

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR  
DIRETORIA EXECUTIVA DA ÁREA MINERAL

RIO DE JANEIRO  
BRASIL  
1974

BR7801524

Ministério das Minas e Energia  
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR  
Diretoria Executiva da Área Mineral

BOLETIM Nº 9

CNEN - DEXM - B - 9

PROSPECÇÃO DE URÂNIO NAS CHAMINÉS  
ALCALINAS DE SERRA NEGRA E SALITRE - MG

José Gabriel C.S. Filho

RIO DE JANEIRO - BRASIL  
1974

**MINISTRO DAS MINAS E ENERGIA  
SHIGEAKI UEKI**

**PRESIDENTE DA  
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR  
HERVÁSIO GUIMARÃES DE CARVALHO**

**Brasil. Comissão Nacional de Energia Nuclear.  
Diretoria Executiva da Área Mineral.  
Prospecção de urânio nas chaminés alcalinas de Serra Negra e Salitre –  
MG [por] José Gabriel da Cunha e Souza Filho. Rio de Janeiro, CNEN ,  
1974.  
p., il. (Brasil, CNEN/DExM, Bol. 9)  
Bibliografia  
1. Brasil – Prospecção 2. Minerais radioativos. I. Souza Filho, José  
Gabriel da Cunha ; I. Título III. Série**

**CDD – 622.1281**

**CDU – 550.8 : 553.495 (81)**

## APRESENTAÇÃO

Como as chaminés alcalinas do Brasil têm sido notórias pela sua mineralização diversificada e, particularmente, por apresentarem alguma mineralização em urânio, foi feito um estudo sistemático nas chaminés de Serra Negra e Salitre, em Minas Gerais, do qual resultou o presente relatório.

Embora as mineralizações tenham concluído que estas chaminés não encerram condições para conterem jazidas de urânio, pelo menos no estágio atual do desenvolvimento da tecnologia extrativa e da economia desse metal, foi decidido ser publicado o presente relatório por conter valiosos dados sobre as referidas chaminés alcalinas.

J. R. de Andrade Lima

Diretor-Executivo da Área Mineral  
Comissão Nacional de Energia Nuclear

## INDICE

<b>1 –</b>	<b>TRABALHO BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>4</b>
1.1 –	Introdução .....	4
1.2 –	Geologia Regional .....	4
1.2.1 –	Série Araxá .....	5
1.2.2 –	Série Canastra .....	5
1.3 –	Geologia Distrital de Serra Negra .....	6
1.4 –	Síntese Petrográfica de Serra Negra .....	7
1.5 –	Geologia Distrital da Chaminé de Salitre .....	7
1.6 –	Síntese Petrográfica de Salitre .....	7
<b>2 –</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>3 –</b>	<b>PESSOAL .....</b>	<b>10</b>
<b>4 –</b>	<b>TRABALHOS ANTERIORES .....</b>	<b>11</b>
<b>5 –</b>	<b>DADOS GEOGRÁFICOS .....</b>	<b>12</b>
5.1 –	Localização .....	12
5.2 –	Áreas .....	12
5.3 –	Geomorfologia .....	12
<b>6 –</b>	<b>GEOLOGIA REGIONAL .....</b>	<b>14</b>
<b>7 –</b>	<b>TRABALHOS REALIZADOS EM SERRA NEGRA .....</b>	<b>15</b>
7.1 –	Fotointerpretação .....	15
7.2 –	Radiometria .....	15
7.3 –	Perfilagem gama de Furos de Sonda .....	15
7.4 –	Geoquímica de Aluviões .....	15
7.5 –	Geoquímica de Solos .....	15
7.6 –	Avaliação de Índícios .....	16
<b>8 –</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS EM SERRA NEGRA .....</b>	<b>17</b>
8.1 –	Fotointerpretação .....	17
8.2 –	Radiometria .....	17
8.3 –	Perfilagem gama .....	17
8.4 –	Geoquímica de Aluviões .....	18
8.5 –	Geoquímica de Solos .....	19
8.6 –	Avaliação de Índícios .....	19
8.7 –	Aspectos de Mineralização .....	20
<b>9 –</b>	<b>TRABALHOS REALIZADOS EM SALITRE .....</b>	<b>22</b>
9.1 –	Fotointerpretação .....	22

9.2 –	Geologia .....	22
9.3 –	Radiometria .....	22
9.4 –	Geoquímica de Aluviões .....	22
9.5 –	Geoquímica de Solos .....	22
9.6 –	Avaliação de Índícios .....	23
10 –	RESULTADOS OBTIDOS EM SALITRE .....	24
10.1 –	Fotointerpretação .....	24
10.2 –	Geologia .....	24
	10.2.1 – Considerações Gerais .....	24
	10.2.2 – Síntese Petrográfica .....	26
10.3 –	Radiometria .....	30
10.4 –	Geoquímica de Aluviões .....	30
10.5 –	Geoquímica de Solos .....	31
10.6 –	Avaliação de Índícios .....	32
	10.6.1 – Índícios Radiométricos .....	32
	10.6.2 – Índícios Geoquímicos .....	35
10.7 –	Aspectos da Mineralização .....	35
11 –	CONCLUSÕES .....	40
12 –	BIBLIOGRAFIA .....	41

## 1 -- TRABALHO BIBLIOGRÁFICO

### 1.1 – Introdução

~~O presente trabalho bibliográfico refere-se~~ às chaminés alcalinas de Serra Negra e Salitre. Trata-se de ocorrências de grande importância geoeconômica, posto que, na chaminé do Barreiro em Araxá, encontram-se grandes jazidas de apatita e pirocloro e, ~~segundo investigações geológicas de Benedito Alves, João J. R. Branco, D. Campbell e W. Florêncio,~~ tais ocorrências podem ser igualmente constatadas nas chaminés de Tapira, Serra Negra e Salitre. Além disso, o magma alcalino apresenta associação paragenética que inclui minerais de apatita, pirocloro, columbita, fluorita, monazita, zircão, baddeleyita, etc. que, em condições favoráveis podem se apresentar em jazidas de grande valor econômico. Isto sem considerar o fato, para nós mais importante, de não raro ocorrerem teores relativamente elevados em terras raras, tório e urânio.

Ocorrências de minerais radioativos foram constatadas nas chaminés de Araxá, Tapira, Serra Negra e Salitre. Essas observações foram acumuladas com os trabalhos preliminares de D. Guimaraes, O. Barbosa, B. Alves, J.J.R. Branco, D. Campbell, W. Florêncio.

O. Barbosa elaborou o relatório geológico do levantamento aeromagnetométrico da PROSPEC (1954). Essa Companhia realizou novo levantamento aéreo da região em 1964 a pedido do DFPM.

Esses argumentos anexados ao interesse que essas ocorrências alcalinas têm despertado na pesquisa de minerais não ferrosos levaram o Departamento de Exploração Mineral da CNEN, a planejar e efetivar um levantamento radiométrico, geológico e geoquímico dessas chaminés.

### 1.2 – Geologia Regional

Na fronteira ocidental do Triângulo Mineiro, as nascentes dos rios da bacia do Paraná contravertem com as da bacia do São Francisco. Esse importante divisor de bacias, mais conhecido pelos nomes de Serras da Canastra e da Mata da Corda, é de idade muito antiga, pelo menos siluriana. Possivelmente é o mais antigo arqueamento positivo do Escudo Brasileiro.

Distinguem-se nessa região as seguintes unidades:

a) Série São Francisco – caracterizada pela presença de rochas argilosas, silticas e calcárias (Série São Francisco ou Bambuí, siluriano superior).

O relevo dessa área pode ser definido como uma relíquia morfotológica, com notável superfície geral de pediplanização, elevada de 850 metros ao sul caindo suavemente para norte.

Junto ao contato com as rochas mais antigas do referido divisor, o relevo Bambuí é acentuado devido à erosão diferencial nos quartzitos e folhelhos nas cabeceiras dos tributários do rio São Francisco e também devido à estrutura dobrada das camadas silurianas.

Uma ocorrência peculiar na Série Bambuí são as camadas de metaconglomerados nas proximidades do rio Samburá, afluente do alto rio São Francisco.

No planalto araxaense as rochas mais antigas constituem um complexo metamórfico pré-cambriano constituído de micaxistos, "xistos verdes", filitos,

magmatitos e quartzitos. Muitos autores têm admitido esse complexo como equivalente da Série Minas, mas a falta de dados correlativos, o estilo tectônico e a orientação estrutural diferentes forçam a distinguir, ainda que em caráter provisório, duas séries: **1.2.1 – SÉRIE ARAXÁ** – Mais antiga, com anfíbolitos, micaxistos e migmatitos. Ocupa a bacia do rio Quebra-Anzol e se estende daí para o norte alcançando o rio Paranaíba, penetrando em Goiás.

O metamorfismo da Série Araxá é de caráter médio a forte, atingindo até a migmatização, numa faixa ao longo do rio Tamanduá, exposta desde as proximidades de Argenita até Antinha. Outra faixa de migmatitos se encontra ao longo do rio São João, ao sul de Ibiá. Muitos outros são observados ao longo dos rios Bagagem, Dourados, Preto e Paranaíba, conforme se pode verificar nas observações de Campos.

Alguns autores precedentes consideram esses migmatitos como rochas arqueanas, sem prestar atenção às suas relações verdadeiras com os xistos da região. Realmente a transição de micaxisto para gnaisse é gradual.

**1.2.2 – SÉRIE CANASTRA** – Menos antiga, em que dominam os quartzitos, salientes na paisagem em "serras" assimétricas ("hogbacks"). Filitos diversos associam-se aos quartzitos, em geral prateados ou cinzentos (hematíticos e grafitosos). Ocupa a Série Canastra a bacia do alto rio das Velhas e a faixa divisória entre as bacias dos rios Quebra-Anzol e Paranaíba. De Patrocínio para norte se estende pela serra dos Pilões, rumo a Paracatu.

Há uma discordância estrutural (não conformidade) entre a Série Araxá e a Série Canastra. Na Série Araxá a xistosidade tem orientação mais próxima do meridiano. Na Série Canastra, na bacia do rio das Velhas, as direções são mais próximas do paralelo.

A estrutura importante da região é o falhamento com empurrão que levou a Série Canastra a acavalar as rochas da Série S. Francisco (tectônica Caledoniana). Esse empurrão foi a causa da formação da Série Siluriana em uma faixa de 40 km além do contato. A extensão já conhecida do empurrão vai das nascentes do rio S. Francisco (Várzea Bonita) até a Serra dos Pilões, próximo a Paracatu.

Produzida na mesma ocasião que o empurrão, observa-se uma extensa falha de rasgamento que se estende de Desemboque a Guia Lopes, ao longo e ao sul dos rios das Velhas e Santo Antônio (afluente do S. Francisco).

Essa tectônica de falhamento produziu importante folheação nos quartzitos com mascaração muito generalizada da estratificação original.

Os alinhamentos estruturais dominantes na Série Canastra são dirigidos de 30° a 60° NW no que diferem muito da Série Minas. O empurrão que se desenvolve de Várzea Bonita a Patrocínio e o rasgamento do alto rio das Velhas são devidos a um esforço E-W.

Litologicamente poderíamos equiparar a Série Araxá com a Série Barbacena do centro-sul do Estado de Minas Gerais (Barbosa, 1954): Nada se sabe, entretanto, sobre suas idades. A Série Canastra poderia também ser litologicamente equivalente à Série Minas, pois em diversos lugares da região de Araxá, encontram-se leitos delgados de itabirito e oligisto-xisto intercalados nos quartzitos.

Até agora são conhecidas as chaminés de Tapira, Barreiro, Salitre e Serra Negra, onde o magmatismo alcalino imprimiu estrutura dômica às rochas regionais (quartzitos e xistos).

Rochas tipicamente alcalinas ocorrem marginalmente nessas chaminés ou em diques cortando o pré-cambiano.

As fontes de águas alcalinas e radioativas associam-se sempre às ocorrências dessas rochas. No Barreiro, importantes depósitos de apatita, barita e pirocloro, associam-se ao carbonatito.



A chaminé do Barreiro é intrusiva na Série Araxá, a de Tapira na Série Canastra, as de Salitre e Serra Negra nas Séries Canastra (do lado ocidental) e São Francisco (do lado oriental).

A idade do vulcanismo das chaminés e tufos alcalinos do oeste do Estado de Minas Gerais está compreendida entre o rético e o cretáceo superior.

### 1.3 – Geologia Distrital de Serra Negra

A E-SE de Patrocínio aparecem unidos um ao outro e em continuação da serra do Salitre os domos de Salitre e Serra Negra. Esses domos fazem uma solução de continuidade nessa serra, a qual continua depois ao norte rumo de Coromandel.

A serra do Salitre rumando de Pratinha para Patrocínio com direção N-NW tem a ocidente as lombadas e chapadas da "superfície Araxá". A oriente temos o pediplano da bacia do alto rio Paranaíba, esculpido em rochas sílticas e argilosas da Série São Francisco. Os quartzitos da serra Salitre são intensamente folheados e freqüentemente se abrem em lâminas muito delgadas de poucos milímetros de espessura.

O domo de Serra Negra é bem conhecido pelo nome de "chapada de ferro" porque a maior parte do seu topo nivelado está revestido de espessa crosta de canga, constituída de fragmentos de quartzo e magnetita cimentados por limonita.

A drenagem anelo-radial no domo de Serra Negra é muito mais bem caracterizada que em qualquer das outras chaminés.

À margem do ribeirão Bebedouro, junto ao contato com o quartzito envolvente, localizam-se as fontes de Serra Negra, as mais mineralizadas do País (sulfídricas, sulfatadas e bicarbonatadas).

A dissecação da crosta de canga permitiu o ataque rápido da rocha subjacente de natureza dunítica entalhando-se profundos vales acidentados por degraus numerosos e representados por pequenas cachoeiras.

Da mesma forma que no Barreiro e em Tapira, diversos níveis de terraços em canga se observam na bacia do ribeirão Bebedouro, em Serra Negra.

O córrego Taquara geneticamente é subsequente anelar, correndo no contato dunito-quartzito. A aluvião mais baixa formou-se devido à barragem do anel de quartzito, atravessado pelo Bebedouro cerca de 40 m a NNE do hotel.

Encontram-se dunitos e serpentinitos ao longo do vale do Bebedouro e de seus afluentes.

Rochas alcalinas aparecem apenas em fragmentos soltos numa extensão de 100 metros junto da fonte sulfurosa. Trata-se de jacupiranguitos (conceito de Shand) e shonkinitos. Essas rochas parecem formar uma faixa estreita no contato do dunito com o quartzito envolvente. Esse quartzito e metassiltitos associados sofreram metamorfismo de contato do magma básico alcalino resultando rochas do tipo adinole.

No médio curso do ribeirão Taquara o quartzito de contato contém minerais serpentínáceos.

Na aluvião das fontes foi encontrado um bloco de cornubianito, provavelmente incorporado pelo magma em ascensão e libertado por intemperismo.

O domo quartzítico circunda completamente o maciço dunítico e compõe-se de quatro faixas de quartzitos com três intercalações de xistos e metassiltitos.

A espessura total do complexo quartzito-xisto é da ordem de 2.000 metros. O mergulho é no mínimo de 45°.

A oriente do domo de Serra Negra se estende a Série São Francisco e ao ocidente, xistos das bacias do ribeirão Salitre e do rio Dourados. Ao sul, a chaminé de Salitre.

#### **1.4. – Síntese Petrográfica da Serra Negra**

As rochas ígneas são, nesse distrito, representadas principalmente por dunitos, dunitos dialágicos, dunitos flogopíticos, jacupiranguitos e shonkinitos. Os dunitos são formados por olivina forsterítica a qual se associa, conforme a variedade, dialágio ou flogopita.

#### **1.5 – Geologia Distrital da Chaminé de Salitre**

Dentro do anel de quartzito apresenta-se um solo de terra castanha, com relevo montanhoso e irregular, pois não há canga de revestimento. Ao norte, a chaminé do Salitre funde-se com a de Serra Negra mas entre elas há uma barreira quartzítica. O chapadão do ferro eleva-se bastante acima do terreno da chaminé de Salitre.

O anel quartzítico que circunda a chaminé do Salitre tem espessura de 600 a 700 metros (espessura real da camada). Uma extensa falha com rumo ENE, secciona completamente o anel quartzítico.

Foram observados diques-anéis externamente ao anel de quartzito, à margem da rodovia Salitre–Chapadão.

No interior da chaminé há, sem dúvida, rocha alcalina (fenitos) mas não se conhece a sua morfologia de jazimento. Provavelmente é uma ocorrência algo dissemelhante à de Serra Negra como indica a ausência de crosta elevada de canga.

Um lago situado dentro de uma depressão afunilada no centro-leste da chaminé é muito sugestivo como representante de antiga cratera a dar-se crédito à sua propalada profundidade.

#### **1.6 – Síntese Petrográfica de Salitre**

Dominam principalmente pulaskitos e seus representantes hipoabissais: pulaskitos-pórfiros, hedrumito e tinguáto. Mineralogicamente caracterizam-se pela associação ortoclásio-aegirina, sendo o primeiro geralmente sódico. O acessório mais comum é a apatita mas também se encontra titanita. A magnetita como mineral primário é muito rara.

A maior parte das rochas ígneas dessas chaminés apresentam texturas características de rochas plutônicas e hipoabissais consolidadas em profundidade. Todos os distritos (Salitre, Serra Negra, Tapira, Patos) representam pequenos plutões alcalinos.

## 2. INTRODUÇÃO

Dentre os tópicos da programação do Departamento de Exploração Mineral para o ano de 1967, um deles referiu-se à prospecção pormenorizada das chaminés alcalinas do oeste do Estado de Minas Gerais. Tal enquadramento na programação teve por motivo os resultados animadores de Poços de Caldas, aliados à semelhança da geologia regional e jazimento das chaminés.

Visava o DEM obter em tempo hábil, mapas geológicos e radiométricos gerais das duas chaminés alcalinas, além de realizar uma campanha de amostragem das aluviões para prospecção geoquímica.

Os trabalhos desenvolveram-se ininterruptamente desde princípios de março de 1967 até 30 de junho de 1968.

O objetivo inicial do DEM foi alcançado em parte, porém, nova programação, incluindo geoquímica de solos e avaliação de indícios radiométricos e geoquímicos, determinou o prolongamento dos trabalhos.

Foi planejado levantamento radiométrico e geológico para o maciço alcalino de Serra Negra. Este maciço acha-se recoberto por uma brutal couraça de canga laterítica que bloqueia qualquer método usual de prospecção (radiométrica, geoquímica, etc.), com exceção das bordas já dissecadas pela erosão, além de obstaculizar totalmente o levantamento geológico. Com efeito, os levantamentos previstos para Serra Negra não puderam ser executados.

Se a prospecção nestes maciços foi esperançada pelas semelhanças e resultados obtidos em Poços de Caldas, os trabalhos mostraram que, contrariamente ao que ocorre naquele distrito alcalino, em Salitre e Serra Negra "não existe um só veio com mineralização de elementos radioativos".

É sabido que as rochas alcalinas estudadas no mundo inteiro não encerram jazimentos uraníferos de valor econômico apreciável e nessa altura, Poços de Caldas poderia acrescentar: exceto aquelas em que as mineralizações ocorrem em veios.

Em Salitre e Serra Negra as mineralizações são do tipo "disseminação" e não se constatou, em nenhum local, qualquer mobilização iônica.

Sabe-se, igualmente, que entre as rochas ígneas, as ultrabásicas são as que encerram os teores mais baixos de urânio e tório e não se conhece nenhuma jazida epigenética nestas rochas. O maciço de Serra Negra é constituído por um "coeur" piroxenítico envolvido por um cinturão dunítico com raras ocorrências de rochas alcalinas nas bordas.

Poder-se-ia imaginar, então, que os trabalhos realizados em Serra Negra e Salitre foram inúteis. Seria uma conclusão incorreta, bastando apenas lembrar que o Brasil encerra grande parte das manifestações alcalinas do mundo e, portanto, o pessimismo quanto às possibilidades das rochas alcalinas não deve ser absoluto. A este respeito são oportunas as palavras de Heinrich: "Desde 1945 tem se desenvolvido um programa de pesquisa de minerais radioativos com uma intensidade sem precedentes. Não só se encontraram uma quantidade enorme de novos jazimentos, como também foram descobertos muitos de um caráter geológico completamente novo em regiões cuja geologia se havia considerado previamente como oposta à concentrações de urânio. Muitos destes tipos novos foram encontrados por acaso, por prospectores não treinados, que sabiam tão pouco de geologia que não tinham nenhuma idéia

preconcebida contra as áreas não favoráveis.”

Os trabalhos de campo foram encerrados a 30 de junho, porém os resultados de análises dos poços abertos pela Equipe foram conhecidos somente 8 meses depois.

Resumindo, os trabalhos executados abrangeram uranometria das aluviões e de solos nas duas chaminés, levantamentos geológicos e radiométrico em Salitre e apenas observações gerais do ponto de vista radiométrico e geológico em Serra Negra.

Durante a segunda quinzena de março de 1967 executou-se um levantamento por autoportada incluindo as duas chaminés e uma faixa de 1 quilômetro aproximadamente dos terrenos encaixantes. Este levantamento teve por objetivo indicar quais as áreas mais favoráveis ou mais “vulneráveis” aos métodos da prospecção pormenorizada. Ficou demonstrado que Salitre era perfeitamente trabalhável e Serra Negra absolutamente impraticável. Sobre este levantamento não consta, no presente relatório, nenhum documento.

### 3. PESSOAL

A Equipe foi instalada oficialmente no dia 2 de março de 1967, sendo constituída por dois geólogos e dois prospectores: José Gabriel da Cunha e Souza Filho (geólogo-chefe), Gabriel Corrêa Leite (geólogo), Dálvio Evangelista dos Reis (prospector) e Seiji Oki (prospector).

O geólogo Gabriel Corrêa Leite foi desligado no dia 13 de julho de 1967 sendo substituído pelo geólogo Carlos Henrique Cristaldo Azuaga, incorporado à Equipe em 1.º de setembro.

Em fevereiro de 1968, a Equipe Itinerante Serra Negra/Salitre foi extinta, sendo anexada a Equipe de Campo Fixa Araxá/Tapira, passando a ser designada por "Base Patrocínio" daquela Equipe.

Os prospectores Oki e Reis foram desligados durante o período de férias, deixando a Equipe nos primeiros dias de março.

Os trabalhos ficaram resumidos apenas à amostragem de solos, em continuação à campanha de geoquímica e abertura de poços nos trabalhos de avaliação de indícios. Para estes trabalhos foi designado o prospector Roberto Zupelari, incorporado em 12 de fevereiro de 68. O geólogo Azuaga passou para a Equipe de Araxá, continuando como responsável pela Base Patrocínio o Geólogo Souza Filho.

A prospecção geoquímica foi orientada pelo geólogo Sumio Hassano.

#### 4. TRABALHOS ANTERIORES

1925 – Andrade Jr. e Guimarães estudam, respectivamente, as águas minerais de Serra Negra e alguns tipos petrográficos das duas chaminés.

1926 – Andrade Jr. menciona a existência de blocos de tinguaito e naujaíto próximo a Salitre; tinguaito “xistoso” no caminho para a fonte e dique de jacupiranguito cortado por minette na fonte sulfurosa de Salitre.

1928 – Troger descreveu e deu nome à duas variedades de rochas jacupirangíticas de Salitre: “bebedourito” e “Salitrito”.

1937 – Menescal descobre o dunito de Serra Negra bem como a forma dômica dos anéis de quartzito.

1939 – Campos interpreta como lacolito a morfologia de jazimento de Serra Negra bem como efetuou estudos petrográficos de várias rochas daquela chaminé.

1954 – As chaminés de Salitre e Serra Negra foram reconhecidas em uma série de vôos executados pela PROSPEC, num levantamento geofísico e radiométrico.

1955 – Foram executados vôos geofísicos adicionais pela PROSPEC e posta em evidência as características morfológicas destacadas das chaminés, por meio de fotografias aéreas.

1956 – O. Barbosa apresenta um mapa fotogeológico abrangendo a área das duas chaminés.

1957 – Barbosa, Guedes e Coutinho apresentam o relatório da PROSPEC referente aos levantamentos anteriores tecendo considerações sobre as chaminés do Barreiro, Tapira, Serra Negra.

1966 – Guimarães e Sad descrevem aspectos geológicos e petrográficos dos distritos alcalinos de Salitre e Serra Negra bem como determinam a idade do bebedourito de Salitre pelo método da dispersão da birrefringência do piroxênio situando-se no fim do triássico ou início do jurássico, com 183,1 m.a.

O DNPM executa um completo levantamento das possibilidades econômicas de Serra Negra e Salitre mediante contrato com a firma “Geologia e Sondagens”. Em Salitre foi executado um levantamento geológico detalhado. Em Serra Negra, o estudo geológico da Chaminé foi feito por meio de sondagens.

## 5. DADOS GEOGRÁFICOS

### 5.1. Localização

Os maciços alcalinos de Serra Negra e Salitre situam-se no Município de Patrocínio, no oeste do Estado de Minas Gerais.

O Hotel Serra Negra, situado na borda interna norte dista de Patrocínio 25 quilômetros da localidade de São Benedito, próxima ao flanco oeste da chaminé de Salitre, dista cerca de 25 quilômetros da Sede do Município.

Os domos de Serra Negra e Salitre localizam-se a ESE de Patrocínio, fazendo solução de continuidade na Serra do Salitre, separados apenas pelos anéis quartzíticos. Enquadram-se entre os paralelos de 18° 51' e 19° 04' e meridianos de 46° 45' e 46° 53'.

### 5.2. Áreas

As rochas ígneas de Serra Negra ocupam uma área de 90 km<sup>2</sup> e as de Salitre 65 km<sup>2</sup>. Os diques anelares de Serra Negra são de maior espessura e envolvem completamente o maciço. Ocupam uma área de 105 km<sup>2</sup>. Os de Salitre são descontínuos e mais delgados, abrangendo área de apenas 12 km<sup>2</sup>.

### 5.3. Geomorfologia

Os maciços de Serra Negra e Salitre são bem caracterizados do ponto de vista geomorfológico. Entretanto, observa-se em Serra Negra, uma forma circular quase que perfeita, enquanto que em Salitre, os diques anelares abrem-se para o norte em forma de ferradura e o maciço é alongado no sentido N-S.

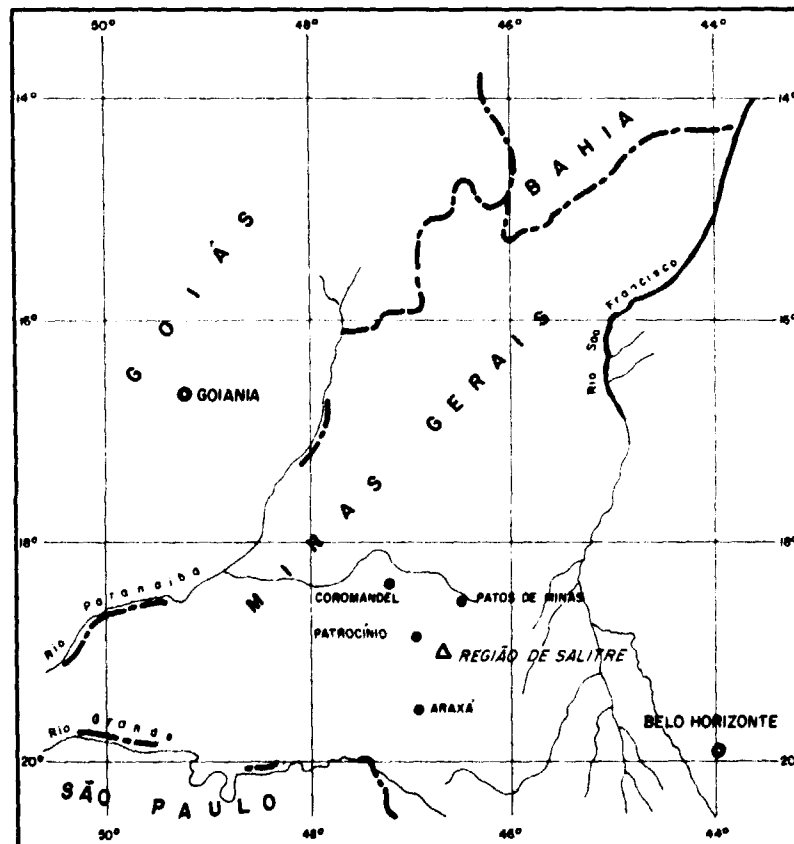
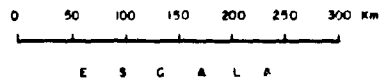
A erosão periférica em Serra Negra, após romper a espessa crosta de canga, entalha profundos vales na rocha subjacente, oferecendo desníveis brutais com as cristas resistentes de quartzito do anel envolvente.

Ao longo da bacia do ribeirão Bebedouro, em Serra Negra, observa-se vários níveis de terraços em canga. O. Barbosa (1) menciona 5 terraços, sendo o mais elevado entre 1.200 e 1.220 metros, correspondendo ao alto do "Chapadão do Ferro", fazendo parte da superfície de aplainamento denominada "Canastra".

Em Salitre o recobrimento de canga é muito menor que em Serra Negra, sendo, por isto mesmo, a morfologia interna bastante montanhosa. No interior da chaminé, a drenagem permite individualizar dois compartimentos geomorfológicos distintos. Ao sul observa-se grande densidade de drenagem caracteristicamente radial, constituída por pequenos afluentes do ribeirão Salitre e pelas nascentes do ribeirão Fortaleza. Ao norte, incluindo a área da lagoa, a drenagem é praticamente nula. Existe apenas o córrego da Lagoa que vai desaguar também no ribeirão Bebedouro, além de pequenos cursos que apenas conseguem romper a barreira quartzítica. Observa-se nitidamente, nas fotografias aéreas de Salitre, a forma típica construcional de um cone vulcânico, bastante suavizado, tendo ao centro a nascente do córrego da Lagoa.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR  
DEPARTAMENTO DE EXPLORAÇÃO MINERAL

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE SALITRE





## 6. GEOLOGIA REGIONAL

As chaminés em foco acham-se separadas uma da outra pelo anel quartzítico de Serra Negra e por rochas sedimentares ou metassedimentares Bambuí.

Encaixam-se próximo ao contato entre os xistos da Série Canastra e os sedimentos finos metamorfizados da Série Bambuí.

A "mise-en-place" dos maciços arqueou em forma dômica as duas seqüências metassedimentárias atingindo área não inferior a 2.000 km<sup>2</sup> (Guimarães e Sad) – (2).

A Série Canastra (pré-cambriano B) é constituída por xistos, filitos e quartzitos. A Bambuí (siluriano), de metamorfismo mais baixo ou nulo, é representada por folhelhos, argilitos, siltitos e siltitos ardorianos, quartzitos e quartzitos feldspáticos.

Segundo O. Barbosa as encaixantes a leste pertencem à Bambuí e a oeste à Canastra, encaixando-se as intrusões junto ao contato; para Guimarães e Sad, os maciços acham-se completamente envolvidos por rochas Bambuí. Parece-nos, realmente, que as rochas da Canastra jamais se põem em contato com as rochas alcalinas.

A estrutura regional dominante na região é o falhamento de empurrão que acavalou a Série Canastra sobre a Série Bambuí, manifestando-se morfologicamente pela "Serra do Salitre" que se desenvolve no rumo NW passando próximo a Patrocínio onde sofre solução de continuidade.

As direções regionais da xistosidade dominante na Série Canastra variam entre N30° e 60° W.

## **7. TRABALHOS REALIZADOS EM SERRA NEGRA**

### **7.1. Fotointerpretação**

Executou-se uma fotointerpretação expedita de S. Negra visando apenas a obtenção de um mapa básico para planejamento de futuros trabalhos.

Delimitou-se apenas os diques anelares e fez-se um levantamento completo da rede de drenagem.

Foram utilizadas fotografias na escala de 1:25.000 e a área total abrangeu aproximadamente 200 km<sup>2</sup> incluindo parte dos terrenos encaixantes.

### **7.2. Radiometria**

Inicialmente foi feito um levantamento de toda a região utilizando-se o método da auto-portada. Os resultados deste levantamento permitiram apenas a implantação de um setor com 7,2 km<sup>2</sup> para levantamento radiométrico a pé.

O levantamento a pé foi executado por dois prospectores empregando perfis com espaçamento de 200 metros e, nas áreas mais radioativas, de 100 metros.

### **7.3. Perfilagem gama de furos de sonda**

Mediante autorização do Chefe do 3º Distrito Centro-Sul do DNPM efetuou-se a perfilagem gama em dois furos de sonda executados pela firma "Geologia e Sondagens" na região de Serra Negra, nas proximidades da lagoa.

Os furos foram perfilados até as profundidades de 40 a 60 metros. Empregou-se uma sonda manual acoplada a um gamâmetro SRAT.

### **7.4. Geoquímica de Aluviões**

Como método preliminar à prospecção pormenorizada a pé, realizou-se uma campanha de amostragem de aluviões para prospecção geoquímica, em caráter prioritário.

Em cada local foram tomadas 3 amostras: uma do aluvião e uma de cada vertente do vale. Ao todo foram amostrados 211 locais com um total de 633 amostras.

Em cada ponto de amostragem foram tomadas medidas da radioatividade.

### **7.5. Geoquímica de Solos**

A campanha geral de amostragem de solos e preparação de amostras foi iniciada no dia 4 de janeiro de 1968 e concluída a 31 de maio, sendo executada por um prospector e dois mãos-de-obra local.

Em Serra Negra foram coletadas e preparadas 709 amostras distribuídas em 5 áreas (E, F, G, M e P) com um total de 7,1 km<sup>2</sup>, tendo abrangido o período de 22 de abril a 31 de maio de 1968 com 28 dias efetivos de trabalho.

As amostras foram coletadas a uma profundidade média de 50 cm em malha de 100 x 100 metros.

## **7.6. Avaliação de Índícios**

**INDÍCIOS RADIOMÉTRICOS** – Foram feitos estudos preliminares por meio de escavações superficiais e amostragem em 7 indícios pontuais e um em “mancha”, selecionados pelo levantamento radiométrico.

**INDÍCIOS GEOQUÍMICOS** – Em Serra Negra foram abertos 4 poços na área “F” que acusou os maiores teores de  $U_3O_8$  na prospecção geoquímica de aluviões. Estes poços foram locados sem o conhecimento dos resultados da geoquímica de solos.

## 8. RESULTADOS OBTIDOS EM SERRA NEGRA

### 8.1. Fotointerpretação

A fotointerpretação em Serra Negra, embora executada com o propósito de apenas dispor-se de um mapa básico, revelou os seguintes fatos:

1. A chaminé é envolvida por uma série alternada descontínua de rochas duras e moles (quartzito e folhelho).
2. Esta alternância de rochas duras e moles forma um cinturão, levemente alongado no sentido E-W, que envolve a intrusão básico-alcálica.
3. O anel atinge largura máxima de 4 km a leste, com um pacote de 7 seqüências quartzíticas.
4. Poucas falhas seccionam a estrutura, notadas unicamente nas bordas, principalmente a oeste.
5. A principal direção de falhamento é N70-80W.
6. A drenagem é tipicamente anelo-radial, periférica.
7. Para o interior da chaminé a única drenagem existente é constituída pelas nascentes do córrego Bebedouro, na parte central do maciço.
8. A parte central é capeada por material resistente à erosão, com absoluta ausência de drenagem, constituindo uma típica superfície de aplainamento (superfície Canastra).
9. O mergulho dos anéis de quartzito envolvente diminuem dos mais internos para os mais externos.

### 8.2. Radiometria

O levantamento radiométrico em Serra Negra (7,2 km<sup>2</sup>) apresenta "manchas" alongadas no sentido dos diques anelares de quartzito, exatamente por se encontrar o setor entre estes e a borda do grande "chapadão de ferro" (crosta de canga laterítica). As radioatividades máximas registradas são da ordem dos 3.000 C/s Microlab. Foram assinalados 7 indícios pontuais e 4 em forma de "manchas".

### 8.3. Perfilagem gama

Os resultados das perfilagens gama dos dois furos de sonda, executados pelo DNPM em Serra Negra, foram absolutamente negativos. Aliás, isto já era esperado, uma vez que, contrariando a nossa expectativa, os furos limitaram-se apenas a área central do maciço, onde predominam rochas básicas ou básico-alcálicas. Efetivamente, foi encontrada rocha piroxenítica abaixo de 150 metros.

As perfilagens apresentaram os seguintes resultados, em choques/seg. AVP.

Profundidade	Furo F-6	Furo F-7	Profundidade	Furo F-6	Furo F-7
0	25	25	30	20	230
1	30	30	31	20	230
2	30	30	32	20	230
3	30	30	33	20	220
4	20	40	34	20	170
5	20	20	35	10	220
6	25	25	36	20	160
7	25	30	37	20	190
8	30	40	38	20	220
9	30	45	39	20	150
10	35	35	40	—	200
11	35	35	41	—	200
12	20	40	42	—	220
13	25	40	43	—	160
14	30	50	44	—	130
15	30	70	45	—	190
16	25	70	46	—	170
17	35	70	47	—	140
18	30	90	48	—	190
19	30	130	49	—	70
20	15	120	50	—	190
21	20	110	51	—	170
22	20	140	52	—	180
23	25	160	53	—	190
24	20	150	54	—	130
25	20	160	55	—	120
26	20	170	56	—	150
27	25	200	57	—	180
28	30	200	58	—	190
29	30	270	59	—	160

Como se observa, há uma grande diferença nos valores obtidos nas duas perfilagens. Somente examinando-se os testemunhos das sondagens é que poderíamos encontrar a explicação para o fato. O furo F-6 acha-se mais próximo à lagoa e tem nível freático na altura dos 20 metros. No furo F-7 o nível deve estar pouco abaixo dos 20 metros, e parece ter ligação com o aumento da radioatividade a partir daquela profundidade.

As perfilagens foram interrompidas em virtude da paralização das sondagens por problemas de ordem técnica e material.

Segundo informação do geólogo responsável pelas pesquisas em Serra Negra, a rocha fresca só foi atingida abaixo de 150 metros: trata-se de rocha piroxenítica.

#### 8.4. Geoquímica de Aluviões

Em Serra Negra foram assinaladas inicialmente 3 áreas com valores anômalos E, F e G, que correspondem, respectivamente a 17, 13 e 32 vezes o "BG" local.

Posteriormente, com o recebimento dos resultados completos da uranometria de aluviões e solos dos flancos dos vales, mais duas áreas apresentaram valores um pouco acima do "BG" nas amostras de solos.

Observou-se, especialmente em Salitre, que quando a análise geoquímica acusava valores elevados somente nas amostras de aluviões, o teor de urânio nos solos da área envolvente era muito baixo. Isto significa que deveria se ponderar mais os valores das análises dos flancos dos vales que do próprio aluvião.

### **8.5. Geoquímica de Solos**

O total da amostragem abrange 7,1 km<sup>2</sup> distribuídos em 5 áreas:

**ÁREA E** – localizada fora do maciço, apresenta teores uranométricos muito baixos. Apenas um resultado ultrapassa 4,5 ppm.

**ÁREA F** – encerrando os mais elevados teores uranométricos em aluviões porém nada revelando a geoquímica de solos. Teor mais elevado: 4,5 ppm.

**ÁREA G** – nenhum valor ultrapassando de 6 ppm.

**ÁREA M** – resultados insignificantes. Máximo de 4,3 ppm.

**ÁREA P** – anomalias apenas nos flancos dos vales (geoquímica de aluviões). Máximo de 9,3 ppm.

Estes resultados são suficientes para encerrar a questão em torno de Serra Negra. Se existe mineralização econômica de urânio somente poderá ser detectada por métodos de subsuperfície. Mesmo neste caso, as perfilagens gama poucas esperanças permitem alimentar.

### **8.6. Avaliação de Índícios**

**INDÍCIOS RADIOMÉTRICOS** – A determinação das causas bem como a importância dos indícios radioativos detectados em Serra Negra apresentaram resultados desanimadores.

A radioatividade, em qualquer dos indícios nunca chega a ser elevada como nos indícios de Salitre.

Por falta de motivação, não se conhece qual o mineral ou minerais responsáveis pela radioatividade em Serra Negra. Sabe-se apenas que é difícil a presença de perowskita pela ausência de Ca nas análises espectrográficas por Raios X, de amostras enviadas ao IPR de Belo Horizonte.

O quadro abaixo resume os resultados obtidos na avaliação dos indícios de Serra Negra. Os indícios pontuais são designados por números e os indícios em "manchas" por letras. Os indícios B, C e D deixaram de ser verificados em virtude dos fracos resultados que vinham sendo obtidos.

É oportuno mencionar que a prospecção geoquímica não acusou nenhum valor anômalo na área do setor escolhido para radiometria em Serra Negra.

Indí- cios	Ra-Sup		eU <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ppm	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ppm	eThO <sub>2</sub> ppm	ThO <sub>2</sub> ppm	Outros Elementos	Observações
	C/S, microLAB	Ra-Prof C/Sm						
1	700	2.000- 1,30	-	-	-	-	-	Solo avermelhado com grande teor em óxido de ferro.
2	700	1.800- 2,00	-	-	-	-	-	Idem
3	600	3.000- 1,00	-	40	1.900	1.300	Ti, Fe, Al, Cr, Si, Zr, Hf, Ce, Nd, Eu	Radioatividade ligada a rocha altera- da de granulação fina
4	800	3.000- 1,00	-	40	3.600	3.300	Idem + Mg	Rocha alterada semelhante ao aegirina-sienito de Salitre.
5	2.000	-	-	40	2.500	-	Ti, Fe, Al, Si, Mg, Ce, Lu, Nd	Canga, Magnetita pequeno afloramento
6	-	-	-	-	-	-	-	Rocha feldspática com Magnetita Solo eluvionar
7	1.400	-	-	-	-	-	-	sem interesse para análise
A	1.600 1.800	3.000- 0,60	-	40	1.800	1.800	Ti, Fe, Al, Cr, Si, Zr, Hf, Mg, Ce, Nd, Eu	Rocha feldspática. Magnetita

Observa-se que a radioatividade é quase toda devida ao tório. O urânio (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) contribui no máximo com 40 ppm. O restante da radioatividade pode ser devida ao rádio ou a qualquer outro elemento da série de desintegração, ou ao nuclídeo individual naturalmente radioativo, K<sup>40</sup>.

**INDÍCIOS GEOQUÍMICOS** – Não são conhecidos os resultados das análises dos poços.

### 8.7. Aspectos da Mineralização

Como a finalidade de uma prospecção geral é especificamente encontrar o minério desejado e como a prospecção em Serra Negra (e também em Salitre) não passou da fase inicial é natural que não se tenha cogitado em saber qual a origem da fraca mineralização uranífera em Serra Negra, qual o mineral ou minerais responsáveis pela radioatividade da chaminé.

O que se pode adiantar é que o elemento radioativo é o tório, responsável em alguns casos por mais de 90% da radioatividade. O urânio contribui com menos de 2%.

Diante destes dados pouca coisa se pode esperar de Serra Negra, mesmo ainda sem o conhecimento dos resultados da uranometria de solos. É pouco provável, também, que exista como em Salitre, "carbonatito" associada às alcalinas. Além disto, o caráter disseminado da mineralização constitui-se noutro fator negativo do ponto de vista econômico.



## 9. TRABALHOS REALIZADOS EM SALITRE

### 9.1. Fotointerpretação

A fotointerpretação realizada na região de Salitre seguiu os mesmos princípios que a de Serra Negra: delimitação precisa dos diques anelares e, portanto, da intrusão alcalina e levantamento da rede de drenagem visando a obtenção de um mapa planimétrico básico para planejamento e lançamento dos dados colhidos pela prospecção pormenorizada.

### 9.2. Geologia

Empreendeu-se o levantamento geológico da região de Salitre procurando-se usar o mesmo método empregado em Poços de Caldas: cadastramento de todos os afloramentos existentes. Este método foi logo abandonado porque, aqui, são raros os afloramentos de rocha fresca. O mapeamento baseou-se mais freqüentemente no reconhecimento da própria rocha alterada e, por vezes, até no tipo de solo resultante. Existem lacunas (por exemplo setor "05") onde, praticamente, não existe um só afloramento, sendo a geologia aí totalmente inferida.

Nestas condições, o mapa geológico de Salitre deve ser encarado apenas como um esboço da geologia geral, aliás, não mais do que isto pretendia o DEM.

O levantamento abrangeu 132 km<sup>2</sup> incluindo uma faixa aproximada de 1 km<sup>2</sup> de rochas encaixantes às quais se dispensou o mínimo de atenção.

O tectonismo foi estudado nas fotografias aéreas e as direções tectônicas implantadas no mapa geral, sem confirmação de campo.

### 9.3. Radiometria

O levantamento radiométrico abrangeu 132 km<sup>2</sup>, quase todo executado empregando-se perfis espaçados de 200 metros. Somente nas áreas mais interessantes eram intercalados perfis intermediários, reduzindo-se o intervalo para 100 metros.

Definimos por "Região Salitre", além da intrusão em si, toda uma faixa externa do dique anel de quartzito, com uma largura média de 1 km e, por comodidade de trabalho, foi a região dividida em "setores" com áreas médias em torno de 12 km<sup>2</sup>.

### 9.4. Geoquímica de Aluviões

Foram amostrados 160 locais na região sendo de 480 o número total de amostras. Foram tomadas medidas da radioatividade nos locais de amostragem.

A preparação das amostras foi executada na sede da própria Equipe.

### 9.5. Geoquímica de Solos

A amostragem de solos na região Salitre foi iniciada no dia 4 de janeiro e concluída a 23 de abril de 1968, sendo os trabalhos de coleta e preparação de amostras, executados por um prospector e dois mãos-de-obra locais.

Foram coletadas 1.660 amostras, distribuídas em 7 áreas com um total de 16,6 km<sup>2</sup>

A Área "A" não foi amostrada em virtude de estar enquadrada nos limites das pesquisas de avaliação do DNPM.

As áreas amostradas correspondem às 5 selecionadas pela geoquímica de solo e às 2 (K e L) indicadas somente por levantamento radiométrico.

## 9.6. Avaliação de Índícios

**INDÍCIOS RADIOMÉTRICOS** – Embora se tenha dado prioridade à campanha de geoquímica, o levantamento radiométrico forneceu resultados mais rápidos. Procedeu-se a uma avaliação de indícios radiométricos, encarada como preliminar, enquanto eram aguardados os resultados da geoquímica.

A avaliação preliminar resumiu-se apenas em amostragem dos pontos mais radioativos quer em superfície, quer em pequena profundidade (até 2 m) e na determinação, quando possível, da origem geológica da radioatividade. Foram estudados assim, 16 indícios pontuais e 17 em "manchas".

Classificamos como indício pontual aquele que apresentasse valores superiores a 3 vezes o "background" local e circunscrito a uma área com 5 metros de raio, no máximo. Indício em "mancha" à anomalia que em superfície abrangesse área superior a 5 metros de raio. Estas normas muitas vezes não puderam ser seguidas rigidamente.

**INDÍCIOS GEOQUÍMICOS** – Com o conhecimento completo da campanha de geoquímica (solos e aluviões) iniciou-se uma segunda avaliação de indícios, considerada definitiva.

Nesta avaliação definitiva seguiu-se estritamente as anomalias uranométricas. Foram abertos poços que atingiram até 10 metros de profundidade. O objetivo era o de apenas determinar os teores radiométricos e químicos de óxido de urânio. Somente se houvesse algum interesse, posteriormente se cogitaria em determinar qual o mineral ou minerais responsáveis pelo teor de urânio.

Um outro trabalho realizado pela Equipe e que pode ser enquadrado neste item, diz respeito ao aproveitamento dos poços abertos pelo DNPM, por intermédio da firma "Geologia e Sondagens" na área "A" da geoquímica, abrangendo os indícios radiométricos 13, 14, J, M e N.

Foram perfilados (perfilagem gama) 71 poços, amostrados 49, descritos 45 e solicitadas análises de 19, num total de 147 amostras.

## 10. RESULTADOS OBTIDOS EM SALITRE

### 10.1. Fotointerpretação

Do mesmo modo que em Serra Negra, a fotointerpretação colaborou na confecção do mapa-base da região, bem como na delimitação precisa dos diques anelares e na determinação de alinhamentos morfológicos correspondentes, provavelmente, à falhas no terreno.

O exame da drenagem mostra duas áreas distintas. Ao sul a drenagem é radial-interna, bem desenvolvida. Ao norte, a drenagem é também radial porém externa, isto é, desenvolve-se a partir dos diques anelares. A ausência completa de drenagem para o interior corresponde a uma espessa crosta de canga laterítica. Esta canga recobre os flancos de uma estrutura cônica, encerrando em sua parte interna uma lagoa, correspondendo, talvez, a uma subsidência provocada pela ascensão do magma básico-alcálico.

A fotointerpretação evidenciou ainda a existência de um pequeno dique anelar a NW da região, verificada nos trabalhos de campo como sendo uma pequena intrusão satélite de Salitre.

### 10.2. Geologia

**10.2.1. – CONSIDERAÇÕES GERAIS** – Sabemos ser bastante complexa a geologia da chaminé de Salitre, notadamente na metade sul da intrusão (Setor 02). Entretanto, dada a natureza da prospecção levada a efeito, não se procurou realizar mapeamento de detalhe o que, certamente, implicaria em enorme perda de tempo.

O corpo intrusivo de Salitre é reniforme, alongado segundo N-S. Os diques anéis de quartzito abrem-se para o norte, sendo a intrusão aí limitada por siltitos e folhelhos ardósianos da Série Bambuí.

A NW da Região foi mapeada uma pequena intrusão básico-alcálica, limitada por um dique de quartzito, levemente alongada no sentido N-S, com área de 6,5 km<sup>2</sup>.

Igualmente ao sul da região, foi constatada a presença de rocha alcálica limitada parcialmente por dique de quartzito. Trata-se de uma rocha de granulação grosseira, provavelmente aegirina-sienito, com forte segregação de magnetita e perowskita além de pequena quantidade de apatita.

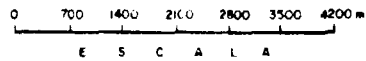
Em ambas as intrusões "satélites" foram assinaladas anomalias radiométricas.

Na altura das localidades de São Benedito e Salitre observa-se claramente nas fotografias aéreas, três diques anelares: dois de quartzito e um de muscovita-xisto maciço (classificação da Seção de Petrografia) intercalado. O externo constitui o grande anel envolvente; o mais interno, de quartzito também, é observado apenas por uma extensão de 3 km, e o intermediário, de muscovita-xisto, desenvolve-se por uma extensão de 6 km. Apresentam mergulhos verticais a subverticais o que nos permite avaliar suas espessuras, entre 100 a 400 metros.

Externamente ao maciço são observados inúmeros diques de tinguafto, notadamente ao sul da intrusão. A NE da localidade de Salitre ocorre um dique tinguafto-pórfiro com vários metros de espessura. Não há, como se imaginou de início, uma distribuição zonal das rochas no interior da Chaminé.

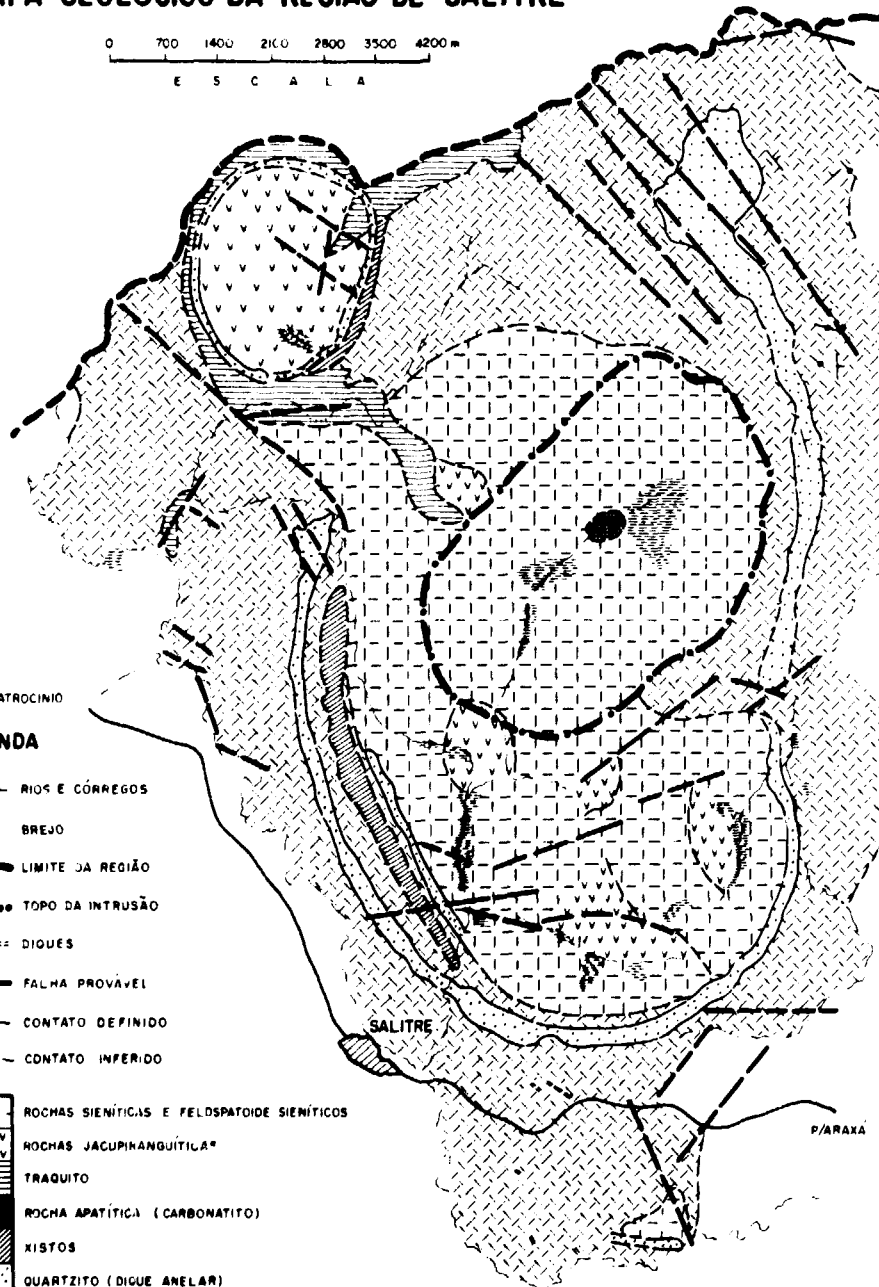
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
 COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR  
 DEPARTAMENTO DE EXPLORAÇÃO MINERAL

**MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE SALITRE**



- P/PATROCÍNIO
- LEGENDA**
- RIOS E CÓRREGOS
  - BREJO
  - LIMITE DA REGIÃO
  - TOPO DA INTRUSÃO
  - DIQUES
  - FALHA PROVÁVEL
  - CONTATO DEFINIDO
  - CONTATO INFERIDO

- ROCHAS SIENÍTICAS E FELDSPATOIDE SIENÍTICOS
- ROCHAS JACUPIRANGUITICA\*
- TRACHITO
- ROCHA APATÍTICA (CARBONATITO)
- XISTOS
- QUARTZITO (DIQUE ANELAR)
- LUTITOS METAMÓRFICOS



DEM - h. d. Linhares 1974

Dado o avançado estágio de alteração das rochas, fomos obrigados a limitar nossas unidades a termos bastante generalizados. Assim, incluímos sob as designações de rochas sieníticas e feldspatóide-sienítica variedades tais como foiaíta, aegirina-sienito, tinguaito, sienitos grosseiros e pegmatóides e rochas traquíticas, e por rochas jacupiranguíticas as variedades bebedourito e salitrilo de Troger, além de variedades como apatita-esfeno-jacupiranguito e apatita-perowskita-jacupiranguito.

A unidade dominante é o próprio aegirina-sienito, encontrado praticamente em todo o interior da chaminé. Apresenta variações de granulação de local para local, chegando a tipos pegmatóides.

Rochas jacupiranguíticas ocorrem como diferenciação básico-alcálica formando como que ilhas dentro da intrusão. Achar-se em geral, recobertas por canga ferruginosa. As variedades salitrilo de Bebedourito foram encontradas nas fontes sulfurosas e, no interior da chaminé satélite básico alcálica de NW, ocorre apatita-perowskita-jacupiranguito.

Correspondentes extrusivos ou hipoabissais do sienito são encontrados principalmente a N e NW.

Junto à lagoa, na metade superior (norte) da intrusão, foi encontrada uma rocha fosfática radioativa com elevado teor de magnetita, classificada pela Seção de Petrografia como constituída por francólita (uma flúor-apatita) e magnetita, originada por substituição de carbonatito.

Em torno do "carbonatito" tem sido encontrada rocha sienítica de granulação fina profundamente alterada. Não sabemos se se trata de rocha própria da intrusão ou se estamos em presença de uma fenitização de rochas mais antigas da região.

Podem ser reconhecidos dois tipos de canga laterítica. Uma é resultante de erosão e lixiviação, sendo o material carregado para pequenas bacias; englobam blocos de quartzito, siltito metamorfoisado, etc. Outra parece ser o resultado da desagregação de rocha jacupiranguítica em que o material melhor reconhecível é a magnetita. Está quase sempre associada a locais de forte segregação magnetito-perowskítica.

As direções tectônicas não são claramente definidas a não ser a NE da intrusão cujo fraturamento se dá claramente segundo N40W. Os diques de tinguaito, orientados estatisticamente para NW, podem sugerir tectônica quebrável naquela direção.

**10.2.2. – SÍNTESE PETROGRÁFICA – AEGIRINA-SIENITO –** Rocha de coloração variável de cinza-claro a escuro, de granulação igualmente variável desde média a pegmatóide.

Consta principalmente de feldspatos e piroxênios. Os feldspatos são microclínio, microclínio-micropertítico e ortoclásio pertítico. Os máficos são aegirina e aegirina-augita. Entre os acessórios encontram-se esfeno, apatita, zircão, monazita e magnetita. A composição corresponde a álcali-sienito, aproximando-se do fenito de Troger.

Rochas jacupiranguíticas: os tipos com biotita aproximam-se do Bebedourito de Troger e têm as seguintes características: rocha cinza-escuro, melanocrática, com placas escuras brilhantes de biotita. Geralmente de granulação média a grosseira. Composição mineralógica: diopsídio, sem sódio, não aegirínico, biotita escura e preta, perowskita, magnetita, hematita especular, ilmenita, esfeno, apatita, calcita e pirita.

Jacupiranguitas sem biotita aproximam-se do salitrilo de Troger. É uma rocha verde-escuro, de granulação média a grossa. Composição: aegirina-augita, até 1 cm, com inclusões de feldspatos, apatita, esfeno, óxido de ferro e biotita. Produtos de alteração: óxido de ferro, actinolita, magnetita e ilmenita.

Além das amostras da Região Salitre enviadas pela Equipe, a Seção de Mineralogia e Petrografia do DEM estudou amostras de piroxenitos em lâminas delgadas, fornecidas pelo DNPM, coletadas em diversos locais, chegando aos seguintes resultados:

“As amostras são piroxenitos da Série jacupiranguítica, com augita preponderante, flogopita, em segundo lugar, e olivina ausente ou acessório raro. Todos são variações próximas de Bebedourito clássico de Troger (piroxênio, biotita, perovskita, magnetita-ilmenita; acessórios raros: apatita olivina, etc.). A amostra “A” representa um micaperidotito. Nenhuma destas amostras pode ser classificada como “kimberlito” que é um peridotito com olivina e flogopita preponderante, sendo de dois tipos: kimberlito basáltico e kimberlito micáceo. São caracterizados também pela presença de alguns minerais específicos, ainda que em menor quantidade do que os principais: especialmente *granada* (piropo), *diopsídio cromífero*, *ilmenita*, *enstatita* (bronzita), *perovskita* e também zircão, rutilo, apatita, prehnita, cromita, calcita, magnetita, etc. O conjunto de minerais específicos é também indicativo para presença de diamantes.

Não encontramos nas amostras investigadas minerais essenciais (sublinhados), enquanto encontramos somente alguns menos característicos, que são também membros de outros conjuntos paragenéticos. Não observamos xenólitos inclusões de outras rochas nem estrutura brechiosa, nem típicos produtos de meteorização, os quais são, às vezes, características para kimberlitos.

A amostra A de Bebedouro, representando um micaperidotito, ou mais exatamente uma rocha olivina-flogopítica, pertence à Série de kimberlito, mas é isenta de todas as características essenciais de kimberlito próprio, como já indicamos acima. Aparecendo em Bebedouro junto com piroxenitos B e 977, representa ele, evidentemente, uma fácies peridotítica do magma piroxenito-peridotítico, que se desenvolveu em Bebedouro, principalmente em grandes variações de piroxenitos do tipo Bebedourito.

Todas estas rochas não podem ser a fonte dos diamantes encontrados em aluvião da grande área adjacente”. (V.A. Gorsky e E. Gorsky, Boletim de Análise, CNEN/DEM).

#### Procedência das Amostras

Am. n.º 2	– Carmo do Paranaíba, MG
Am. n.º 9	– Arapuá, MG
Am. n.º 17	– Fonte Sulfurosa, S. Negra, MG
Am. s/n	– MG 976 – Fazenda Cascata, Patos de Minas, MG
Am. s/n	– MG 977 – Fonte Sulfurosa de Salitre, MG
Am. A	– Fonte Sulfurosa de Salitre, MG
Am. B	– Fonte Sulfurosa de Salitre, MG

**FOIAÍTO** – Geralmente cinza-azulado, fanerítica, holocristalina, de granulação média a grossa, textura “foiaítica” pouco desenvolvida.

Consta de: feldspatos: ortoclásio, microclínio e raro plagioclásio (albita); feldspatóides: nefelina alterada em zeólita, cancrinita e massa coloidal de halloysita; lazurita intersticial entre os feldspatos. Máficos: aegirina, aegirina-augita. Acessórios: esfeno, apatita, colofênio, óxido de ferro e apatita.

A rocha é um “potássio-feldspatóide-sienito” ou simplesmente “nefelina-sienito com ortoclásio preponderante”. Não corresponde à composição de pulaskito, nem a potássio pulaskito e hedrumito dada por Troger. É semelhante ao foiaíto de Poços de Caldas.

Mais raramente ocorre uma fácies porfírico notadamente ao sul do Setor “02”, no qual os fenocristais são: 1) feldspato idiomorfo e anortoclásio característico de feldspatóide-sienitos, e não para sienitos; 2) aegirina e aegirina-augita menor que os feldspatos. A matriz consta dos mesmos minerais e de produtos de alteração dos feldspatóides, principalmente da nefelina; zeólitas: analcita e natrolita, cancrinita. Acessórios: apatita, pirita e magnetita.

**TINGUAÍTO-PORFIRÍTICO** – Rocha holocristalina ocorrendo em diques fora da intrusão alcalina. Os fenocristais são feldspatos em ripas, microclínio, microclínio-micropertítico e ortoclásio micropertítico, às vezes nefelina e um meso-silicato complexo de Na e Ti (lamprofilita). A mesostóse, fina, consta dos mesmos feldspatos, aegirina e aegirina-augita, zeólitas (natrolita, analcita) e cancrinita indicando nefelina primária; biotita rara, apatita e carbonato-apatita, esfeno, magnetita, ilmenita, eudialita.

Correspondem em composição aos tinguaítos de Poços de Caldas diferindo apenas em questões texturais devido à distribuição de fenocristais esbranquiçados em textura fluidal e orientação, às vezes, subparalela.

Encontra-se no caminho da fonte sulfurosa uma fácies cinza-esverdeado com fenocristais brancos de até 1 cm em matriz afanítica. Encerra esfeno idiomorfo semelhante ao da rocha híbrida sienito-piroxenito. Corresponde ao pulaskito-pórfiro citado por Barbosa (1) e ao Shonkinito-pórfiro de Guimarães e Sad (2).

Mais raramente ocorre um tipo de granulação fina e microcristalina com noseana.

**PSEUDOLEUCITA-TINGUAÍTO COM XENÓLITOS DE BIOTITA (GLIMMERITO)** – Rocha de dique, de coloração cinza-azulada, holocristalina, fina a microcristalina. Consta de ortoclásio e, microclínio, aegirina, aegirina-augita, biotita e óxidos de ferro.

A pseudoleucita, de cor amarelada, consta de ortoclásio, sanidina (?) nefelina, biotita, micrólitos de aegirina e apatita.

Os xenólitos de biotita constam de um agregado de biotita com pequena porcentagem de apatita microcristalina e aegirina fina em estado de alteração em óxidos de ferro.

**ROCHAS TRAQUÍTICAS ALTERADAS** – Rocha de coloração castanho-avermelhado, de granulação fina, exibindo, às vezes, fina foliação com a silicificação secundária. Feldspatos em grãos de 1 a 2 mm acham-se completamente sericitizados e caulinizados. Reconhecem-se microclínio e sanidina.

Remanescentes prismáticos e aciculares de minerais máficos (aegirina e aegirina-augita). Brookita, rutilo e leucoxênio e óxido de ferro ocorrem em grupos formando pontos ou manchas pretas. A argila da matriz foi substituída por quartzo microcristalino e parcialmente por calcedônia. A introdução de sílica provavelmente se deu sob pressão e temperaturas elevadas.

A rocha primária sofreu alteração e metamorfismo com desenvolvimento de xistosidade e finalmente silicificação parcial e lixiviação de alguns componentes solúveis.

**BIOTITA TRAQUITO** – Rocha castanho-claro com pontos brilhantes de biotita dourada. Consta de: sanidina, albita-oligoclásio, biotita parcialmente alterada em vermiculita, aegirina alterada em óxido de ferro. Acessórios: magnetita, ilmenita, rutilo e zircão.

**ROCHAS HÍBRIDAS** – Ocorre na fonte sulfurosa de Salitre. É um termo médio entre as rochas jacupiranguíticas e o sienito, microcristalina e de composição peculiar: microclínio, oligoclásio, aegirina, biotita, esfeno. Estes últimos 4 minerais encontram-se em proporções equivalentes. Acessórios: magnetita, ilmenita, hematita, especularita e apatita. Secundários: calcita e pirita. De um lado encontra-se um conjunto de minerais típicos para piroxenitos da família de jacupiranguito sem perowskita; de outro, a associação corresponde à aegirina-sienito melanocrático da família de lusitanito.

**ROCHA APATÍTICA** – Encontrada junto à lagoa. A rocha é de cor cinza com cristais escuros de brilho metálico de magnetita, de tamanhos variáveis desde muito fina até 3 mm de diâmetro. Composição: carbonato-apatita = ± 80%, magnetita = ± 18%. Minerais acessórios: zircão, rutilo, quartzo secundário. óxidos de ferro = 2%.

A carbonato-apatita (tipo francolita) forma um mosaico fino granular. Observam-se sinais de substituição de cristais primários de calcita por carbonato-apatita ou por agregado de colofânio. A substituição foi irregular, ou rítmica, formando zonas com diferentes propriedades óticas no mesmo cristal.

Estas características de carbonato-apatita são típicas para formações oriundas de calcita em carbonatitos. O processo é o mesmo para formação de jazidas marinhas de fosfatos, como também de jazidas apatíticas em carbonatitos.

Em nosso caso a rocha apatítica foi formada por *substituição de calcita em carbonatito*.

**ARGILITO** – Rocha pertencente aos terrenos encaixantes Bambuí. É uma rocha cinza-escuro até preta, afanítica, de granulação argilosa e síltica. Foliação pouco desenvolvida e irregular.

Consta de argila tipo illita, quartzo em grãos irregulares de tamanho síltico, feldspatos profundamente alterados em argilas, óxidos de ferro e calcita secundários. Minerais acessórios: hematita e magnetita, pirita e arsenopirita. Testes químicos de fosfatos, manganês, titânio e arsênio foram positivos.

A rocha é de metamorfismo baixo. A presença e distribuição de S e As indicam penetração de emanções magmáticas na rocha, como agentes de metamorfismo de contato.

**ARDÓSIA** – Oriunda dos argilitos. Exibe clivagem ardosiana e estrutura bandeada fina orientada paralelamente à clivagem. Mesma composição que os argilitos.

**SERICITA-XISTO** – Rocha de coloração cinza-esverdeado a cinza-azulado. Afanítica, microcristalina, exigindo foliação fina com lâminas "vermiformes" e pequenas lentes subparalelas, mostrando linhas pretas de óxido de ferro, acumulações de quartzo e agregados argilosos. Vênulas finas de quartzo e sericita cortam a direção da foliação. Consta de quartzo, micas (biotita e sericita); óxido de ferro, calcita e turmalina, secundários.

A rocha é de baixo metamorfismo.

**ACTINOLITA-XISTO** – Rocha cinza-escuro manchada por óxidos de ferro e manganês ou por argila silicificada.

Apresenta um agregado colunar e fibroso de cristais aciculares de 1 a 3 cm de comprimento. Exibe xistosidade grosseira. As formas cristalográficas e texturais são típicas para anfibólitos da série actinolita-tremolita.

Microscopicamente observa-se apenas quartzo e calcedônia e pseudomorfos prismáticos, aciculares, asbestiformes de mineral primário completamente substituído por sílica. Encontra-se ainda argilas: halloysita e dickita.

A rocha primária foi provavelmente uma rocha ígnea piroxenítica que foi profundamente metamorfsada em actinolita-xisto tornando-se uma rocha quase monomineral. Por um processo hidrotermal a rocha foi parcialmente "asbestizada", cristalizando actinolita em forma finamente fibrosa, enquanto se formavam os minerais de argilas. Finalmente houve uma silicificação por um aporte silícico externo sendo a actinolita completamente substituída por quartzo e calcedônia.

**MUSCOVITA-XISTO-MACIÇO** – Ocorre como dique anel em alternância com os diques de quartzito a SW do maciço.

É uma rocha de cor cinza-esverdeada, de granulação síltica a argilosa. Mostra foliação rudimentar, pouco distinta.



A composição mineralógica é a seguinte:

- a. Muscovita – em grande quantidade, em forma hidratada, como hidromica (damourita) ou hidromuscovita (sericita) em disposição desordenada.
- b. Minerais de argila em pequena quantidade em mistura com micas e quartzo.
- c. Quartzo em pequena quantidade criptocristalino (calcedônia).
- d. Turmalina – rara, porém bem desenvolvida.
- e. Óxido de ferro amorfo.

É uma rocha típica de metamorfismo regional de baixo grau de sedimentos pelíticos. Em nosso caso, porém, trata-se de metamorfismo de contato.

### 10.3 – Radiometria

A interpretação do mapa radiométrico da Região Salitre mostra que a radioatividade se distribui irregularmente em forma de “manchas” indicando que o material radioativo não sofreu, praticamente, mobilização alguma.

De um modo geral, observa-se que existem 5 áreas principais de maior densidade radiométrica.

De norte para sul, temos a “mancha” A, que corresponde a uma pequena chaminé com forte segregação magnetito-perowskítica em rocha básico-alcálica. As radioatividades máximas aí observadas são da ordem de 4.000 C/s Microlab.

A área seguinte compreende as “manchas” B, C e D que, aparentemente, não estão associadas a fenômeno geológico ou geomorfológico algum. Corresponde a área B da geoquímica. Os valores máximos aí observados são da ordem de 5.000 C/s Microlab.

Num alinhamento NW-SE com as anteriores, temos as “manchas” E, F e G, um pouco mais ao sul, que constituem os valores mais elevados da terceira área de concentração radiométrica. Observa-se que a radioatividade distribui-se ao longo do vale do córrego da Lagoa, evidenciada claramente pela “mancha” amarela. Isto, em parte, pode ser atribuído à concentração de material radioativo lixiviado das partes topograficamente mais elevadas para aquelas mais baixas. Nesta área foram registrados os valores mais elevados da Região, acima de 15.000 C/s Microlab.

A quarta área individualizada corresponde a metade inferior da intrusão alcálica, representada, em sua maior parte, por aegerina-sienito. Esta área corresponde a área de valorização do DNPM cujos poços foram aproveitados pela Equipe.

A quinta e última área que apresenta níveis radiométricos elevados situa-se fora da chaminé. Corresponde a ocorrência de rocha alcálica, provavelmente um pequeno “stock” de aegerina-sienito grosseiro, com abundante magnetita e perowskita. As medidas máximas aí registradas são da ordem dos 6.000 C/s Microlab.

### 10.4 – Geoquímica de Aluviões

A interpretação dos resultados da uranometria de aluviões na Região Salitre mostrou a existência de 6 áreas anômalas, com as seguintes características:

**ÁREA A** – encerra 13 valores entre 12 e 33 ppm abrangendo quase toda a metade sul da chaminé. A anomalia foi restringida apenas a parte mais central (nascentes dos córregos) com uma área de 8,5 km<sup>2</sup>. É interessante observar que praticamente não existe valor anômalo nos flancos dos vales. Corresponde a área de valorização do DNPM.

**ÁREA B** – pequena área com apenas 2 valores anômalos nos leitos dos vales (aluviões: 20,8 e 21,8 ppm. Área com 1,3 km<sup>2</sup>).

**ÁREA C** – valores anômalos fracos registrados em 3 amostras: entre 3 e 6 ppm. Área fora da chaminé com 2,2 km<sup>2</sup>.

**ÁREA D** – área anômala assinalada apenas por duas amostras com valores entre 6 e 12 ppm. Geologicamente corresponde a uma área de argilas, provavelmente pertencentes à Série Bambuí. Área com 2,1 km<sup>2</sup>.

**ÁREA H** – área anômala posta em evidência por quatro resultados com os seguintes valores: 7,0, 3,0, 11,0 e 3,1 ppm. Corresponde a rochas alcalinas a SE da chaminé. Área com 4,0 km<sup>2</sup>.

**ÁREA J** – anomalia fraca, representada apenas por 2 valores entre 6 e 12 ppm. Reveste-se de interesse apenas porque corresponde a drenagem externa ao dique anelar de quartzito. Área com 2,3 km<sup>2</sup>.

### **10.5 – Geoquímica de Solos**

As áreas B, C, K e J foram eliminadas com os resultados desta segunda etapa da prospecção geoquímica.

Nas áreas D, H e L, com os resultados abaixo, foram abertos poços segundo um programa de avaliação de indícios.

**ÁREA D** – valor máximo 25,4 pp. Cerca de 3 ha possuem valores acima de 21,6 ppm (3 vezes o BG); nenhuma orientação na distribuição dos valores anômalos.

**ÁREA H** – valor máximo de 44,8 ppm. Cerca de 7 ha possuem valores acima de 19,5 ppm (acima de 3 vezes o BG da área). Nenhuma orientação dos valores mais elevados.

**ÁREA L** – valor máximo de 150,0 ppm. Cerca de 9 ha possuem valores acima de 24 ppm. (3 vezes o BG local). Os valores mais elevados situam-se nas proximidades da lagoa na área do carbonato-apatita. Área apontada pelo levantamento radiométrico.

## 10.6. Avaliação de Índícios

10.6.1. INDÍCIOS RADIOMÉTRICOS – Os resultados obtidos da avaliação preliminar de indícios, baseada unicamente no levantamento radiométrico acham-se resumidos no quadro abaixo:

IND.	RAD.SUP. C/s	RAD.PROF. C/s m	$^{238}\text{U}_2\text{O}_8$ ppm	$\text{U}_3\text{O}_8$ ppm	$^{232}\text{ThO}_2$ ppm	$\text{ThO}_2$ ppm	Observações
1	1.200	2.300/ 0,50	–	–	–	–	Ligada a depósito e-luvionar com fragmentos de quartzo e rocha s./alterada. BG = 800.
2	3.500	–	–	–	–	–	Radiação devida à ocorrência de carbonato apatita (francolita) recoberto por canga.
3	4.000	–	–	–	–	–	Semelhante ao anterior porém alterado.
4		–	–	–	–	–	Radiação fraca ligada à ocorrência de canga. Sem interesse.
5	sup. 15.000	–	–	–	–	–	Rad. ligada a rocha alterada com forte oxidação. Quase canga Rad. muito variáveis.
6	4.000	–	470	20	–	–	Pequeno afloramento de rocha sienítica alterada. BG = 800.
7	4.000	3.500 (1,00 m)	360	30	–	–	Rocha profundamente alterada de natureza básica.
8	1.400	–	–	90	2.200	1.900	Rad. ligada a blocos oxidados esparsos. Sem interesse.

Continua

IND.	RAD.SUP. C/s	RAD.PROF. C/s m	eU <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ppm	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ppm	eThO <sub>2</sub> ppm	ThO <sub>2</sub> ppm	Observações
9	1.200	—	—	70	1.800	1.400	Blocos de rocha sienítica alterada c/ magnetita
10	900	—	—	165	600	400	Rocha alcalina c/intensa silicificação. BG = 600
11	1.500	—	140	20	—	—	Rad. ligada a cam. sup. do frag. de rocha s. alterada de granul. média.
12	1.500	1.200 (0,50)	—	—	—	—	Blocos radioet. em superfície, oxidados, não identificados.
13	1.500	2.500 (0,30 m)	250	40	—	—	Frag. de r. s. alterada em solo argiloso.
14	2.500	2.500 (0,30 m)	210	40	—	—	Semelhante à anterior. BG = 900
15	2.300	—	—	—	—	—	Solo eluvionar c/ frag. de rocha sienít. alter.
16	3.500	6.000 (0,80 m)	—	—	—	—	Radiação irregularmente distribuída. Rocha de granulação grosseira. alt. com magnetita.
A	3.000	4.000 (1,0 m)	640	190 240	3.000	2.000	Mancha extensa. Rocha creme dura, gran. fina com magnetita e perowskita (?).
B	5.500 1.500	(0,80)	620	190	—	—	Solo amarelado com frag. de canga e r.s. alterada.

Continua

IND.	RAD.SUP. C/s	RAD.PROF. C/s m	$eU_3O_8$ ppm	$U_3O_8$ ppm	$eThO_2$ ppm	$ThO_2$ ppm	Observações
C	1.300	2.000 (0,50)	170	70	-	-	Solo oxidado sem fragmentos. Causa?
D	4.500	-	510	130	-	-	Rad. ligada a blocos de r. s. oxidada, por vezes canga.
E	-	-	-	-	-	-	Rad. devida ao carbonato apatita (ind. 2) e a r. s. alt. e oxidada (ind. 5).
F	9.000	-	-	-	-	-	Rad. devida somente a rocha sienítica alterada.
G	4.000	-	470	20	-	-	Rad. devida a rocha sienítica alt. oxidada. BG = 600. Mesma causa que ind. 6.
H	4.000	3.600 (1,0 m)	360	30	-	-	Mesma causa que ind. 7.
I	1.300	2.000 (0,40 m)	70	-	-	-	Causa da radioatividade indeterminada.
J	2.000	-	110	20	-	-	Causa geológica da radioatividade indeterminada.
L	3.000	3.000 (2,0 m)	270	40 70	2.000	1.500	Rad. ligada a frag. e blocos de r. s. alt. na camada superficial do solo.
M	-	-	-	-	-	-	Mesmas características indícios 13 e 14.
N	2.300	-	-	-	-	-	Rad. ligada a frag. de r. s. alterada.

Continua

IND.	RAD.SUP. C/s	RAD.PROF. C/s m	$^{238}\text{U}_3\text{O}_8$ ppm	$\text{U}_3\text{O}_8$ ppm	$^{232}\text{ThO}_2$ ppm	$\text{ThO}_2$ ppm	Observações
P	-	-	-	-	-	-	Semelhante ap indício 6.
Q	3.500	6.000 (0,80)	970	270	-	2.000	Mesmas características que indício 16.
R	1.500	1.900 (0,40)	680	40	-	2.000	Rad. ligada à rocha sienítica alt. de gran. fina.
S	3.000	2.000 (0,40)	-	110	3.900	2.900	Rad. ligada à camada eluvionar do solo.

Observa-se por estes resultados que a radioatividade é quase toda devida ao tório. A área da lagoa parece encerrar os maiores teores de urânio (informação verbal do geólogo J.N. Villaça — até 2.000 ppm), entretanto, o carbonato-apatita não apresenta volume considerável e o caráter acessório na associação mineralógica do urânio afastam, igualmente, a possibilidade econômica do "carbonatito".

Os resultados das análises dos poços (DNPM) abertos na área das "manchas" J, M e N e indícios puntuais 13 e 14, foram absolutamente negativos. Apenas um valor ultrapassa 40 ppm. Mesmo poços que atinjam valores radiométricos relativamente elevados 1.500/2.000 C/s raramente ultrapassam a 100 ppm de  $\text{U}_3\text{O}_8$  (equivalente).

**10.6.2. INDÍCIOS GEOQUÍMICOS** — Embora não se tenha conhecimento de todos os resultados das análises solicitadas, aquelas que dispomos são suficientes para conclusões pouco animadoras sobre Salitre.

As áreas mais interessantes, selecionadas por levantamento radiométrico e posteriormente refinadas pela prospecção geoquímica de aluviões e solo, acusaram, nas escavações realizadas, os teores máximos, resumidos no quadro da página seguinte.

## 10.7. — Aspectos da Mineralização

A mineralização radioativa encontrada até agora tem sido do tipo disseminação de minerais que encerram tório como elemento acessório principal e um pouco de urânio. Supõe-se que estes elementos integram a estrutura da perowskita ( $\text{Ca, Na, Ce}$ )  $(\text{Ti, Nb})\text{O}_3$  ou substitua o  $\text{Ca}^{+2}$  enquanto que no carbonatito-apatita da lagoa, o único elemento radioativo substituindo o  $\text{Ca}^{+2}$  é o  $\text{U}^{+6}$ .

**Perowskita** — existem duas variedades de perowskita: a loperita com Th = de 0,67 a 0,75%, U de 0,054% e Ra de  $1,09$  a  $1,08 \times 10^9$  % e a irinita que é apenas uma variedade torfêra da loperita com Th atingindo a 11,4%. É provável que em nosso caso estejamos em presença de irinita dado o elevado teor de tório verificado nas análises.

**Fosfato** — a francolita, mineral formador de aproximadamente 80% da "rocha apatítica" é apenas uma variedade cristalina anisótropa de fluorapatita que, por condições diadóicas, não permite a substituição do Cálcio pelo tório.

A radioatividade anormal dos fosfatos se deve de maneira quase exclusiva ao urânio já que o tório e seus derivados estão representados por quantidades que apenas atingem a 10 ppm (Heinrich, p. 511).

É pouco compreensível, portanto, a elevada radioatividade do carbonato-apatita de Salitre, as mais elevadas da Região (superiores a 15.000 C/s Microlab).

**SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS  
POÇOS ABERTOS EM SALITRE (EQUIPE CNEN)**

Área	Poço	Profundidade Máx. (M)	Teores mais Elevados $eU_3O_8$	$U_3O_8$	Profundidade M
D	3G	4,0	50	—	3,0
	9E	5,0	90	—	1,0
	11F	6	130	90	5,0 – 2,00
	11G	9	510	200	6,0 – 7,00
	7I	3	120	60	1,0
	9J	5	100	50	2,0
H	8I	4	100	80	4,0
	8J	4	120	80	2,0 – 1,0
	9H	4	110	—	1,0
	12L	4	110	100	3,0
	13L	3	160	100	2,0
	16J	4	60	—	1,0
	19J	(+)	—	—	—
	17J	3	120	70	1,0
	18J	(+)	—	—	—
	L	14H	(+)	—	—
8K		(+)	—	—	—
7K		6	340	150	6,0 – 1,0
8K		(+)	—	—	—
9J		1	100	70	1,0
10J		2	220	160	1,0
7I		(+)	—	—	—
8I		(+)	—	—	—
9I		9,5	230	80	8,0 – 3,0
7H		9,0	810	300	9,0
8H		3	130	70	2,0 – 1,0
10I		8	230	150	4,0 – 7,0

(+) Resultados desconhecidos.

Por outro lado é interessante anotar que a francolita é uma das variedades principais de apatita que aparecem em fosforitos sedimentares em sedimentos marinhos de muitas épocas. As quantidades não são apreciáveis e o urânio apenas pode ser aproveitado como subproduto do fosfatocálcico.

Os teores do poço L7H (o mais interessante) aumentam nitidamente a partir dos 5 m de profundidade. Até a profundidade alcançada (9m) o teor químico de  $U_3O_8$  é de apenas 300 ppm.

Os dados acima expõem fielmente o que se obteve como melhores resultados com a prospecção pormenorizada levada a efeito em superfície na Região de Salitre.



## 12. DADOS ESTATÍSTICOS

### 12.1 – Geoquímica de Aluviões

A amostragem e preparação de amostras foi iniciada no dia 22 de maio e concluída a 31 de julho de 1967, tendo sido resolvida com a seguinte distribuição do pessoal:

<b>PESSOAL</b>	
Geólogos em serviços de escritório	3
Geólogos em trabalhos de campo	12
Prospectores em trabalhos de escritório	9
Prospectores em trabalhos de campo	60
Braçais em trabalhos de escritório	28
Braçais em serviços de campo	46
<b>CUSTO DA CAMPANHA</b>	
Salários	NCr\$ 3.534,00
Despesas gerais de campo	NCr\$ 775,00
Despesas gerais de escritório	NCr\$ 211,00
<b>TOTAL</b>	<b>NCr\$ 4.520,00</b>

### 12.2 – Levantamento Radiométrico

<b>PESSOAL</b>	
Geólogos em serviços de escritório	5
Prospectores em serviços de escritório	5
Prospectores em serviços de campo	190
Braçais em serviços de campo	1
<b>CUSTO DO LEVANTAMENTO</b>	
Salários	NCr\$ 10.300,00
Despesas gerais de escritório	NCr\$ 60,00
Despesas gerais de campo	NCr\$ 1.440,00
<b>TOTAL</b>	<b>NCr\$ 11.800,00</b>
Resultando NCR\$ 85,00 para o km <sup>2</sup> .	

### 12.3 – Classificação de Índícios Radiométricos (inclusive poços DNPM)

<b>PESSOAL</b>	
Geólogos em serviços de escritório	2
Geólogos em serviços de campo	34
Prospectores em serviços de escritório	2
Prospectores em serviços de campo	49
Braçais em serviços de escritório	2
Braçais em serviços de campo	94
<b>CUSTO</b>	
Salários	NCr\$ 4.320,00
Serviços gerais de escritório	NCr\$ 30,00

Serviços gerais de campo .....	NCr\$ 1.170,00
<b>TOTAL .....</b>	<b>NCr\$ 5.520,00</b>

#### 12.4 – Geoquímica de Solos – Amostragem e Preparação de Amostras

##### PESSOAL

Prospectores em serviços de campo .....	95
Prospectores em serviços de escritório .....	15
Braçais em serviços de campo .....	150
Braçais em serviços de escritório .....	50

##### CUSTO

Salários .....	NCr\$ 4.700,00
Despesas gerais de escritório .....	NCr\$ 550,00
Despesas gerais de campo .....	NCr\$ 2.450,00
<b>TOTAL .....</b>	<b>NCr\$ 7.700,00</b>

Preço por amostra = NCr\$ 3,30.

#### 12.5 – Poços Abertos pela Equipe

##### PESSOAL

Prospectores em serviços de campo .....	32
Prospectores em serviços de escritório .....	1
Braçais em serviços de campo .....	108
Geólogos em serviços de campo .....	12
Geólogos em serviços de escritório .....	2

##### CUSTO

Salários .....	NCr\$ 1.930,00
Despesas gerais de escritório .....	NCr\$ 30,00
Despesas gerais de campo .....	NCr\$ 1.400,00
<b>TOTAL .....</b>	<b>NCr\$ 3.360,00</b>

Preço do metro linear (127m) = NCr\$ 19,30

## 11. CONCLUSÕES

As poucas conclusões que se podem tirar dos trabalhos levados a efeito em Serra Negra e Salitre podem ser resumidas nos itens abaixo:

Como ainda não são conhecidos todos os resultados de análises as conclusões podem ser encaradas como não definitivas. Entretanto, os resultados aguardados dificilmente modificarão o quadro negativo quanto às possibilidades econômicas dos distritos alcalinos estudados.

- a. As "manchas" radioativas da Região Salitre indicam pouca ou nenhuma mobilização iônica de minerais radioativos a não ser uma lixiviação superficial na zona central (manchas E, F e G).
- b. Os minerais radioativos acham-se disseminados nos corpos ígneos alcalinos.
- c. O Urânio e o Tório ocorrem como elementos acessórios em minerais com íons compatíveis à substituição isomórfica, provavelmente a perowskita, na qual o  $U^{+4}$  pode substituir o  $Ca^{+2}$ . (A perowskita na variedade irinita pode conter até 11,4% de tório).
- d. As mineralizações são essencialmente toríferas, quer em Serra Negra quer em Salitre.
- e. O mineral radioativo de Serra Negra é provavelmente outro que não a perowskita. Análise de espectrografia por raios-X não acusou presença de Ca em nenhuma das análises feitas no IPR.
- f. Existem três focos de segregações perowskíticas associadas à magnetita: nas duas intrusões satélites e na metade sul do maciço de Salitre (áreas A, K e H da geoquímica).
- g. Na região da lagoa de Salitre ocorre um carbonato-apatita fortemente radioativo. Sobre este "Carbonatito" pouco se sabe. Em superfície aflora por cerca de 2 ha com radioatividades entre 3.000 e 6.000 C/s. É constituído essencialmente por francólita e magnetita.
- h. Duas litologias dominam a maior parte da chaminé de Salitre: rochas jacupiranguíticas e rochas feldspatóide-sieníticas e o aegerina-sienito (incluindo foyaito e tinguaito).
  - i. As duas chaminés acham-se completamente incluídas na Série Bambuí.
  - j. O metamorfismo do contato transforma o argilito da semi-encaixante em argilito ardosiário, ardósia e muscovita xisto.
  - k. A natureza dos maciços pode ser classificada como básico-alcalina.
  - l. Em geral, os minerais radioativos concentram-se a profundidades inferiores a 5 m.
  - m. De um modo geral há uma coincidência entre as anomalias geoquímicas e radiométricas.
  - n. Em Serra Negra, as rochas alcalinas são encontradas apenas nas bordas do maciço. Para o interior predominam rochas básicas e ultrabásicas.
  - o. Em Serra Negra a prospecção geoquímica de solos não confirma as anomalias em aluviões, provavelmente devido a fatores topográficos.
  - p. A natureza e o caráter das mineralizações quer em Serra Negra, quer em Salitre, não encerram condições para a constituição de uma jazida de urânio.
  - q. As perspectivas para tório são bem melhores, no entanto tornam-se inexpressivas quando comparadas com outras ocorrências já conhecidas no Brasil.

## 12. BIBLIOGRAFIA

- 1 – Barbosa, O. – Guedes, S. V. e Coutinho, J. M. V. Chaminés Alcalinas no Oeste do Estado de Minas Gerais, Brasil – Julho de 1957 – PROSPEC.
- 2 – Guimarães, D – Sad, J. H. G. – Observações Geológicas e Petrográficas em Salitre e Serra Negra, Patrocínio, Minas Gerais. Bol. do Instituto de Geologia da Escola Federal de Minas de Ouro Preto. Vol. I, nºs 3 e 4. Dezembro de 1966 – p. 169-180.
- 3 – Guimarães, D. – “Relatório sobre a Jazida de pirocloro de Barreiro, Araxá, Minas Gerais. DNPM–DFPM. Bol. 103. 1957.
- 4 – Heinrich, E. W. – Mineralogia y Geologia de las Materias Primas Radioactivas”. Ed. Omega S.A. Barcelona–1966. Título do original. “Mineralogy and Geology of Radioactive Raw Materials”. P. 251-272, 149-152, 177-208, 201-268, 510-512.
- 5 – Huang, W. T. – “Petrology” – McGraw-Hill Book Company – 1962. P. 124-132, 149-159.
- 6 – McKelvy, V. E. – Everhart, D. L. e Garrels, R. M. “Origin of Uranium Deposits” – Economic Geology–Fiftieth Anniversary Volume – 1955. P. 466-474, 478, 481, 525.
- 7 – Menescal, J. – “Scouting” para pesquisa de Urânio na Região de Mata da Corda e Reduzidas – Relatório CNEN.
- 8 – Leonardos, O, H – “Carbonatitos” com apatita e pirocloro” DNPM – DFPM – aV. 80-1956

