NÃO CIRCULA

Diary
5/12/69

ENSAIO DA APLICAÇÃO DE
PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA PARA CRUMBO
NO GRANITO ITAOCA

João Batista Moreschi

Trabalho de Mestrado apresentado à Cadeira de
Geologia Econômica da Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras da Universidade de São Paulo

DEDALUS - Acervo - IGC

30900008968

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
AGRADECIMENTOS	1
I - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	2
II - GEOLOGIA REGIONAL	2
III - AS JAZIDAS DE CHUMBO E O GRANITO ITAOCA	4
a. Geologia dos arredores do corpo granítico de Itaoça	4
b. As jazidas de Chumbo	6
- Jazida do Paqueiro	7
- Jazida de Furnas	7
- Jazida de Panelas	8
c. O granito Itaoça	9
IV - PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA	12
a. Amostragem	12
b. Preparação das amostras	13
c. Preparação dos padrões	14
d. O método analítico	15
e. Resultados obtidos	17
V - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	18
VI - BIBLIOGRAFIA	21

INTRODUÇÃO

Desde há muitas décadas, a região do vale do rio Ribeira de Iguape tem merecido a atenção de vários pesquisadores em Ciências Geológicas, tanto em seu aspecto puro como aplicado. Isto último é evidenciado e estimulado pelo fato de terem sido descritas mais de sessenta ocorrências de minerais de chumbo e zinco.

Paralelamente ao estudo do valor e possibilidades econômicas dessas ocorrências, elas despertam, entre os geólogos, o interesse científico de conhecer o processo genético que lhes deu origem.

Pretende este trabalho contribuir, modestamente, à solução de alguns problemas da gênese dos depósitos minerais, do vale do rio Ribeira, através do estudo da distribuição de teóros de chumbo no Maciço granítico de Itacoca.

AGRADECIMENTOS

Queremos, nesta oportunidade, expressar nossos sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Reinhold Ellert pelo estímulo e orientação na elaboração deste trabalho, assim como ao Prof. Dr. Eduardo Camilher Damasceno, pelas valiosas sugestões na realização dos trabalhos de campo e de laboratório.

I - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O maciço granítico de Itioca situa-se na região Sul do Estado de São Paulo, abrangendo também pequena área paranaense. A figura 1 mostra a localização da área estudada. Na porção aproximadamente central deste maciço, distando cerca de 360 Km de São Paulo, por estrada de rodagem, está a pequena localidade de Itioca, cujas coordenadas geográficas são: $48^{\circ} 15'$ longitude W e $24^{\circ} 35'$ latitude S.

Figura 1 - Localização da área estudada. O retângulo, englobando a cidade de Ribeira, é detalhado na figura 3.

II - GEOLOGIA REGIONAL

O granito de Itioca está encaixado em rochas pré-cambrianas do Grupo Açungui. O mapa da figura 2 mostra a situação

geográfica e geológica do granito em trecho do Grupo Açungui.

Figura 2 - Mapa da Geologia Regional, compilado de vários autores e complementado por Cerdani e Bittencourt (1968). O granito Itaoca está a E de Ribeira.

A figura mostra que boa parte da área é constituída pelas rochas do Grupo Açungui, representadas por metassedimentos, essencialmente pelíticos, variando entre filites (e/ou metasiltitos) e calcaxistos, associadas a várias intrusões de natureza granítica.

Várias litologias, umas de natureza carbonática, outras representadas por quartzitos, metaarenitos, metaconglomerados e anfibolitos estão intercaladas nos metassedimentos de ori-

Figura 3 - Mapa da situação geológica do Granito Itaoca e das jazidas de chumbo, descritas no texto. A NW, parte do batólito granítico de Itapirapuã. (Geologia segundo Melcher, 1956; Melfi e outros, 1965 e Comissão da Carta Geológica do Estado do Paraná, 1965). Adaptado de Damasceno, 1967.

tes alternam-se cíclica e rítmicamente com metassedimentos de de origem terrígena, havendo passagem gradativa entre esses tipos litológicos. Os calcários que aparecem na região são de granulção fina, escuros e piritosos, localmente exibindo laminação cruzada. Dolomitos são subordinados e intercalados em calcários não-dolomíticos (Petri e Suguio, 1969). Estas rochas constituem as encaixantes dos minérios de chumbo do vale do rio Ribeira de Iguaçu.

Predominam na área, rochas xistosas envolvendo termos petrográficos tais como filitos e calcaxistos. São rochas de granulção fina. Os primeiros são constituídos essencialmente de sericita e quartzo, com pirita e limonita como os opacos mais comuns. Passam gradualmente a calcaxistos e outras variedades de xistos, tais como muscovita e/ou quartzo-xistos. Os segundos constituídos predominantemente de calcita, quartzo, muscovita e/ou sericita, epidote e também limonita e pirita, apresentam textura lepidoblástica.

O metamorfismo regional dessas rochas foi pouco intenso, aumentando de um modo geral para SE. A pequena intensidade da ação metamórfica permitiu a preservação de estruturas sedimentares nos metassedimentos, não sendo suficiente para transformar calcários em mármore.

b. As jazidas de chumbo

Sobre três, das principais jazidas de chumbo da região, foram compilados resumos, baseados em pesquisas bibliográficas, em virtude de pertencerem à área geológica abrangida pelos maciços graníticos de Itaoca e Itapirapuã e principalmente pelo fato de terem sido estudadas em detalhe por vários pesquisadores.

Os trabalhos de Barbosa (1955 e 1956) sobre as jazidas

das de Furnas e Pánelas, respectivamente, forneceram a maioria das observações sobre aquelas jazidas. Sobre a jazida do Paqueiro, os dados foram compilados dos estudos de Damasceno (1967).

Jazida do Paqueiro

A mineralização no Paqueiro ocorre segundo dois filões, de formas aproximadamente lenticulares, subparalelos, separados, na horizontal, por pouco mais de duas dezenas de metros.

Cerussita, galena, piromorfita, limonita, pirita e, quartzo e carbonatos como minerais de ganga, constituem o minério produzido nesta mina. Este é classificado como minério rico, com mais de 20% de Pb e, minério pobre, com teor médio ao redor de 15% de Pb. Prata e ouro também são obtidos como subproduto.

Na mineralogia dos filões predominam os minerais oxidados, tais como limonita, cerussita, piromorfita, covelina e malaquita, não tendo sido identificada anglesita. Entre os primários em ordem decrescente de importância estão: galena, pirita, calcopirita, arsenopirita e esfalerita.

Litologicamente, a mineralização foi controlada pelos leitos de calcários escuros. Fraturas com direção preferencial não serviram de controle estrutural e de conduto às soluções mineralizantes, onde se alojaram os filões.

A jazida do Paqueiro foi classificada como mesotermal, em função de sua associação mineralógica relativamente simples, quanto aos minerais hipógenos e, pela ausência de minerais de origem tipicamente epitermal e hipotermal.

Jazida de Furnas

A jazida de Furnas compreende cinco afloramentos prin-

cipais em uma única camada de calcário. Tais afloramentos se estendem por mais de um quilômetro, sendo o mais importante e conhecido o de Santa Bárbara.

A mina de Santa Bárbara consiste de um complicado sistema de planos inclinados, galerias e poços, seguindo quase sempre dentro de minério, que se dispõe segundo a estrutura de um veio-camada. Este, às vezes, alarga-se notavelmente, constituindo grandes "ore-shoots", como os da Gruta Velha e Gruta Nova.

O minério, tanto do veio-camada como dos "ore-shoots", contém em grande parte pirita, arsenopirita, galena e esfalerita com ganga de quartzo e carbonatos. A galena é argentífera, contendo até 3 kg de Ag por tonelada de Pb e, o ouro nativo é de ocorrência comum em veios de quartzo.

A zona oxidada em Furnas atinge até 100m de espessura. Superficialmente, caracteriza-se pela abundância de limonita e escassez em Pb e Zn. Em profundidade, aumenta a proporção dos blocos de galena e dos minerais secundários de zinco (calamina e hidrozincolita), imersos também numa massa de limonita e quartzo.

A jazida pertence ao tipo comum de mineralização de Pb-Zn em calcário, constituindo-se num depósito mesotermal, dada sua associação mineralógica de sulfetos primários.

Jazida de Panelas

Em Panelas ocorrem duas zonas mineralizadas, A e B, separadas na horizontal, entre afloramentos, por cerca de 300m. Estas estão encaixadas em calcários cinzentos a negros, localmente perturbados, devido principalmente às intrusões graníticas. As zonas mineralizadas correspondem à estrutura de veio-camada, cujas intersecções com sistemas secundários transversais condu-

sem a formação de "ore-shoots", semelhantemente à jazida de Furnas.

O minério, mais detalhadamente estudado na zona B, consiste de galena, como o sulfeto mais importante economicamente, carbonatos, quartzo, silicatos de alta temperatura, como diopsídio e tremolita e, em menor quantidade titanita, clorita e sericita. Entre os demais sulfetos, ocorrem: pirita, pirrotita, arsenopirita e calcopirita. Com exceção da esfalerita, presente na zona A, esta tem igual composição mineralógica que a zona B.

Os sulfetos acima relacionados, acrescidos de estibnita, constituem os minerais opacos da zona primária. A zona de oxidação alcança 20 a 30m, no máximo, onde são abundantes os óxidos de ferro, segundo os óxidos de antimônio, cerussita, malaquita e óxidos de arsênio.

A mineralização é intimamente ligada à intrusão do granito, nos calcários, o qual após sua cristalização, forneceu as soluções residuais enriquecidas nos sulfetos. A jazida é classificada como pirometasomática-hipotermal, dada a associação mineralógica.

c. O Granito Itaoca

O maciço granítico de Itaoca intrusivo nos metassedimentos do Grupo Agungui, guarda uma forma aproximadamente ovalada, com seu maior diâmetro, cerca de 17 Km, na direção E-W. Sua área é pouco superior a 200 km², assumindo as proporções de um pequeno batólito (Daly, 1933). É separado, em superfície, por uma faixa relativamente estreita (3 a 4 km) de metassedimentos pelíticos e carbonáticos, do grande batólito granítico de Itapirapuã, em relação ao qual, talvez, constitua uma parte.

No granito podem ser constatados dois sistemas prin-

cipais de fraturamento. Um, com direção NE-SW, concordante com a estrutura regional e, outro mais frequente, segundo NW-SE, ao longo da qual se alojam o rio Palmital e trechos do rio Ribeira de Iguape. Esse segundo sistema (Melfi e outros, 1965) aparece indistintamente em toda região, independentemente da direção dos metassedimentos e é o único consistente em áreas litologicamente homogêneas, como os granitos, afetando até mesmo os sedimentos da Bacia do Paraná, o que sugere uma origem posterior ao dobramento do Grupo Açungui.

Várias de suas características sugerem um caráter pós-tectônico. Seu maior alongamento, na direção E-W, é discordante da atitude preferencial das encaixantes segundo NE-SW, cortando abruptamente lentes carbonáticas nos seus contatos NE-SW.

Idade de 500 ± 15 milhões de anos foi obtida para uma amostra deste granito pelo método K/A, em biotita, encaixando-se numa das fases finais da sequência evolutiva do cinturão orogênético Paranaense. Sabe-se que as datações K/A, em biotitas, significam valores mínimos para o último evento térmico que afetou a rocha e, somente estarão próximas da idade real quando o resfriamento tiver acontecido rapidamente. Tal situação pode ter acontecido em casos de granitos nitidamente pós-tectônicos e intrusivos nas zonas mais elevadas do cinturão orogênético. Este parece ser o caso de vários corpos graníticos intrusivos no Grupo Açungui, entre eles o de Itaoca (Cordani e Bittencourt, 1968).

Embora ao longo do corpo granítico, as rochas apresentem variações texturais, seu aspecto predominante é inequigranular, marcando uma textura nitidamente porfirítica; fenocristais centimétricos de microclínio são comuns, dispersos em massa fundamental granular fanerítica, milimétrica a sub-milimétrica, de plagioclásio, quartzo, microclínio, biotita e minerais acessórios.

Pertitas e intercrescimentos micropertíticos foram observados ao microscópio. As pertitas, mais comuns, evidenciavam-se pela alteração seletiva entre plagioclásio e feldspato potássico, em que este se apresenta alterado, com cor amarelo-clara e, o primeiro parcialmente transformado em sericita. A mirmequita, mais rara, consistia de pequenas porções de quartzo englobadas pelo plagioclásio em contato com o feldspato potássico.

Dois exemplos da composição porcentual do granito são apresentados na tabela 1, referentes à análise modal efetuada sobre duas lâminas da rocha.

Tabela 1

Minerais	Lâmina 1 (em %)	Lâmina 2 (em %)
K-feldspatos	75,3	71,7
Plagioclásio	11,4 ($\pm An_{30}$)	8,8 ($\pm An_{30}$)
Quartzo	7,0	6,0
Biotita	4,1	6,8
Anfibólio	-	3,2
Titanita	0,3	1,6
Calcita	0,6	0,6
Apatita	0,2	0,6
Epidoto	0,3	-
Opacos	0,6	0,6

Segundo Johannsen (1938), essas rochas seriam corretamente designadas pelo termo petrográfico de leucogranito.

IV - PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

Na região do vale do rio Ribeira, foram desenvolvidas campanhas de prospecção geoquímica de chumbo, em solos, por vários pesquisadores (Melcher, 1960; Damasceno, 1967). Esses dois autores (1968) efetuaram uma pesquisa sobre a distribuição dos teores de chumbo em rochas do Grupo Açungui. Objetivou-se a verificação da possível existência de anomalias primárias em rochas de origem sedimentar ou ígnea, que pudessem ser relacionadas às jazidas de chumbo existentes.

Visando adicionar alguns dados sobre o teor desse elemento em rochas graníticas da região, foram coletadas e analisadas cerca de 40 amostras do maciço de Itaoca.

Aliado, a informações de natureza geocronológica e de composição isotópica do chumbo em galenas, o conjunto de valores, do conteúdo em traço de chumbo, contribuiria na medida do possível, para o amplo estudo da identificação das fontes dos elementos metálicos encontrados nos depósitos e, para esclarecimento do seu modo de origem.

a. Amostragem

A coleta de amostras de rochas processou-se ao longo de estradas e vales dos rios que cortam o maciço em estudo, principalmente de afloramentos e também de blocos "in situ". A figura 4 mostra a localização dos pontos de amostragem.

Todos os exemplares coletados referem-se a rochas frescas, tentando-se evitar prováveis alterações no conteúdo metálico devido a ação intempérica.

Figura 4 - Localização das amostras

b. Preparação das amostras

O tratamento preliminar das amostras foi mecânico, consistindo na britagem, moagem e quarteação. Através da trituração, em almofariz de porcelana, procurou-se reduzir a porção quarteada a pó muito fino, propiciando um melhor ataque químico.

Para este foram tomadas 0,5g para cada amostra, de sua porção triturada e, adicionadas a 2,5g de KHSO_4 , utilizado como fundente. A fusão foi efetuada em tubo de ensaio até a eliminação

total da parte líquida.

A frio, em cada tubo de ensaio, foram pipetados 3 ml de HCl 1:1, seguindo-se fervura por 15 minutos, em banho-maria. Em seguida, os tubos de ensaio foram completados até 10 ml com água demineralizada.

A diluição da solução ácida-clorídrica, contendo o chumbo dissolvido, termina a preparação da amostra que está pronta para ser dosada.

c. Preparação dos padrões

Os padrões foram preparados através da diluição de Pb, na forma de sulfato, em material quartzoso, previamente purificado

O material quartzoso que serviu de veículo para os padrões em traço daquele elemento, foi obtido pela moagem e trituração de quartzo. O pó obtido, finamente dividido, sofreu dois ataques ácidos com HCl 1:1. Após secagem e extração dos elementos magnéticos, foi lavado no ultrassom com água demineralizada. Dessa maneira pretendeu-se eliminar os elementos metálicos introduzidos, por contaminação, durante a moagem, ou mesmo, aqueles possivelmente dispersos na estrutura do quartzo, obtendo-se um material praticamente isento de chumbo.

A 200g desse material fino foram adicionadas 0,058g de $PbSO_4$, obtido da precipitação, com H_2SO_4 , de uma solução de $Pb(NO_3)_2$ cujo resíduo insolúvel para Pb é de 0,0001% (1ppm). Essa mistura, após homogeneização, engloba como conteúdo metálico, em chumbo, o equivalente a 200 ppm.

Os padrões de 150, 100, 50, 20 e 10 ppm, sólidos, com 50g cada um, foram construídos por diluição em areia pura,

isenta de chumbo, de quantidades estequiométricas da mistura homogeneizada, descrita no parágrafo anterior.

A homogeneização de cada padrão foi feita através de quarteadores. A tabela 2 mostra a composição dos padrões.

Tabela 2

padrões (ppm)	mistura homogeneizada (g)	areia sem chumbo (g)
200	50,0	0,0
150	37,5	12,5
100	25,0	25,0
50	12,5	37,5
20	5,0	45,0
10	2,5	47,5
0	0,0	50,0

O motivo da construção desses padrões foi a intenção de dar uniformidade de tratamento na preparação e dosagem, tanto dos padrões como das amostras.

Assim é que, a preparação química dos padrões, ou seja, a solubilização do Pb, foi idêntica àquela efetuada para as amostras, descrita no item b desse capítulo. Ou seja, de cada padrão, 0,5g foram fundidas com 2,5g de KHSO_4 . A solubilização em HCl, com fervura e diluição em água demineralizada, liberta o Pb para a solução clorídrica, para posterior dosagem.

d. O método analítico

A dosagem de chumbo foi efetuada pelo método colorimétrico. A preparação, via úmida, das amostras e dos padrões foi executada segundo o método descrito por Ward e outros (1963), sem modificações.

Figura 5 - Diagrama da relação entre teor em Pb e absorbância

e. Resultados obtidos

Com os padrões foi estabelecida uma relação entre conteúdo metálico em chumbo e absorbância, através de um espectro colorímetro. Os valores da absorção da luz foram lidos em 2 comprimentos de onda (λ), 520 e 555 m μ , e sua relação com o teor em chumbo, expresso através de duas retas, mostradas na figura 5. Os pequenos círculos e triângulos representam os valores da absorbância em 520 e 55 m μ , respectivamente, obtidos em três séries de dosagens dos padrões. Os traços verticais indicam os pontos médios das três análises de cada padrão, em relação aos quais foram traçadas as retas.

O conteúdo em Pb das amostras, relacionadas na tabela 3, foi obtido utilizando-se o diagrama da figura 5.

Tabela 3

Amostra nº	Absorbância (λ 520m μ)	Teor Pb (520m μ) (ppm)	Absorbância (λ 555m μ)	Teor Pb (555m μ) (ppm)
1	.380	115	.244	110
2	.380	115	.246	113
3	.376	112	.254	125
4	.370	108	.258	130
5A	.334	87	.232	93
5B	.235	30	.185	26
6	.308	72	.236	99
7	.291	62	.221	77
8	.265	46	.214	67
9	.295	64	.236	99
10	(não dosada)			
11	.330	84	.239	103
12	.275	53	.230	90
13	.260	44	.208	59
14	.230	27	.208	59
15	.325	81	.230	90
16	.274	52	.200	47

Amostra nº	Absorbância (λ 520m μ)	Teor Pb (520m μ) (ppm)	Absorbância (λ 555m μ)	Teor Pb (555m μ) (ppm)
17	.274	52	.208	59
18	.247	36	.192	36
19	.312	74	.214	67
20	.270	50	.200	47
21	.270	50	.200	47
22	.265	46	.230	90
23	.270	50	.220	76
24	(não dosada)			
25	.240	33	.206	56
26	.238	32	.206	56
27	.252	40	.198	44
28	.294	63	.212	64
29	.242	34	.190	33
30	.242	34	.200	47
31	.248	37	.195	40
32	.268	49	.205	54
33	(não dosada)			
34	.258	43	.205	54
35	.225	24	.204	53
36	.212	16	.169	3
37	.208	14	.177	14
38	.230	27	.180	19
39	.228	26	.198	44
40	.222	23	.190	33
41	.214	17	.174	10
42	.210	15	.172	7

V - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Teor médio em traços de chumbo da ordem de 15 ppm foi obtido por Melcher e Damasceno (1968), para granitos porfiróides da área do vale do rio Ribeira de Iguape, utilizando também o método colorimétrico.

Em vista desse dado, os valores constantes da tabela 3 resultam, no mínimo, triplicados, tomando-se como conteúdo médio

de chumbo o valor de 55 ppm.

Considerando-se o "back-ground" de chumbo das rochas regionais em cerca de 25 a 30 ppm (Damasceno, 1967) e a média obtida como sendo anômala, o contraste seria no máximo igual a 2.

Contudo a maioria dos resultados encontra-se acima da média normalmente aceita para o conteúdo em traços de chumbo em rochas da região. Tal discrepância poderia ser atribuída a vários fatores próprios do processo analítico ou mesmo a implicações geológicas.

A fusão ácida total das amostras em KHSO_4 , com posterior diluição e fervura em HCl 1:1, proporciona decomposição e solubilização mais eficientes de seus componentes, principalmente dos elementos metálicos, do que a simples digestão das mesmas em HCl . Damasceno (1967) notou que os resultados obtidos, em solos da região, diferiam entre si de 10 a 15%, em média.

Em rochas tais diferenças seriam sensivelmente mais significativas, em relação aos solos, uma vez que estes por sua própria origem, implicariam em materiais parcial ou mesmo totalmente decompostos e/ou solubilizados, por anterior ação intempé-rica. Esta observação torna-se mais acentuada se considerarmos as condições climáticas dominantes na região.

O estabelecimento gráfico da relação entre conteúdo em Pb e absorvância, como foi feito na figura 5, acarreta o deslocamento dos erros num mesmo sentido. No caso sempre para mais. A flutuação dos teores em Pb, obtidos para os padrões, forçou a escolha de retas médias, que possivelmente não correspondessem àquelas mais adequadas.

A baixa reprodutibilidade dos valores, nos padrões, está certamente relacionada à diluição não eficiente do PbSO_4 no material quartzoso. Realmente, seria muito pouco provável que ocorresse homogeneização efetiva entre duas substâncias sólidas, nas quais a

relação entre volumes é da ordem de várias dezenas de milhares de vezes.

Por outro lado, o teor médio obtido, talvez, possa constituir um "back-ground" local para o maciço granítico, correspondente a um contraste de aproximadamente duas vezes o valor regional.

Teóres em chumbo, próximos dos resultados obtidos, são descritos por Brown (1965), referentes a diversos maciços graníticos. Apesar de a média global estar em torno de 33 ppm, os granitos apresentam teóres parciais que variam de 3 a 90 ppm, com valores dominantes entre 30 a 60 ppm.

A alta porcentagem em feldspatos, principalmente potássicos, no granito Itaoca, poderia contribuir para explicar seu teor relativamente elevado em Pb. Como se sabe, o conteúdo em Pb $\propto$ K tende a aumentar, nas rochas ígneas, das básicas para as ácidas e, Pb^{2+} pode substituir tanto o Ca^{2+} (nos plagioclásios) como o K^+ (nos K-feldspatos). A última substituição é a que ocorre com mais frequência, dada a maior semelhança de raios iônicos entre o Pb^{2+} ($1,20A^{\circ}$) e o K^+ ($1,33A^{\circ}$), do que entre Pb^{2+} e Ca^{2+} ($1,01A^{\circ}$).

À vista do que foi discutido nos parágrafos anteriores, o valor de 55 ppm pode ser considerado como representativo do conteúdo em traços, médio, em Pb, para as rochas do granito Itaoca.

Apesar de este valor apresentar um contraste de 2 vezes o "back-ground" regional, dificilmente, o granito poderia ser a fonte dos elementos metálicos, constituintes das várias mineralizações, como a de Panelas, que é a mais próxima da intrusão granítica. Datações radiométricas (Damasceno, 1967; Damasceno e Bittencourt, 1968, Cordani e Bittencourt, 1968) reforçam esta hipótese, em vista das diferenças de idades obtidas para galenas (1.100 m.a., método Pb/Pb) e para o granito (510 m.a., método K/A, em biotita).

VI - Bibliografia

- BARBOSA, A.F. (1955) - Estrutura e gênese da jazida de chumbo de Furnas, Estado de São Paulo - tese de Concurso de Livre-Docência da Cadeira de Jazidas Minerais, Legislação de minas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- BARBOSA, A.F. (1956) - Algumas observações sobre a jazida de chumbo de Panelas, Estado do Paraná - Bol. Soc. Bras. de Geologia, v. 5, nº.2, pp.51-76.
- BROWN, J. S. (1965) - Lead Isotopes of Pegmatites, granites and Ores - Ec.Geol., V. 60, pp.1167.
- CORDANI, U.G. e BITTENCOURT, I. (1968) - Determinações de Idade Potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui - Anais do XXI Congresso Brasileiro de Geologia.
- DALY, R. A. (1933) - Igneous Rocks and the depths of the Earth - Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- DAMASCENO, E.C. (1967) - Geologia da Mina do Paqueiro - tese de Doutorado apresentada à Cadeira de Prospeção e Aero-fotogeologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.
- DAMASCENO, E.C. e BITTENCOURT, I. (1968) - Idades relativas da mineralização de chumbo de Panelas e de Itapirapuã - Resumo das Comunicações do XXII Congresso Brasileiro de Geologia.
- JOHANNSEN, A. (1938) - Petrography of Igneous Rocks, - vol. I - University Of Chicago Press.
- MELCHER, G.C. (1960) - Geochemical exploration in the Rio Ribeira de Iguape lead district, Brazil - XX Inter.Geol. Congress - III tomo, pp.585 - 596.

- MELCHER, G.C. e DAMASCENO, E.C. (1968) - Distribuição dos teóres de chumbo em rochas do Grupo Açungui - Resumo das Comunicações do XXII Congresso Brasileiro de Geologia.
- MBILFI, A., CORDANI, V.G. e BITTENCOURT, I. (1965) - Reconhecimento fotogeológico de parte do Grupo Açungui - Bragantia, v. 24, nº. 34, pp 447-474.
- PETRI, S. e SUGUIO, K. (1969) - Sobre os metassedimentos do Grupo Açungui do Extremo sul do Estado de São Paulo - Convênio Universidade de São Paulo - Serviço do Vale do Ribeira.
- WARD, F. N., Lakin, H.W. and others (1963) - Analytical Methods - used in Geochemical exploration by the U.S. Geological Survey - Geol. Survey Bull., nº. 1152.