, realizado há alguns anos no quadro de uma campanha de prospecção para fosfato pela CBPM, foi também descrito e amostrado em 20 pontos. Esse furo atravessa zonas de gossan, de sulfetos frescos e de rocha estéril.

As amostras da trincheira foram descritas do ponto de vista macroscópico e classificadas em função das texturas apresentadas. Dezoito delas, selecionadas por representarem fácies típicas, foram laminadas para observação ao microscópio óptico de luz transmitida e de luz refletida, e submetidas à difração de raios X. Em quatro dessas lâminas, foi efetuada análise puntual ao microscópio eletrônico com microanalisador (sistema EDS). Análise química para elementos maiores e traços, por plasma ICP, foi realizada para nove amostras.

RESULTADOS

O furo de sondagem

O estudo das amostras provenientes do furo de sondagem permitiu estabelecer o perfil representado na Figura 3 (Flicoteaux, 1990). Esse furo corta um nível de gossan de uns 6 m de espessura, próximo à superfície, um nível sulfetado com cerca de 5 m de espessura mais abaixo e, a 40 m de profundidade, um nível pouco espesso de rocha fosfática. Intercalados entre esses níveis predominam dolomitos, contendo uma pequena fração argilosa.

A mineralização sulfetada pode estar disseminada na rocha carbonática, ou situar-se em estilólitos. São reconhecíveis, além de esfalerita e galena, pelo menos duas gerações de pirita. A ganga carbonática pode conter micronódulos algares.

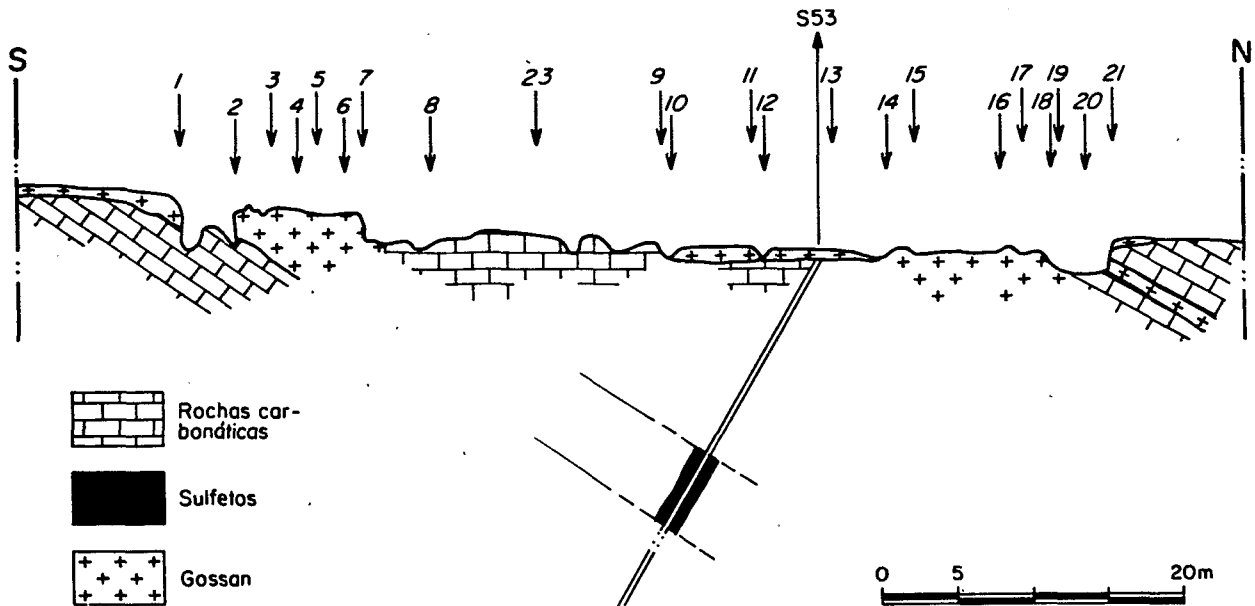


Figura 2 - Esquema da trincheira sobre o gossan de Irecê-Lapão. Localização das amostras.

Os materiais da trincheira

Aspectos macroscópicos

O corpo amostrado aflora descontinuamente, através de blocos que podem atingir até 1 m de diâmetro. Esses blocos alternam-se com rocha carbonática e seguem a direção S80-60E por dezenas de metros. A trincheira, implantada na direção N10E, expõe duas zonas maiores de afloramento de gossan que parecem pertencer a camadas que mergulham 60°N, separadas por um nível carbonático recoberto parcialmente por blocos soltos de gossan (Fig. 2).

São distinguíveis quatro diferentes fácies de gossan: fácies ferruginosa orientada, fácies ferruginosa maciça, fácies ferruginosa porosa e fácies pseudoconglomerática. Com exceção da última, que se situa sempre no contato gossan/rocha carbonática, as demais fácies não mostram um padrão regular de distribuição no espaço.

Os gossans de fácies ferruginosa orientada são de dois tipos:

- Fácies orientada com estrutura da rocha visível. Trata-se da encaixante carbonática estratificada, impregnada por óxi-hidróxidos secundários de ferro. As cores variam do amarelo ao marron. A porosidade é reduzida e geralmente situada na interface entre os estratos; os poros podem estar vazios ou preenchidos por fer-

ro. O estágio máximo de evolução desse material é um gossan maciço, onde apenas subsistem relíquias de rocha estratificada.

- Fácies orientada com estrutura induzida pela ferruginização. Neste caso, mais raro que o anteriormente descrito, o material é caracterizado por figuras centimétricas tipo "slumps", diretamente ligadas à precipitação dos oxi-hidróxidos de ferro. A porosidade é importante e apresenta-se como cavidades atapetadas de minerais secundários, como sulfatos e óxidos.

Os gossans de fácies ferruginosa maciça são mais ricos em oxi-hidróxidos de ferro, com porosidade pouco desenvolvida e alta densidade aparente. É um material duro, de brilho metálico, marron avermelhado a marron escuro, que pode apresentar estruturas mamelonares na superfície.

Os gossans de fácies ferruginosa porosa apresentam estruturas do tipo "box-work", forradas de glóbulos sub-milimétricos. São de cor marron amarelada a marron alaranjada e estão geralmente associados à presença de barita.

Finalmente, os gossans de fácies pseudoconglomerática são formados de nódulos ferruginosos com ou sem córtex, de dimensão milimétrica a centimétrica, soldados por uma matriz carbonática, o que dá ao conjunto um aspecto conglomerático. A cor do material é amarelo clara a bege rosada,

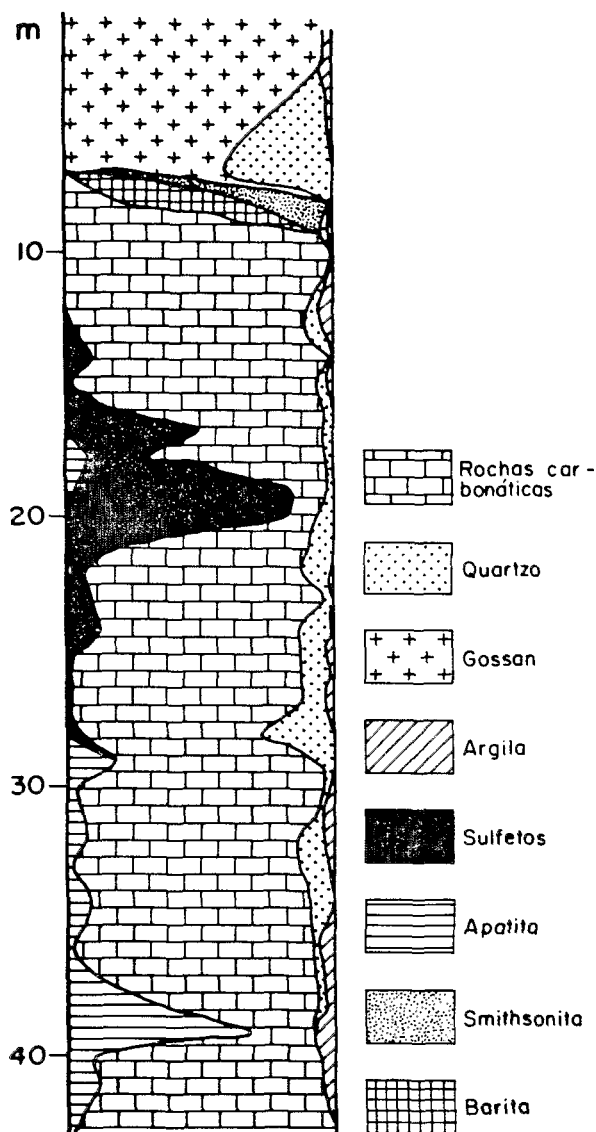


Figura 3 - Composição mineralógica semi-quantitativa do furo de sondagem S-53, segundo Flicoteaux (inédito).

pontilhada por núcleos avermelhados.

Caracterização mineralógica e micromorfológica

Apesar da heterogeneidade macroscópica dos gossans, sua mineralogia é bastante simples. De modo geral, ao microscópio, aparece sempre um plasma ferruginoso em uma ou várias gerações, no qual estão espalhados pequenos cristais de quartzo e, raramente, de carbonato. Os minerais identificados por difração de raios X constam da Tabela 1.

Constituintes secundários maiores - A goethita está sempre presente sob forma microcristalina, ou mais raramente fibror-

radiada. No primeiro caso, forma um plasma translúcido sem estrutura, de cor alaranjada. Quando fibrorradiada, as fibras são paralelas às paredes ou fissuras sobre as quais elas se desenvolvem. A hematita é bem menos abundante, e apresenta-se microcristalina, de cor vermelha escura, podendo até tornar-se completamente opaca à luz transmitida. Pode ocorrer como revestimento das paredes dos "boxwork" e dos poros.

Na fácies pseudoconglomerática, o núcleo dos nódulos pode conter goethita e hematita, mas o córtex é sempre essencialmente goethítico. O cimento é composto por calcita secundária.

Constituintes secundários menores - Os principais minerais secundários encontrados nos gossans, além dos oxi-hidróxidos de ferro, pertencem à família da alunita-jarosita (Scott, 1987). Encontram-se misturados no plasma goethítico e são de difícil identificação ao microscópio. À difração de raios X, apareceram as seguintes espécies: corkita, jarosita, plumbojarosita, lusingita e traços de crandalita e plumbogumita.

Constituintes primários residuais - São os minerais que resistiram à alteração supérgena e restam como resíduos envolvidos pelos oxi-hidróxidos de ferro. O principal mineral residual é o quartzo; acessoriamente ocorrem calcita, barita, apatita, alguns raros cristais de K-feldspato e mica, e, mais raramente ainda, algum sulfeto.

O quartzo aparece sob diferentes formas: grãos mais ou menos corroídos, isolados ou em pequenos grupos, ou sob forma acicular, indicando, nesse caso, uma possível origem secundária. Em alguns locais, os grãos lembram restos de "boudins", testemunhando uma fase de deformação tipo "shear zone", pela qual os metassedimentos devem ter passado. A calcita subsiste, principalmente, nos gossans a fácies com estrutura da rocha visível, associadas à estratificação ou em veios milimétricos. A barita, o feldspato e a mica não foram observados na fácies pseudoconglomerática. Os sulfetos ocorrem geralmente incluídos no quartzo ou carbonato, que os protegeram da oxidação. Aparecem como cubos esparsos ou agrupados em fileiras, tal como na mineralização primária.

Caracterização química

A Tabela 2 mostra os resultados ana-

Tabela 1 - Dados mineralógicos (difração de raios X) para amostras do gossan de Irecê-Lapão.

AMOSTRA	FÁCIES	MINERAIS PRESENTES
G7-1	maciça	goethita, quartzo, apatita e Pb-jarosita
G7-2	maciça	goethita, quartzo e mica
G7-3	porosa	goethita e quartzo
G7-4	maciça/porosa	goethita, quartzo, Pb-jarosita e mica
G7-6	porosa	goethita, quartzo e hematita
G7-7	orientada	goethita, quartzo, dolomita e lusungita
G7-8	porosa/macica	goethita, dolomita, quartzo, jarosita e ortoclásio
G7-9	maciça	goethita e quartzo
G7-10	pseudoconglomerática	goethita, quartzo, jarosita, Pb-jarosita e calcita
G7-11	orientada	goethita, quartzo e corkita
G7-12	pseudoconglomerática	goethita, quartzo, calcita, jarosita e plubogumita
G7-13	maciça	goethita, quartzo e corkita
G7-15	maciça	goethita e corkita
G7-17	maciça	goethita e quartzo
G7-18	maciça	goethita e quartzo
G7-19	maciça	goethita e quartzo
G7-20	maciça	goethita, quartzo e calcita
G7-23	porosa	goethita, quartzo e crandalita

líticos para sete gossans de fácies ferruginosas e dois gossans de fácies pseudoconglomerática. Na falta de dados analíticos para as encaixantes, que serviriam para dar uma idéia do fundo regional, são fornecidos os valores dos clarkes para os elementos-traço.

A observada heterogeneidade na composição química dos gossans de fácies ferruginosas deve-se não a uma diferença na composição mineralógica que, como foi visto, é bastante simples, mas à variação na proporção das fases presentes. De maneira geral, o Fe_2O_3 , representando os oxi-hidróxidos de ferro, é amplamente dominante. Segue-se a SiO_2 , presente em quantidades muito variáveis e correspondente principalmente ao quartzo. O Al_2O_3 ocorre em pequena quantidade, relacionado a restos de silicatos e a alguma argila. Os demais óxidos apresentam-se sempre em quantidades menores que 1%, com exceção do P_2O_5 , que chega até 2,5%, e deve ser atribuído aos minerais da família da alunita-jarosita. Nos gossans de fácies pseudoconglomerática, altos valores de CaO e PF indicam a dominância do cimento calcário sobre os nódulos ferruginosos.

Com relação aos elementos-traço, o gossan de Irecê-Lapão é caracterizado por altos valores de Zn, Pb, As e Ag, comparados ao clarke. Os demais elementos-traço encontram-se em teores semelhantes ao clarke ou inferiores. Nos gossans de fácies pseudoconglomerática, essas anomalias repetem-se em escala menor, com exceção do Zn, que apresenta valores bastante elevados.

As terras raras apresentam-se em média um pouco empobrecidas em relação à crosta. As curvas de distribuição normalizadas em relação ao condrito para o gossan de Irecê-Lapão e para a crosta (Fig. 4) são aproximadamente paralelas. Na fácies pseudoconglomerática, os teores em terras raras são ligeiramente superiores (Tabela 2), devido provavelmente à maior abundância de carbonato, que é possivelmente uma das fases portadoras desses elementos.

Estudo geoquímico de detalhe de algumas fases presentes

- Corkita

Na amostra G7-15, foram observados

Tabela 2 – Composição química global de amostras do gossan de Irecê-Lapão.

ELEMENTOS MAIORES (% em peso)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	PF	Soma
Fácies ferruginosas												
G7-1	13,08	3,84	59,29	0,07	0,68	0,28	0,01	1,11	0,14	2,37	16,63	97,49
G7-3	10,98	4,30	62,34	0,45	0,40	0,38	0,01	0,44	0,17	2,45	15,58	97,49
G7-7	4,69	1,87	58,45	0,01	0,45	0,22	0,01	0,01	0,06	1,82	14,65	82,21
G7-8	51,40	1,51	28,25	0,15	0,60	1,06	0,01	0,01	0,07	2,07	11,92	97,03
G7-14	31,82	1,12	55,59	0,04	0,22	0,19	0,01	0,11	0,04	0,79	9,40	99,32
G7-18	13,13	0,26	72,71	0,01	0,17	0,19	0,01	0,01	0,05	0,39	12,33	99,23
G7-23	5,16	1,38	77,09	0,05	0,25	0,28	0,01	0,01	0,03	0,93	13,96	99,13
Média	18,61	2,04	59,10	0,11	0,40	0,37	0,01	0,24	0,08	1,55	13,50	
Fácies pseudoconglomerática												
G7-10	26,17	3,94	17,03	0,03	0,50	25,17	0,01	0,15	0,17	1,41	23,85	98,42
G7-12	26,35	4,66	22,32	0,22	0,68	20,25	0,01	0,16	0,20	1,18	21,73	97,75
Média	26,26	4,30	19,68	0,13	0,59	22,71	0,01	0,16	0,19	1,30	22,79	

ELEMENTOS-TRAÇO (ppm, Hg em ppb)

	Ag	Aa	Ba	Be	Co	Cr	Cu	Ga	Hg	Ni	Pb	Rb	Sc	Sr	V	Y	Zn	Zr
Fácies ferruginosas																		
G7-1	37	3890	1931	0,5	16	49	104	42	7	26	21300	28	5	1251	148	19	9991	61
G7-3	17	4690	2521	1,6	27	45	185	27	5	30	9630	22	7	464	216	31	9450	87
G7-7	nd	nd	82	0,1	14	23	265	166	nd	34	nd	14	4	39	63	2	12600	47
G7-8	10	2595	199	0,1	1	1	136	1	15	23	3200	15	3	26	117	4	10000	54
G7-14	5	706	18	0,1	15	15	26	1	1	20	2320	19	3	8	58	3	4931	52
G7-18	51	5240	1	0,1	19	16	68	1	11	21	1260	22	3	1	46	1	5856	53
G7-23	8	3390	818	0,1	20	23	54	1	12	40	3110	24	4	20	93	10	8935	36
Média	21	3419	796	0,4	16	25	120	34	9	28	6803	21	4	258	106	10	8823	56
clarke	1	1,8	425	2,8	20	99	55	15	0,1	95	13	90	22	375	135	33	70	165
Fácies pseudoconglomerática																		
G7-10	6	500	182	0,6	14	54	35	9	2	38	1480	24	12	170	67	16	10000	89
G7-12	3	806	371	1	18	57	55	6	3	43	2300	25	11	55	103	17	10000	106

TERRAS RARAS, U e Th (ppm)

	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Er	Yb	Lu	U	Th
Fácies ferruginosas												
G7-1	47	92	30	6	1,1	5,3	3,6	1,9	1,6	0,6	0,8	9,6
G7-3	33	84	36	7	1,7	6,7	5,2	2,1	1,8	0,4	6,4	9,7
G7-7	11	20	7	1	0,2	0,6	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2	2,3
G7-8	2	3	2	1	0,2	0,1	0,6	0,4	0,3	0,3	2,4	0,2
G7-14	3	5	2	1	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	2,9	0,5
G7-18	3	0	0	0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	0,2	0,2
G7-23	5	14	5	2	0,4	1,5	1,1	1,0	0,6	0,6	1,6	0,2
Média	16	34	13	3	0,6	2,5	1,9	1,0	0,8	0,4	2,8	3,5
clarke	30	64	28	6	1,2	5,4	3,0	2,8	3,4	0,5	1,8	7,2
Fácies pseudoconglomerática												
G7-10	16	41	17	3	0,8	3,6	2,6	1,1	1,3	0,2	1,4	4,0
G7-12	19	49	20	4	1,0	4,3	3,0	1,7	1,4	0,3	1,9	4,4

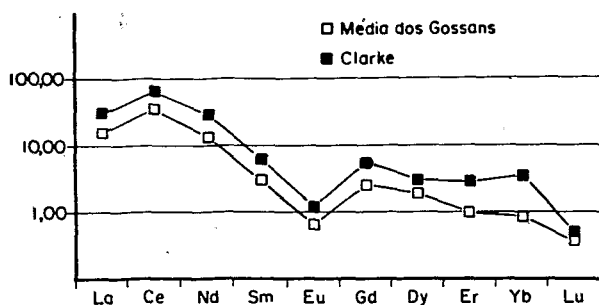


Figura 4 - Curvas de distribuição dos ETR para as amostras do gossan de Irecê-Lapão e para a média da crosta (normalizadas em relação ao condrito, segundo Taylor & McLennan, 1985).

ao microscópio manchas amareladas que, segundo indicações difratométricas, deviam corresponder a uma mistura de goethita e corkita. Análises químicas pontuais foram realizadas sobre três dessas manchas (Z1, Z2 e Z3), totalizando 32 pontos (Tabela 3).

A somatória dos óxidos situa-se em média em 75%, o que pode ser atribuído à água de composição de goethita não dosada e à elevada porosidade do material. Os teores de SiO_2 estão provavelmente relacionados à contaminação por quartzo. Uma parte do Fe_2O_3 compõe a goethita. Os óxidos restantes podem ser atribuídos à corkita. As razões $\text{P}_2\text{O}_5/\text{SO}_3$, PbO/SO_3 e $\text{PbO}/\text{P}_2\text{O}_5$ variam pouco de ponto a ponto, indicando constância da estequiometria deste mineral. Já a razão $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SO}_3$ possui um intervalo de variação muito maior, o que mostra a heterogeneidade composicional em termos dos teores de goethita de ponto a ponto. Os coeficientes de correlação Pearson calculados para as variáveis nos 32 pontos analisados mostram altíssimas correlações positivas $\text{PbO}/\text{P}_2\text{O}_5$ (0,994) e PbO/SO_3 (0,971), confirmando a associação $\text{Pb}/\text{S}/\text{P}$.

Para o cálculo da fórmula estrutural da corkita - $\text{AB}_3(\text{XO}_4)_2(\text{OH})_6$ -, seguiu-se o procedimento proposto por Scott (1987), com base em dois moles de XO_4 . O sítio B foi calculado na base de três moles, excluindo-se o excedente de Fe, considerado como contaminação de goethita. Os resultados para cinco pontos estão na Tabela 4. A composição bastante semelhante do mineral nos cinco pontos, com valores sempre bem próximos a 1 mol no sítio B, indica que as suposições subjacentes ao método de cálculo são válidas.

O Pb é o principal constituinte do sítio

A. Quantidades muito subordinadas de K e Ca completam as posições desse sítio. O sítio B é largamente dominado pelo Fe^{+3} . Al e Zn em pequenas quantidades completam esse sítio. O Cu pode estar presente em quantidades mínimas, ou estar ausente. O sítio XO_4 é compartilhado quase que igualmente pelo SO_4^{2-} e PO_4^{3-} , com ligeira predominância do primeiro ânion.

- Os plasmas goethíticos e as várias gerações de goethita

a. No plasma ferruginoso das fácies ferruginosas

Para o estudo da composição dos plasmas goethíticos foram utilizadas as amostras G7-6 e G7-9, correspondentes a gossans de fácies porosa e maciça, respectivamente. Nas lâminas foram selecionadas zonas em que esse plasma aparecia bem homogêneo e maciço (zona 1 da lâmina G7-6 e zona 2 da lâmina G7-9), e zonas em que era possível distinguir ao microscópio dois tipos diferentes de plasma. Na zona 2 da lâmina G7-6, ocorre um plasma mais amarelado e um plasma mais avermelhado. Nas zonas 1 e 3 da lâmina G7-9 ocorrem glóbulos de goethita amarelo-esverdeados que parecem corresponder a uma primeira geração, e camadas concêntricas de goethita de uma segunda geração precipitada sobre esses glóbulos.

Foram dosados, além dos elementos maiores, Cu_2O , PbO e ZnO , e foram calculadas as razões $\text{ZnO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{PbO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ e ZnO/PbO para cada ponto dosado. Os resultados estão na Tabela 5.

Antes de mais nada, o que é notável nesses dados é a extrema heterogeneidade do material, com variações significativas nos teores de todos os elementos de ponto a ponto. Porém, pode-se dizer que, de modo geral, os plasmas goethíticos contêm principalmente Fe_2O_3 como goethita, uma quantidade muito variável de SiO_2 , da qual a maior parte é quartzo, e uma pequena quantidade de Al_2O_3 , provavelmente como caolinita. Mn, Ca, Ti e K estão presentes em pequenas quantidades. Os teores de ZnO ultrapassam muitas vezes 1%, podendo mesmo exceder 2%. Os de PbO são sempre inferiores, situando-se geralmente abaixo de 0,5%, e chegando em alguns pontos a zero. Os teores de Cu_2O são sempre bem baixos. O coeficiente de correlação Pearson entre o ZnO e o Fe_2O_3 para os

Tabela 3 – Composição química (% em peso) do plasma goethítico rico em corkita da amostra G7-15.

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	Cu ₂ O	ZnO	PbO	Soma	P ₂ O ₅ /SO ₃	PbO/SO ₃	Fe ₂ O ₃ /SO ₃	PbO/P ₂ O ₅
Amostra G7-15/Z1															
1	0,50	4,98	4,65	7,44	0,46	0,55	38,15	0,00	0,25	17,24	74,20	0,62	2,31	5,12	3,71
2	0,24	1,29	4,69	8,06	0,35	0,10	45,12	0,09	0,52	17,35	77,81	0,58	2,15	5,60	3,69
3	0,46	0,80	3,21	5,69	0,19	0,07	54,90	0,06	0,43	11,74	77,54	0,56	2,06	9,64	3,65
4	0,64	20,65	1,99	2,98	0,12	0,31	55,19	0,11	0,51	6,37	88,87	0,66	2,14	18,53	3,21
5	0,59	3,49	4,49	10,63	0,36	0,07	24,16	0,12	0,22	18,35	62,47	0,42	1,72	2,27	4,09
6	0,76	1,28	4,17	7,83	0,31	0,02	38,50	0,00	0,03	15,49	68,39	0,53	1,97	4,91	3,71
7	0,40	2,29	2,19	3,15	0,13	0,39	69,39	0,05	0,54	5,85	84,36	0,69	1,85	21,99	2,67
8	0,24	1,02	2,69	5,12	0,19	0,06	34,09	0,00	0,25	10,13	53,78	0,52	1,97	6,65	3,77
9	0,47	3,91	1,23	1,78	0,10	0,51	67,89	0,00	0,40	4,15	80,43	0,69	2,33	38,18	3,36
10	0,24	1,18	1,51	2,75	0,08	0,03	67,09	0,04	0,77	6,08	79,76	0,54	2,21	24,41	3,36
11	0,30	2,10	3,89	6,15	0,23	0,22	46,51	0,09	0,14	16,06	75,68	0,63	2,61	7,56	4,13
12	0,79	7,32	1,11	1,46	0,12	0,87	64,72	0,04	0,57	2,93	79,94	0,75	2,01	44,42	2,64
13	0,64	23,51	1,27	2,35	0,36	2,23	30,11	0,00	0,62	5,07	66,15	0,53	2,16	12,82	4,01
14	1,67	10,46	5,27	8,44	1,04	0,68	29,12	0,00	0,21	20,47	77,35	0,62	2,42	3,44	3,88
15	0,20	2,72	1,60	2,04	0,08	0,42	62,68	0,29	0,31	3,98	74,32	0,78	1,95	30,77	2,48
Média	0,54	5,80	2,93	5,06	0,27	0,44	48,51	0,06	0,38	10,75	74,74	0,57	2,12	9,59	3,67
Amostra G7-15/Z2															
1	0,24	1,33	3,02	5,54	0,22	0,20	48,57	0,12	0,58	10,68	70,50	0,54	1,92	8,76	3,54
2	0,31	1,01	5,31	8,06	0,20	0,10	31,77	0,00	0,00	20,78	67,54	0,65	2,57	3,93	3,91
3	0,53	2,04	4,67	8,73	0,15	0,18	37,02	0,05	0,15	19,34	72,86	0,53	2,21	4,24	4,13
4	0,36	0,87	4,43	6,49	0,16	0,00	35,62	0,00	0,08	17,38	65,38	0,68	2,67	5,48	3,92
5	0,33	5,35	4,71	8,23	0,12	0,37	33,75	0,00	0,00	18,93	71,78	0,57	2,29	4,09	4,01
6	0,65	1,85	4,27	7,19	0,21	0,02	44,41	0,00	0,37	15,38	74,36	0,59	2,13	6,17	3,59
7	0,47	10,67	1,18	1,55	0,08	0,47	63,80	0,01	0,13	4,21	82,57	0,76	2,71	41,15	3,56
8	0,56	2,91	5,97	10,30	0,25	0,14	32,79	0,00	0,08	24,28	77,30	0,57	2,35	3,18	4,06
9	0,10	1,56	2,39	3,10	0,05	0,30	64,61	0,00	0,40	6,73	79,23	0,77	2,17	20,87	2,81
10	0,39	3,11	0,82	1,10	0,09	0,52	69,90	0,13	0,51	1,89	78,46	0,75	1,71	63,71	2,29
11	0,39	1,10	1,10	1,28	0,00	0,29	74,73	0,00	0,45	2,22	81,57	0,85	1,73	58,24	2,01
12	0,14	6,45	0,91	1,04	0,00	0,73	73,43	0,00	0,75	2,34	85,79	0,87	2,24	70,61	2,56
Média	0,37	3,19	3,23	5,22	0,13	0,28	50,87	0,03	0,29	12,01	75,61	0,61	2,31	9,75	3,71
Amostra G7-15/Z3															
1	0,39	2,16	1,15	1,42	0,11	0,34	75,53	0,04	0,80	2,57	84,50	0,81	1,81	53,04	2,24
2	0,45	3,99	0,74	0,89	0,04	0,38	71,00	0,03	0,71	1,92	80,15	0,83	2,16	80,04	2,58
3	1,46	10,11	2,28	3,60	0,24	0,91	39,97	0,20	0,51	8,06	67,32	0,63	2,24	11,11	3,53
4	0,53	4,63	2,04	3,40	0,20	0,35	49,53	0,03	0,53	6,94	68,17	0,61	2,04	14,56	3,39
5	0,54	6,65	2,15	5,57	0,31	0,35	53,17	0,00	0,26	8,18	77,18	0,38	1,47	9,55	3,81
Média	0,67	5,51	1,67	2,97	0,18	0,47	57,84	0,06	0,56	5,53	75,46	0,56	1,86	19,44	3,31

Tabela 4 – Fórmula estrutural calculada para a corkita.

	Z1/1	Z1/11	Z2/1	Z2/6	Z2/8
Al ₂ O ₃	0,495	0,304	0,238	0,652	0,558
SiO ₂	4,984	2,097	1,326	1,848	2,907
P ₂ O ₅	4,645	3,885	3,018	3,274	5,966
SO ₃	7,438	6,145	5,539	7,193	10,302
K ₂ O	0,461	0,225	0,222	0,209	0,25
CaO	0,545	0,221	0,199	0,016	0,144
Fe ₂ O ₃	38,147	46,514	48,572	44,408	32,792
Cu ₂ O	0	0,089	0,121	0	0
ZnO	0,247	0,138	0,583	0,373	0,078
PbO	17,237	16,058	10,684	15,383	24,28
Pb	0,87	0,98	0,77	0,82	0,92
K	0,11	0,07	0,08	0,05	0,05
Ca	0,11	0,05	0,06	0,03	0,02
Al	0,11	0,08	0,08	0,15	0,09
Fe	2,86	2,88	2,78	2,79	2,9
Cu	0	0,02	<0,03	0	0
Zn	0,03	0,02	0,12	0,06	0,01
SO ₄	1,05	1,04	1,11	1,07	1,09
PO ₄	0,95	0,96	0,89	0,93	0,92

39 pontos analisados nas duas lâminas é de +0,62, indicando que o Zn deve estar associado aos óxi-hidróxidos de ferro. Para o PbO e o Fe₂O₃ não há correlação significativa.

No caso de haver dois tipos ou duas gerações de plasma goethítico, foram comparados os teores de PbO e ZnO nas duas situações. Como esses elementos devem estar associados à goethita mais provavelmente que à caolinita ou ao quartzo, é necessário descontar o efeito da maior ou menor quantidade dessas contaminações em cada geração ou tipo de plasma goethítico. Para isso, usam-se as razões ZnO/Fe₂O₃ e PbO/Fe₂O₃. A comparação entre as razões ZnO/PbO nas duas situações indica se houve acumulação preferencial de um desses elementos em uma das etapas da formação do plasma goethítico.

Na zona 2 da lâmina G7-6, o plasma amarelo apresenta valores das razões ZnO/Fe₂O₃ e PbO/Fe₂O₃ um pouco superiores aos do plasma vermelho. As razões ZnO/PbO são ligeiramente superiores no plasma vermelho. Essas pequenas variações entre os dois tipos de plasma não podem, entretanto, ser consideradas significativas, dado o pequeno número de pontos dosados e a grande variabilidade dos teores dentro de um mesmo tipo de plasma.

Quando há duas gerações de goethita bem identificadas (lâmina G7-9, Z1 e Z3), com glóbulos envolvidos por camadas concêntricas, parece haver uma diferença mais consistente entre os teores de PbO e ZnO nas duas gerações. Na primeira geração, correspondente aos glóbulos, as razões ZnO/Fe₂O₃ são sempre mais baixas que na segunda geração, correspondente às cama-

Tabela 5 – Composição química (% em peso) dos plasmas goethíticos das amostras G7-6 e G7-9.

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Cu ₂ O	ZnO	PbO	CaO	TiO ₂	K ₂ O	Soma	PbO/Fe ₂ O ₃	ZnO/Fe ₂ O ₃	ZnO/PbO
Amostra G7-6/Z1 - Goethita homogênea														
1	0,33	11,03	0,00	72,85	0,07	0,82	0,75	0,27			86,12	0,011	0,011	1,08
2	0,96	1,96	0,00	73,54	0,14	0,70	0,90	0,38			78,58	0,012	0,009	0,77
3	1,56	3,14	0,00	70,54	0,00	1,34	0,82	0,48			77,89	0,011	0,019	1,63
4	1,10	25,74	0,00	52,01	0,04	0,62	0,35	0,33			80,19	0,006	0,011	1,76
5	1,32	14,66	0,06	52,82	0,00	0,65	0,32	0,44			70,27	0,006	0,012	2,02
6	0,65	24,80	0,00	49,19	0,19	0,88	0,00	0,23			75,95	0	0,017	
Média	0,99	13,55	0,01	61,82	0,07	0,84	0,53	0,35			78,17	0,008	0,013	1,59
Amostra G7-6/Z2 - Goethita amarela e vermelha														
Goethita amarela														
1	4,50	15,15	0,00	48,12	0,12	1,06	0,47	0,41	0,21		70,04	0,009	0,022	2,23
2	1,48	3,32	0,00	70,18	0,00	1,04	0,58	0,19	0,23		77,02	0,008	0,014	1,78
3	5,18	21,12	0,00	33,35	0,10	0,93	0,61	0,31	0,00		61,60	0,018	0,027	1,52
4	1,35	64,75	0,03	24,21	0,00	0,68	0,43	1,08	0,09		92,62	0,017	0,027	1,56
Média	3,13	26,09	0,01	43,96	0,05	0,93	0,52	0,50	0,13		75,32	0,011	0,021	1,76
Goethita vermelha														
5	0,56	30,76	0,03	54,38	0,00	0,40	0,36	0,14	1,88		88,49	0,006	0,007	1,12
6	3,96	27,13	0,00	26,52	0,08	0,47	0,37	0,61	0,04		59,14	0,013	0,017	1,28
7	0,59	1,61	0,00	77,82	0,05	1,14	0,50	0,13	0,00		81,84	0,006	0,014	2,27
8	1,28	13,19	0,00	70,56	0,07	1,57	0,48	0,22	0,00		87,36	0,006	0,022	3,23
Média	1,60	18,17	0,01	57,32	0,05	0,89	0,43	0,27	0,48		79,21	0,007	0,015	2,09
Amostra G7-9/Z1 - Duas gerações de goethita														
Segunda geração														
1	1,31	9,08	0,11	65,94	0,16	1,53	0,27	0,36	0,06	0,00	79,29	0,004	0,023	5,71
2	0,49	7,58	0,00	66,84	0,00	1,80	0,00	0,56	0,00	0,07	77,98	0	0,026	
3	1,46	3,25	0,00	71,20	0,00	1,14	0,41	0,20	0,00	0,04	77,92	0,005	0,015	2,75
Média	1,09	6,63	0,04	67,99	0,05	1,49	0,23	0,37	0,02	0,04	78,40	0,003	0,021	6,58

(Continuação Tabela 5)

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Cu ₂ O	ZnO	PbO	CaO	TiO ₂	K ₂ O	Soma	PbO/Fe ₂ O ₃	ZnO/Fe ₂ O ₃	ZnO/PbO
Primeira geração														
4	1,76	11,64	0,00	46,27	0,01	0,68	0,20	1,31	0,05	0,06	62,46	0,004	0,014	3,41
5	1,45	11,57	0,00	48,50	0,09	0,65	0,11	0,97	0,07	0,18	64,12	0,002	0,013	6,17
6	1,56	1,69	0,00	68,29	0,06	0,51	0,03	0,61	0,00	0,01	73,03	0	0,007	16,86
Média	1,59	8,30	0,00	54,35	0,05	0,61	0,11	0,96	0,04	0,08	66,53	0,002	0,011	5,51
Amostra G7-9/Z2 - Goethita homogênea														
1	2,07	2,60	0,00	69,11	0,01	1,49	0,09	0,19	0,13	0,00	75,90	0,001	0,021	16,94
2	2,32	3,19	0,00	70,05	0,00	1,61	0,08	0,21	0,00	0,08	78,10	0,001	0,022	20,91
3	1,30	7,31	0,08	58,90	0,12	0,58	0,18	0,90	0,12	0,22	70,38	0,003	0,009	3,22
4	2,43	3,94	0,08	68,82	0,06	1,66	0,00	0,35	0,06	0,00	77,85	0	0,024	
5	1,73	6,44	0,03	65,48	0,19	1,08	0,07	0,46	0,06	0,02	75,74	0,001	0,016	14,65
6	2,67	3,54	0,09	70,65	0,07	1,29	0,00	0,38	0,07	0,02	79,36	0	0,018	
Média	2,09	4,50	0,05	67,17	0,08	1,29	0,07	0,43	0,07	0,05	76,22	0,001	0,019	18,45
Amostra G7-9/Z3 - Duas gerações de goethita														
Segunda geração														
1	1,89	2,46	0,15	64,21	0,07	1,78	0,00	0,49	0,02	0,00	71,78	0	0,027	
2	1,71	13,06	0,04	47,05	0,00	1,20	0,01	1,18	0,00	0,77	65,45	0	0,025	133,11
3	1,65	4,26	0,01	64,70	0,00	1,24	0,03	0,36	0,05	0,05	72,55	0	0,019	36,32
4	9,13	41,45	0,00	23,54	0,00	0,42	0,01	2,57	0,14	0,39	78,18	0	0,017	34,58
5	2,50	1,18	0,00	58,67	0,00	1,19	0,06	0,44	0,07	0,00	64,39	0,001	0,021	18,65
6	1,03	5,44	0,00	65,37	0,18	2,00	0,16	0,45	0,00	0,00	74,92	0,002	0,031	12,83
7	1,32	2,71	0,03	68,84	0,00	1,58	0,11	0,38	0,00	0,05	75,47	0,001	0,022	14,08
8	0,88	2,98	0,02	70,22	0,00	1,20	0,15	0,22	0,00	0,02	76,17	0,002	0,017	7,96
Média	2,51	9,19	0,03	67,83	0,03	1,32	0,07	0,76	0,04	0,16	72,43	0,001	0,022	19,71
Primeira geração														
9	1,28	8,61	0,20	43,80	0,07	0,26	0,00	0,74	0,00	0,04	55,52	0	0,005	
10	1,20	5,65	0,00	42,43	0,00	0,15	0,03	0,59	0,00	0,07	50,68	0	0,003	5,06
11	1,39	6,10	0,00	36,01	0,05	0,26	0,00	0,55	0,00	0,00	44,70	0	0,007	
12	1,82	2,98	0,03	64,70	0,00	1,96	0,06	0,28	0,04	0,03	72,34	0	0,031	33,71
13	1,21	12,46	0,00	44,31	0,03	0,29	0,11	0,84	0,00	0,07	59,72	0,002	0,006	2,76
Média	1,38	7,16	0,05	46,25	0,03	0,58	0,04	0,60	0,01	0,04	56,59	0	0,012	15,07

das concêntricas. Isso acontece também em relação à razão PbO/Fe_2O_3 , porém, de forma menos acentuada, o que resulta em razões ZnO/PbO , geralmente, superiores para os plasmas de segunda geração. Em resumo, pode-se dizer que a segunda geração do plasma goethítico apresenta-se mais rica em Zn e um pouco mais rica em Pb que a primeira.

b. Nos nódulos da fácies pseudoconglomerática

Foram analisados, na lâmina G7-10, quatro nódulos, três dos quais com córtex. Alguns pontos foram feitos sobre a matriz carbonática.

Foi analisado um único nódulo sem córtex, Z2, que mostrou valores muito elevados para Fe_2O_3 e muito baixos para Al_2O_3 e SiO_2 . O teor de ZnO é bastante elevado, assim como a razão ZnO/Fe_2O_3 . O PbO apresenta baixos teores, o que eleva bastante a razão ZnO/PbO . O Cu_2O atinge, nesse nódulo, as mais altas concentrações.

As análises para o carbonato cimentante dos nódulos mostram teores significativos de ZnO e PbO , porém sempre bem inferiores aos teores encontrados nos nódulos.

A Tabela 6 mostra os resultados analíticos, acrescidos do cálculo das razões PbO/Fe_2O_3 , ZnO/Fe_2O_3 e ZnO/PbO . Aqui também parece haver uma diferença mais consistente nos teores de PbO e ZnO entre as duas gerações de plasma goethítico, representadas pelos núcleos e pelos córtex dos nódulos. Nos nódulos Z1, Z3 e Z4, os núcleos são mais ricos em Fe_2O_3 que os córtex. Os teores de ZnO são sempre mais altos que 1%, e sistematicamente maiores no córtex que no núcleo. Em consequência, as razões ZnO/Fe_2O_3 são sempre bem mais altas no córtex. Com relação ao PbO , seus teores são mais baixos que 0,5% e, ao contrário do ZnO , são sistematicamente maiores nos núcleos dos nódulos que em seus córtex. As razões PbO/Fe_2O_3 variam de maneira irregular, com ligeira tendência a diminuir do núcleo para o córtex. Em vista do comportamento oposto do ZnO e PbO , resulta que as razões ZnO/PbO aumentam significativamente do núcleo para o córtex dos nódulos. O CuO , geralmente de teores muito baixos, ora encontra-se enriquecido, ora empobrecido, no córtex em relação ao núcleo dos nódulos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gossan de Irecê-Lapão constitui um corpo heterogêneo a qualquer escala de observação. Desde a descrição no campo, a heterogeneidade permanece na escala das amostras de mão, de uma lâmina para outra, entre diferentes zonas de uma mesma lâmina e mesmo entre os vários pontos analisados de uma zona opticamente homogênea. Essa heterogeneidade é característica dos gossans, produtos que são de uma complexa interação da história intempérica, climática e geomorfológica com a mineralização primária (Taylor, 1984).

Apesar de toda a variabilidade faciológica existente, podem-se identificar, no afloramento do gossan de Irecê-Lapão, dois grandes grupos de fácies: ferruginosas e pseudoconglomerática. As primeiras derivam direta ou indiretamente da oxidação dos níveis de sulfetos primários, exibindo, freqüentemente, texturas reliquias que atestam sua proveniência. Os gossans de fácies pseudoconglomerática parecem ser um produto mais evoluído, originado de um processo em duas etapas:

- nodulação com ou sem cortificação dos nódulos, a partir da degradação dos gossans de fácies ferruginosas, através de mecanismos provavelmente semelhantes aos que acontecem nas couraças ferruginosas (Nahon, 1986);
- cimentação dos nódulos por soluções ricas em carbonato, derivados da dissolução das encaixantes, nas imediações do contato.

De modo geral, os gossans de fácies ferruginosas e os nódulos dos gossans pseudoconglomeráticos são caracterizados por uma mineralogia simples, composta, principalmente, de goethita, hematita, quartzo e minerais da família da alunita-jarrosita.

Do ponto de vista geoquímico, são gossans ricos em Pb, Zn, As e Ag, contendo ainda teores ligeiramente elevados de Cu, o que reflete muito bem a mineralização primária, com seus sulfetos portadores desses elementos.

A descrição de gossans anômalos nesses elementos é freqüente na literatura geológica. Como exemplo, podem-se citar os gossans de Dugald River (Taylor & Appleyard, 1983; Taylor & Scott, 1983) e Mugga Mugga (Taylor & Sylvester, 1982) na Austrália, de Preguiça (Vairinho & Fonseca, 1989) e Balsa-Portel (Fonseca &

Tabela 6 – Composição química (% em peso) dos nódulos e da matriz carbonática da amostra G7-10.

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Cu ₂ O	ZnO	PbO	CaO	TiO ₂	K ₂ O	Soma	PbO/Fe ₂ O ₃	ZnO/Fe ₂ O ₃	ZnO/PbO
Amostra G7-10/Z1 - Nódulo com córtex														
Núcleo do nódulo														
1	4,02	4,03	0,09	69,10	0,05	0,97	0,29	0,57	0,00	0,10	79,66	0,004	0,013	3,31
2	10,99	14,50	0,09	55,84	0,00	1,35	0,44	0,72	0,47	1,06	86,06	0,007	0,024	3,05
3	6,58	7,17	0,00	62,99	0,08	1,30	0,23	0,71	0,26	0,35	80,44	0,003	0,021	5,66
4	8,52	10,84	0,02	54,13	0,05	1,29	0,34	0,82	0,44	0,39	77,16	0,006	0,023	3,81
5	8,85	10,12	0,01	59,07	0,08	1,25	0,48	0,80	0,44	0,44	82,15	0,008	0,021	2,61
6	7,76	11,61	0,23	54,05	0,00	1,20	0,37	0,76	0,65	0,41	77,63	0,006	0,022	3,21
Média	7,79	9,71	0,07	59,20	0,04	1,23	0,36	0,73	0,38	0,46	80,52	0,006	0,021	3,41
Córtex do nódulo														
7	13,78	18,95	0,09	40,34	0,00	1,21	0,32	1,05	0,60	0,39	77,22	0,007	0,031	3,81
8	16,09	16,78	0,12	43,79	0,18	1,50	0,36	0,80	0,55	0,38	81,11	0,008	0,034	4,17
9	8,91	12,74	0,28	37,78	0,03	2,00	0,30	1,50	0,29	0,23	64,39	0,008	0,052	6,56
10	10,07	8,85	0,10	46,48	0,16	1,61	0,14	0,61	0,10	0,19	68,55	0,003	0,034	11,33
Média	12,21	14,33	0,15	42,10	0,09	1,58	0,28	0,99	0,38	0,29	72,81	0,006	0,037	5,62
Matriz carbonática														
11	0,15	0,60	0,02	0,25	0,17	0,40	0,20	43,74	0,00	0,01	45,83	0,821	1,621	1,97
12	0,18	1,07	0,04	0,81	0,00	0,32	0,26	37,33	0,00	0,00	40,44	0,327	0,402	1,22
Média	0,17	0,84	0,03	0,53	0,09	0,36	0,23	40,54	0,00	0,00	43,14	0,443	0,687	1,54
Amostra G7-10/Z2 - Nódulo sem córtex														
1	1,13	4,01	0,06	76,46	0,07	1,75	0,29	0,53	0,00	0,18	85,11	0,003	0,022	6,02
2	0,90	3,57	0,00	76,86	0,09	2,71	0,20	0,49	0,06	0,07	85,14	0,002	0,035	13,61
3	2,16	5,14	0,08	74,17	0,08	2,19	0,41	0,41	0,05	0,35	85,32	0,005	0,029	5,41
4	0,98	2,82	0,01	67,56	0,18	2,64	0,03	0,54	0,00	0,09	75,25	0	0,039	85,12
Média	1,29	3,88	0,04	73,76	0,10	2,32	0,23	0,49	0,03	0,17	82,71	0,003	0,031	10,03

(Continuação Tabela 6)

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Cu ₂ O	ZnO	PbO	CaO	TiO ₂	K ₂ O	Soma	PbO/Fe ₂ O ₃	ZnO/Fe ₂ O ₃	ZnO/PbO
Amostra G7-10/Z3 - Nódulo com córtex														
Núcleo do nódulo														
1	6,70	4,63	0,16	61,84	0,00	0,88	0,64	0,49	0,08	0,17	75,79	0,011	0,014	1,37
2	7,31	2,95	0,09	60,94	0,03	0,97	0,27	0,38	0,11	0,00	73,39	0,004	0,015	3,61
3	4,61	3,53	0,33	63,48	0,00	0,63	0,00	0,40	0,10	0,05	73,42	0	0,009	
4	8,20	8,99	0,21	52,61	0,15	1,59	0,10	0,42	0,02	0,53	73,18	0,001	0,031	15,41
Média	6,70	5,02	0,20	59,71	0,05	1,02	0,25	0,42	0,08	0,19	73,95	0,004	0,017	4,03
Córtex do nódulo														
5	12,29	9,97	0,00	49,55	0,00	1,45	0,00	0,52	0,20	0,18	74,59	0	0,029	
6	21,83	22,37	0,13	34,07	0,00	1,82	0,31	0,55	0,52	0,40	82,31	0,008	0,053	5,96
7	6,17	30,26	0,05	26,97	0,00	1,10	0,00	0,46	0,16	0,09	65,55	0	0,041	
8	15,11	12,69	0,05	44,45	0,10	1,51	0,00	0,40	0,32	0,19	75,19	0	0,034	
Média	13,85	18,82	0,06	38,76	0,03	1,47	0,08	0,48	0,30	0,21	74,41	0,002	0,037	19,29
Amostra G7-10/Z4 - Nódulo com córtex														
Núcleo do nódulo														
2	7,99	9,60	0,16	47,74	0,00	1,83	0,00	0,48	0,10	0,46	69,02	0	0,038	
1	3,11	4,72	0,29	47,32	0,07	2,23	0,24	0,70	0,06	0,48	59,70	0,005	0,047	9,39
3	4,71	6,39	0,59	70,82	0,00	1,95	0,39	0,55	0,17	0,39	86,32	0,005	0,027	4,96
4	9,32	25,24	0,40	55,92	0,00	0,95	0,43	0,53	0,27	0,38	93,85	0,007	0,016	2,21
5	8,15	5,16	0,23	64,57	0,00	1,24	2,06	0,89	0,01	0,28	83,37	0,031	0,019	0,61
6	8,74	10,73	0,44	61,53	0,00	2,42	0,93	0,54	0,03	0,36	86,12	0,015	0,039	2,61
7	4,44	2,83	0,52	72,45	0,00	1,74	0,84	0,69	0,11	0,09	84,51	0,011	0,023	2,08
Média	6,64	9,24	0,38	60,05	0,01	1,77	0,70	0,63	0,11	0,35	80,41	0,011	0,029	2,53
Córtex do nódulo														
8	21,08	32,09	0,00	23,86	0,00	2,62	0,11	0,64	0,36	0,63	82,31	0,004	0,109	24,24
9	14,25	14,98	0,03	45,38	0,11	3,00	0,32	0,45	0,33	0,51	79,85	0,006	0,065	9,51
10	16,75	19,19	0,03	35,71	0,04	3,18	0,37	0,75	0,50	0,43	77,24	0,011	0,089	8,62
Média	17,36	22,09	0,02	34,98	0,05	2,93	0,26	0,61	0,40	0,52	79,80	0,007	0,083	11,11
Matriz carbonática														
11	0,00	0,75	0,43	0,36	0,01	1,16	0,25	44,76	0,15	0,00	48,36	0,681	3,178	4,66

Martin, 1982) em Portugal, de Atacora (Blot & Magat, 1989) no Togo, e de São Bartolomeu-GO (Oliveira et al., 1991) no Brasil.

Os dados microsituados puseram em evidência o comportamento divergente do Zn e Pb, durante a formação do gossan. Apesar de seus teores serem da mesma ordem de grandeza nas amostras de rocha total, eles são bastante diferenciados nos plasmas goethíticos e nas zonas enriquecidas nos minerais da família da alunita-jarosita, como mostra a Figura 5, onde está lançada a totalidade dos pontos microanalisados. Assim, o plasma goethítico acumula muito mais Zn que Pb, e quanto mais evoluído, mais Zn ele acumula, o que é demonstrado por valores crescentes das razões ZnO/Fe_2O_3 nos plasmas de primeira geração, segunda geração, nos nódulos e nos córtex dos nódulos. O cimento calcítico que solda os nódulos é também mais rico em Zn que em Pb, pois o Zn também se adapta melhor à estrutura da calcita. O Pb, por sua vez, vai se concentrar nos minerais da família da alunita-jarosita. Minerais dessa família ricos em Pb são descritos nos gossans de Queensland, Austrália, por Scott (1987). Seus representantes no gossan de Irecê-Lapão possuem forte componente fosfático, devido ao fato de a alteração ter-se dado em ambiente rico em P proveniente da rocha encaixante.

Não foi possível, no âmbito deste trabalho, seguir em detalhe as filiações mineralógicas, desde os sulfetos primários, passando por possíveis zonas de cementação e de oxidação até o gossan, em virtude da falta de exposição do perfil de alteração completo. Os dados provenientes do único furo de sondagem disponível foram insuficientes para estabelecer a seqüência de minerais formados a cada etapa do processo intempérico. Entretanto, a presença de um nível rico em smithsonita na base do gossan, nesse furo, sugere que esse mineral possa ser uma fase hospedeira intermediária

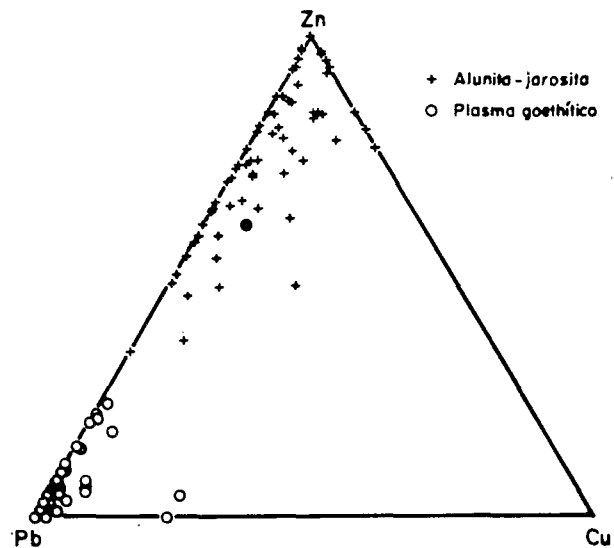


Figura 5 - Diagrama triangular Zn-Pb-Cu para a totalidade dos pontos microanalisados nas amostras G7-6, G7-9, G7-10 e G7-15.

ria do Zn, entre o momento de sua liberação do sulfeto primário e seu aprisionamento pelos óxi-hidróxidos secundários de ferro.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à CBPM, na pessoa de seu diretor, Prof.Dr. Umberto Costa, que gentilmente forneceu documentação e deu condições de acesso à área, e ao geólogo Samuel Leal de Souza, que acompanhou os trabalhos de campo. Agradecem também ao Dr. Armand Boujo e à Sr^a Annie Bouleau pela inestimável colaboração prestada em diferentes etapas do projeto. Finalmente expressam reconhecimento ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisador ao primeiro autor (Proc. 304642/77-0) e pelo auxílio concedido através do Projeto "Estudos dos chapéus de ferro do pré-Cambriano do Brasil" (Proc. 91-0096/91-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLOT, A. & MAGAT, P. (1989) Les chapeaux de fer polymétalliques à zinc du Togo (Afrique de l'Ouest). C.R. Acad. Sci. Paris, t. 309, série II, p. 371-376.

FLICOTEAUX, R. (1990) Relatório sobre o furo de sondagem de Irecê-Lapão. Inédito.
FONSECA, E.C. & MARTIN, H. (1982) Distribution des éléments Pb, Zn, Fe et Mn dans

- la zone d'oxidation du gisement de Balsa-Portel (Alto-Alentejo, Portugal) et détermination des phases-support du Pb et du Zn par extraction chimique sélective séquentielle. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, **23**: 91-100.
- KOSAKEVITCH, A. (1979) "Chapeaux de fer": problèmes de définition et de nomenclature pratique. *Bull. BRGM, sect. II, No. 2-3*, p. 141-149.
- MISI, A. (1979) O Grupo Bambuí no Estado da Bahia. In: Inda, H.A.V. (Ed.) *Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia: textos básicos*. Salvador, SME, **1**: 119-154.
- MISI, A. & SOUTO, P. (1975) Controle estratigráfico das mineralizações de Pb, Zn, F e Ba o Grupo Bambuí, parte leste da Chapada do Irecê, Bahia. *Rev. Bras. Geoc.*, **5**(1): 30-45.
- MISI, A. & KYLE, J.R. (1990) Ambiente sedimentar e origem das concentrações de sulfetos e de fosfato da região de Irecê-Lapão (Grupo Una - Proterozóico Superior), Bacia de Irecê, Bahia. In: *Congr. Bras. Geol.*, **36**, 1990, Natal... *Bol. Res.*, p. 120.
- NAHON, D. (1986) Evolution of iron crusts in tropical landscape. In: Colman, S.M. & Dethier, D.P. (Eds.) *Rates of chemical weathering of rocks and minerals*, Assoc. Press, p. 169-191.
- OLIVEIRA, N.M.; OLIVEIRA, S.M.B. de; CARAMORI, O.C. (1991) Caracterização mineralógica e geoquímica dos gossans auríferos da região de Luizânia, GO. In: *Congr. Geoq. País. Ling. Port.*, **1**, 1991, São Paulo, *Bol. Res.*, **2**: 554-558.
- PROJETO RADAM (1983) Folhas SC 24/25, Aracaju/Recife. **30**.
- SCOTT, K.M. (1987) Solid solution in, and classification of, gossan-derived members of the alunite-jarosite family, northwest Queensland, Australia. *Am. Min.*, **72**: 178-187.
- TAYLOR, G.F. (1984) Gossan profiles developed above stratabound sulphide mineralization. *J. Geoch. Expl.*, **22**: 351-352.
- TAYLOR, G.F. & SYLVESTER, G.C. (1982) Analysis of a weathering profile on sulfide mineralization at Mugga Mugga, Western Australia. *J. Geoch. Expl.*, **16**: 105-134.
- TAYLOR, G.F. & APPELYARD, E.C. (1983) Weathering of Zn-Pb lode, Dugald River, Northwest Queensland. I: The gossan profile. *J. Geoch. Expl.*, **18**: 87-110.
- TAYLOR, G.F. & SCOTT, K.M. (1983) Weathering of Zn-Pb lode, Dugald River, Northwest Queensland. II: Surface mineralogy and geochemistry. *J. Geoch. Expl.*, **18**: 111-130.
- TAYLOR, S.R. & McLENNAN, S. (1985) *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell, Oxford, 312 p.
- VAIRINHO, M.M. & FONSECA, E.C. (1989) Distribuição do Fe, Mn, Zn, Pb e Cu na zona de oxidação supergênica do jazigo de Preguiça (Alto-Alentejo, Portugal). Determinação das fases-suporte do Zn, Pb e Cu por extracção química seletiva sequencial. *Geoc., Rev. Un. Aveiro, fasc. 1*, **4**: 97-110.