




Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC
- SETOR DE PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS -

SUBPROJETO APLICAÇÃO AGRÍCOLA DOS
TUFOV VULCÂNICOS DE PATOS DE MINAS

RELATÓRIO FINAL

PHL
013068
2007

I-96

	SUREMI SEDOTE
CPRM	
	ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º	920 - S
N.º de Volumes:	IV + Apêndice: APÊNDICE

EQUIPE:

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
Setor Processos Químicos Industriais
Setor Tecnologia Metalúrgica
Setor Tecnologia Mineral

Geraldo Aurélio Cordeiro Tupynambã: Coordenador do Projeto
Aproveitamento de Reservas
de Nutrientes Fosfatados.

Rosa Maria Rabelo Junqueira: Coordenador do Subprojeto Aplicação
Agrícola dos Tufos Vulcânicos de Patos de Minas.

Sérgio Rivas

CETEC - Fundação Centro Tecnológico
de Minas Gerais
Av. José Cândido da Silveira, 2000
Fone: (031) 461-7933
Telex: 1031
Caixa Postal: 2306
30.000 - Belo Horizonte - MG

SUMÁRIO

	Página
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	06
2. <u>GEOLOGIA E SONDAGEM</u>	09
2.1. Topografia	10
2.2. Mapeamento Geológico	10
2.3. Sondagem	10
2.4. Análise Química	11
2.5. Análise Estatística	12
2.6. Cálculo das Reservas	15
3. <u>GARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA</u>	17
3.1. Seleção e Preparo de Amostras	17
3.2. Caracterização Mineralógica	17
3.3. Composição Química	19
4. <u>TESTES DE APLICAÇÃO AGRÍCOLA</u>	24
5. <u>CONCLUSÕES</u>	28
6. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	30
7. <u>ANEXOS</u>	
7.1. Relatório de Atividades do Projeto: Aplicação Agrícola dos Tufos Vulcânicos de Patos de Minas. III. Testes de Aplicação Agrícola. EPAMIG. 1979	33
7.2. Certificado das Análises Mineralógicas	38

7.3. *Certificado das Análises Químicas*

43

7.4. *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPRM. Projeto Carmo do Paranaíba: Relatório
de Pesquisa de Tufos Vulcânicos para Funda
ção Centro Tecnológico de Minas Gerais, CETEC.
Superintendência Regional de Belo Horizonte.
1979.*

1.

INTRODUÇÃO

Os tufos vulcânicos, existentes na região de Patos de Minas, destacam-se entre as matérias-primas fertilizantes de baixo teor, pela extensão de suas reservas e pelas perspectivas de seu aproveitamento na agricultura como fonte de nutrientes fosfatados, potássicos e de micronutrientes e também como a gentes de reconstituição da estrutura dos solos.

A área de ocorrência dos tufos vulcânicos, embora não se constitua de camadas contínuas, mas de grandes retalhos formados pela disseção do planalto da Mata da Corda, está distribuída pelos municípios de Coromandel, Carmo do Paranaíba, Patos de Minas, Patrocínio, São Gotardo, Arapuá, Presidente Olegário e Lagoa Formosa (4).

A literatura existente sobre essa ocorrência consta principalmente de estudos químicos e mineralógicos (1-2, 4-8, 12) e de alguns trabalhos referentes à aplicação do tufo vulcânico de Patos de Minas como adubo fosfatado (10, 11).

Estudos realizados por ILCHENCO e GUIMARÃES (6-7, 4) indicam que, além da possibilidade de seu aproveitamento na indústria como absorvente, descorante e desodorante, os tufos são indi cados para a reconstituição da estrutura dos solos, devido a sua capacidade de absorção intermicelar de água. Segundo GUI MARÃES (4, 5) o fósforo no tufito está sob a forma de apati ta e davisonita. Este fosfato é relativamente solúvel, e co mo predomina em grande parte do material, pode-se supor que uma boa parte do fósforo seja assimilável pelas plantas. Já ILCHENCO (7) argumenta que a quantidade de P_2O_5 disponível para

a planta é muito pequena, não se recomendando assim o tufito como adubo fosfatado, mas sim como material adequado ao condicionamento físico do solo. Além disso acrescenta microelementos em forma assimilável pelas plantas, em especial o cobalto, cuja carência é excessivamente prejudicial ao solo.

Segundo GUIMARÃES (4) diferentes formações geológicas do Estado de Minas Gerais mostram enorme carência de cobalto, não são nas rochas, mas também nos produtos de decomposição destas e, conseqüentemente, nos próprios solos.

Experiências conduzidas por ILCHENCO (7), onde foram tomadas misturas de tufito e superfosfato, comprovam que existe também possibilidade de se empregar o tufito como material de base na composição de adubos, já que além de não alterar a solubilidade do P_2O_5 do superfosfato, apresenta a vantagem de diminuir a velocidade de lixiviação dos componentes solúveis.

Na recuperação de solos de vegetação sob cerrado, NOVAIS (10-11) obteve respostas favoráveis quanto à aplicação dos tufitos, quando misturados com fontes de nitrogênio. Com a aplicação de 10 toneladas de tufito e 400kg de sulfato de amônio por hectare, houve um aumento da produção de milho em espigas despalhadas, de 781 para 4.368kg/ha. Quando se aplicou o sulfato de amônio nos mesmos níveis, mas sem a adição de tufito, a produção elevou-se apenas de 781 para 1.331kg/ha. Neste mesmo ensaio, no segundo ano, ao se medir o efeito residual do tufito, houve um aumento na produção, em relação à testemunha de 163 para 1.357kg/ha.

Em síntese, os trabalhos aqui citados indicam os tufos vulcânicos, em especial a disseção do planalto Mata da Corda, como favoráveis para utilização como fertilizante de baixo teor e condicionadores do solo, entretanto sem uma sistematização

dos métodos de pesquisa geológica.

Em virtude disso, surgiu a necessidade de desenvolver trabalhos de pesquisa, numa área previamente selecionada e bem definida topograficamente, na qual seria coletado material para estudo mineralógico e agrícola.

Para tanto, foi proposto o subprojeto "Aplicação Agrícola dos Tufos Vulcânicos de Patos de Minas", para estudo integrado do aproveitamento dos tufos vulcânicos na fertilização do solo sob cerrado.

O programa proposto para desenvolvimento do subprojeto, em questão, foi dividido em três fases:

- I - geologia, sondagem e amostragem,
- II - caracterização química e mineralógica das amostras,
- III - testes de aplicação agrícola, em casa de vegetação.

As duas primeiras fases foram realizadas pela CPRM e CETEC, respectivamente, enquanto que a última ficou sob a coordenação da EPAMIG.

2. GEOLOGIA E SONDAGEM

Os estudos geológicos, dos tufos vulcânicos de Patos de Minas, realizados pela CPRM, estão registrados em relatório da Superintendência Regional de Belo Horizonte (Anexo 7.4).

Dentro dos propósitos estabelecidos, foram executados, durante a fase de campo, trabalhos topográficos para delimitação da área (DNPM 811.230/75) e locação de furos a trado, mapeamento geológico na escala 1:10.000 e perfuração de 690,50m em 42 furos a trado.

A área estudada está localizada na Colônia Agrícola de Patos de Minas (córrego do Gigante), Distritos, Municípios e Comarcas de Patos de Minas e Presidente Olegário, Estado de Minas Gerais.

A faixa de interesse situa-se no Planalto da Mata da Corda, com direção N-NW, sendo o divisor das águas dos rios Paranaíba e São Francisco, estando aí mais representativas as formações cretáceas da Mata da Corda e Areado.

Os afloramentos das rochas da Formação Mata da Corda, situam-se próximos aos drenos principais: na faixa norte do córrego da Prata, em ambas as margens do córrego do Gigante, concomitantemente a rochas da Formação Areado, representada por arenito, siltito e argilito.

A formação Areado está representada pelo arenito róseo-avermelhado, como componente principal, de granulação média, ocor

rendo essencialmente na faixa norte da área, nas margens do córrego do Gigante.

2.1 *Topografia*

O trabalho de topografia consistiu em: locação de polígono de limitador da área, locação de furos a trado, levantamento altimétrico ao longo das secções e levantamento planimétrico de subdetalhe de área.

2.2 *Mapeamento Geológico*

O mapeamento geológico foi realizado utilizando-se aerofotos da USAF na escala 1:60.000, para fotointerpretação e mapeamento da folha de Carmo do Paranaíba, do Serviço Geográfico do Exército, na escala 1:100.000, ampliado a pantógrafo para 1:10.000.

A área mapeada estava representada pela Formação Mata da Corda, além de outros tipos litológicos, sem nenhum interesse econômico, como as coberturas lateríticas-detríticas terciárias e rochas da Formação Areado.

2.3 *Sondagem*

Os trabalhos de sondagens consistiram na perfuração de 42 furos a trado, dispostos numa malha quadrangular de 400m de lado,

com uma perfuração total de 690,5m.

A profundidade dos furos bem como as distâncias entre estes foi estabelecida em função de uma amostragem representativa da Formação Mata da Corda.

A relação dos furos executados e os boletins de sondagem es tão apresentados no Anexo 7.4.

2.4 *Análise Química*

Prioritariamente foram analisadas as amostras cujas caracterís-
ticas representassem as litologias da Formação Mata da Corda,
embora algumas pertencessem a cobertura laterítica-detrítico do
Terciário.

Estas amostras, num total de 97, foram analisadas segundo se
us teores em P_2O_5 , K_2O , MgO , CaO e S . Os resultados analíti
cos estão apresentados no Anexo 7.4.

As análises químicas, em termos gerais, não revelaram valores
elevados, embora os teores de P_2O_5 não tivessem se situado fo
ra dos limites previstos para vulcanitos cretáceos da Mata da
Corda, constatando-se ainda a ausência de S .

Os valores dos teores médios ponderados para estas 97 amostras
foram:

Determinação	Teor médio ponderado
P_2O_5	2,35

K ₂ O	1,00
MgO	2,54
CaO	1,75

2.5 *Análise Estatística*

Submetendo-se os resultados analíticos a um tratamento estatístico, em termos de frequência de valores, obteve-se os histogramas de frequência das figuras 1 e 2.

Observa-se no histograma de frequência de P₂O₅, uma distribuição quase normal, situando-se as maiores frequências entre 1,5 a 3,5%, somando-se 76,45% das amostras no intervalo, sendo 15,28% abaixo de 1,5% e 8,21% acima de 3,5%.

Quanto ao K₂O, os valores realmente estão muito abaixo daqueles esperados, concentrando-se 52,87% dos resultados no intervalo de 0,0 a 0,5%, sendo que poucas amostras situam-se entre 3,0 a 6,0% de K₂O, sem contudo contrariar a natureza ultrabásica alcalina dos vulcanitos.

Um comportamento similar ocorre com CaO e MgO, estando os teores dos mesmos abaixo dos valores médios normais em rochas ultrabásicas (Ca: 25.000ppm e Mg: 204.000ppm).

Os resultados, entretanto, não diferem muito daqueles obtidos nos trabalhos executados por LADEIRA & BRITO (8), em lavas, tufitos e aglomerados da região de Patos de Minas e Presiden

FIGURA I - HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA DE P_2O_5
E K_2O

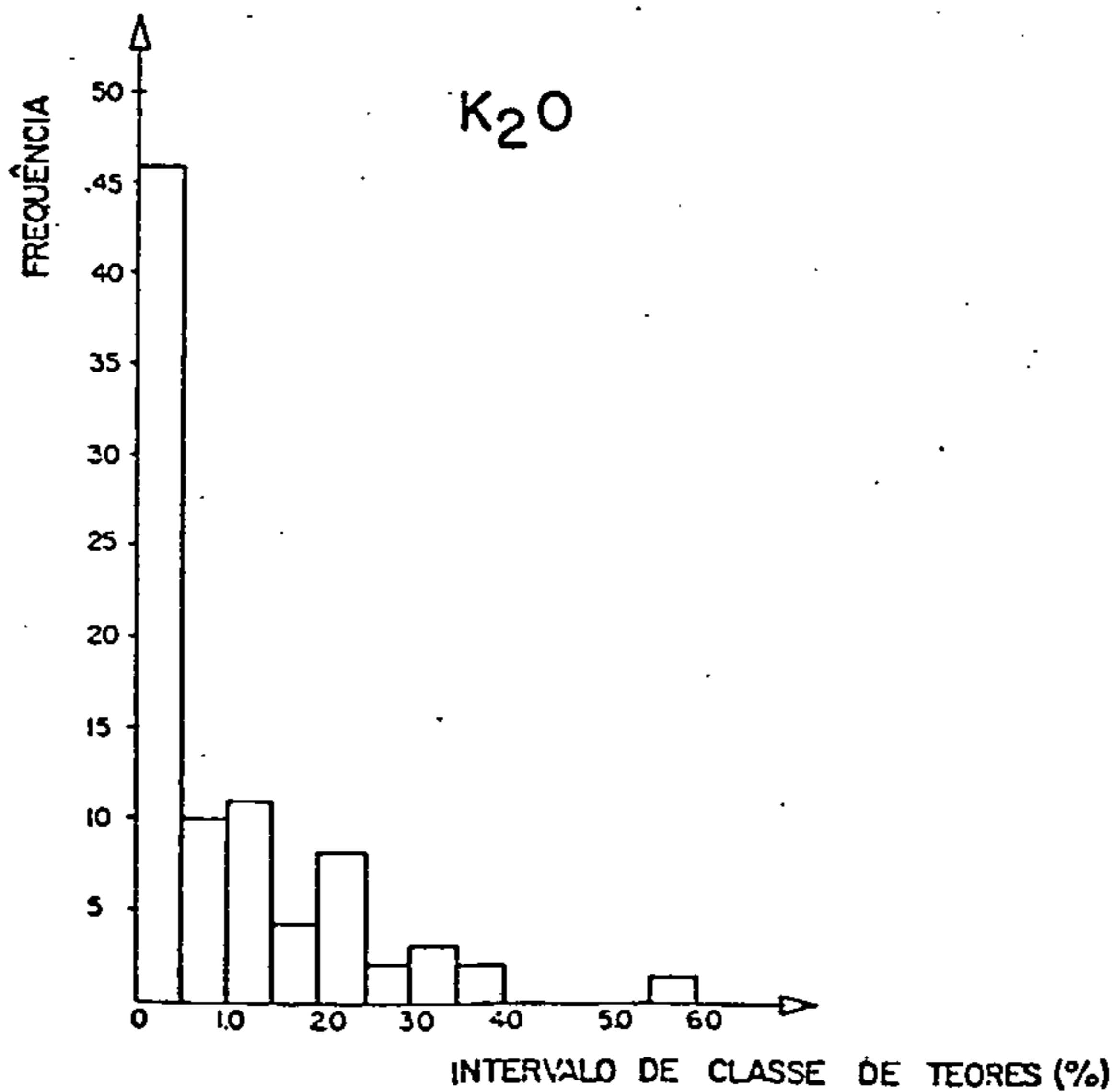
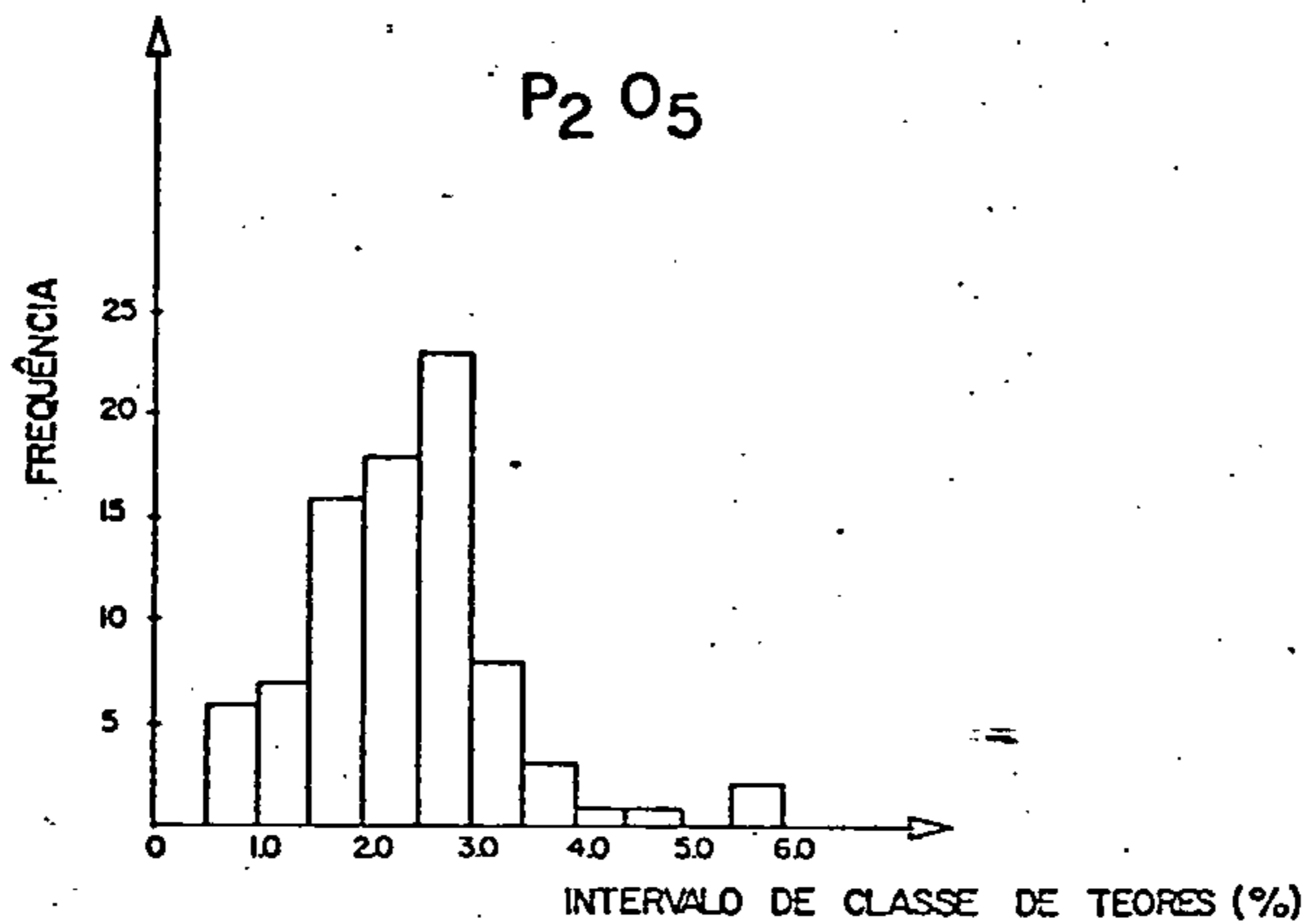
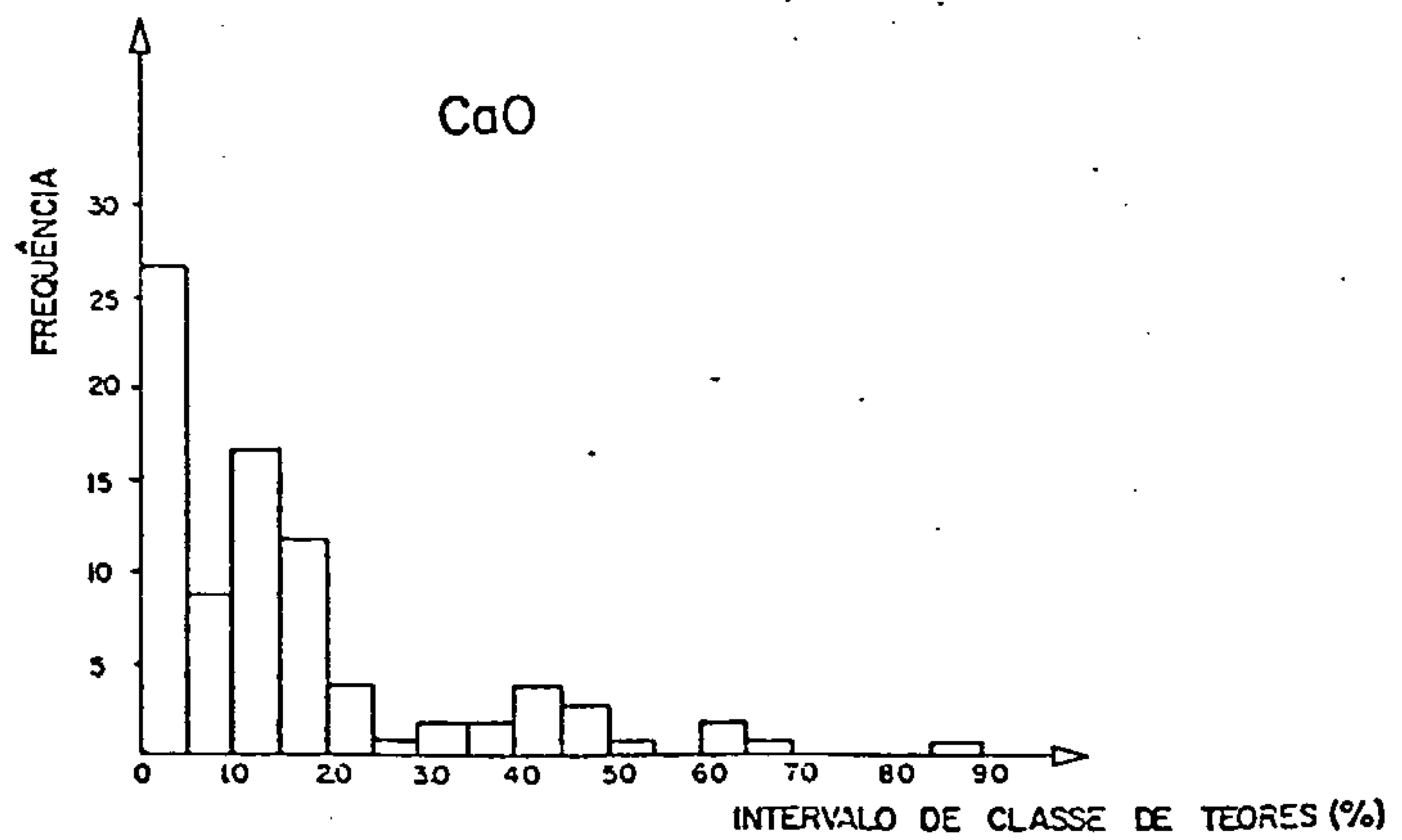
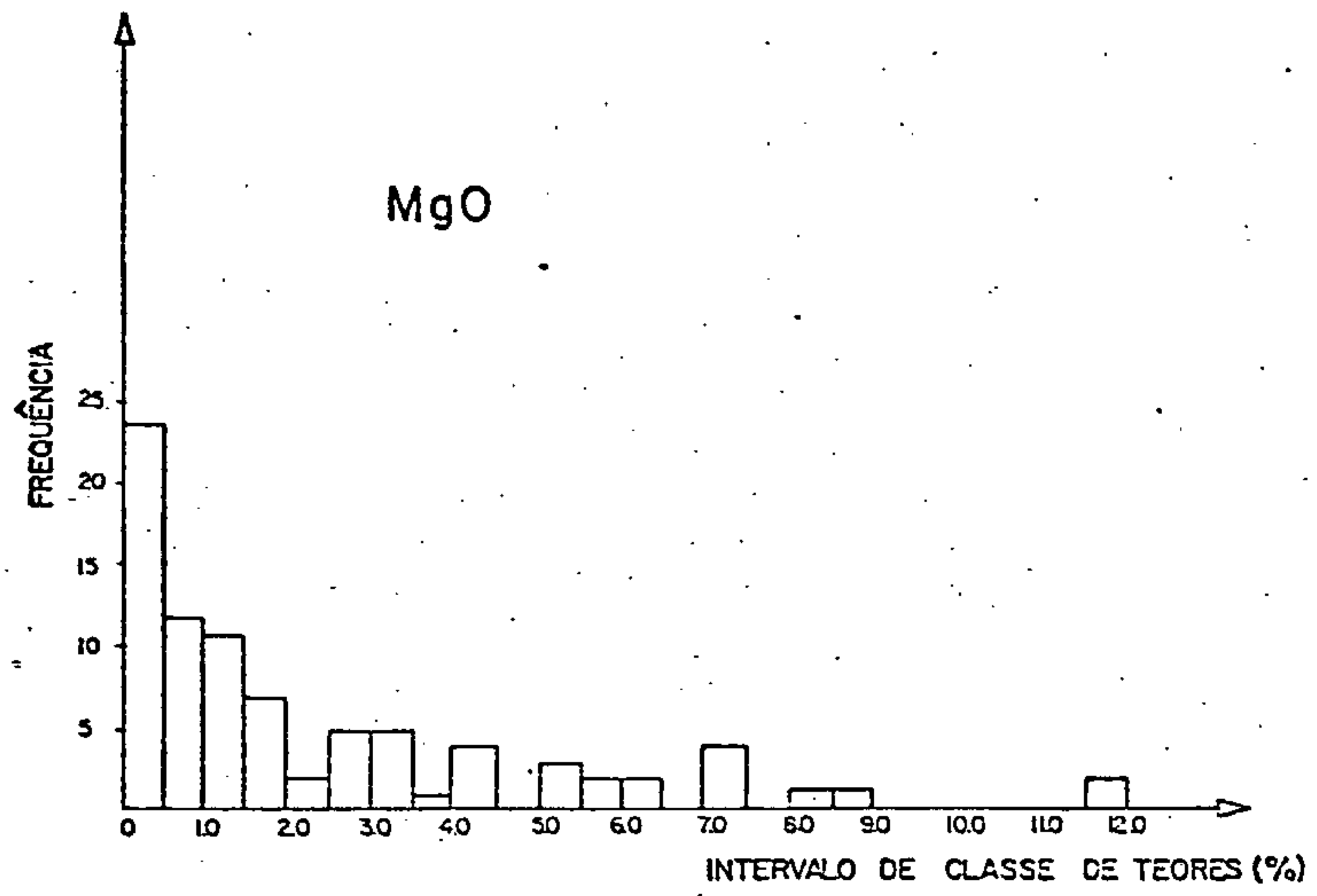




FIGURA 2 - HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA DE MgO E CaO



te Olegário, cujos teores médios, situam-se em:

P ₂ O ₅	-	1,67%
CaO	-	2,51%
MgO	-	2,61%
K ₂ O	-	1,28%

Foi também analisada a variação dos teores em P₂O₅, K₂O, MgO e CaO, com a profundidade, tomando-se como referência 28 furos.

Com relação ao P₂O₅ foi observada, nos furos de sondagens, uma distribuição aleatória tanto lateralmente como verticalmente.

Para os teores de CaO, K₂O e MgO observou-se um aumento com a profundidade. Este fato sugere que estes elementos já estão lixiviados na superfície, encontrando-se assim em maior concentração em profundidade.

2.6 Cálculo das Reservas

Os cálculos foram baseados em duas faixas de tufitos aflorantes, designadas como faixa do córrego da Prata e faixa do córrego do Gigante.

Foram adotados para os cálculos, métodos clássicos de cubagem, utilizando-se as secções geológicas ao longo dos furos.

Considerou-se como reserva medida, o material entre dois furos consecutivos, cuja cobertura laterítica-detritica fosse menor

que cinco metros de espessura, e estendendo-se lateralmente, onde o material encontra-se aflorante.

Como reserva indicada foi considerado o material que, embora fora dos limites das áreas de influência dos furos, tivesse indicação da sua continuidade, tanto nos trabalhos de mapeamento geológico, como na interpretação das secções geológicas.

A densidade média do material, utilizada para o cálculo da tonelagem foi igual a 1,72.

Os resultados obtidos, são apresentados a seguir:

	Reserva Medida (t)	Reserva Indicada (t)
Faixa do Corrego da Prata	24.049.728	28.056.40
Faixa do Corrego do Gigante	19.052.096	22.739.776
TOTAL	43.101.824	50.796.416

Os teores médios ponderados para as duas faixas, considerando-se somente os furos das secções geológicas utilizadas na cubagem foram:

P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
2,58%	1,46%	3,75%	2,50%

3. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA

3.1 *Seleção e Preparo de Amostras*

As amostras representativas da jazida de tufos vulcânicos de Patos de Minas, foram selecionadas entre as 97 amostras coletadas durante os trabalhos de sondagem e amostragem. Para tal foi adotada metodologia sugerida pela CPRM (Anexo 7.4.).

As amostras selecionadas: PMFT2202, PMFT5302 e PMFT6202, foram homogeneizadas por quarteamentos sucessivos, e retiradas alíquotas para as análises químicas e mineralógicas.

3.2 *Caracterização Mineralógica*

O estudo mineralógico dos tufos vulcânicos de Patos de Minas apresentou dificuldades pela composição mineralógica muito heterogênea e pelo estado de profunda alteração de seus componentes. Este material é de aspecto argiloso, plástico e muito friável, apresentando cores de amarelo a marron avermelhado.

A caracterização mineralógica foi realizada, utilizando-se os seguintes métodos: reconhecimento mineralógico através de lupa em grãos soltos, estudo petrográfico em lâminas delgadas e difratometria de raios-X.

Inicialmente foi realizado um reconhecimento mineralógico em grãos soltos, utilizando-se uma lupa binocular estereoscópica

Bausch & Lomb com uma objetiva de 2x, equipada com lente zoom de 0,7 - 0,3x.

Para esta investigação foram preparados através de cominuição e peneiramento a úmido, dois tipos de amostras, estando o primeiro na faixa granulométrica de -48 + 100 e o outro acima de 14 mesh Tyler.

Nestas amostras foi observada a presença dos seguintes minerais: apatita, magnetita, caolim, quartzo, hematita, limonita, bauxita, opala, calcedônia, pirolusita, feldspato, biotita, ilmenita, anatásio e calcita (Anexo 7.2).

A apatita apresentou-se muito alterada em fragmentos angulosos de grãos grossos. A hematita e o caolim foram detetados em pequenas quantidades. A limonita ocorre como impureza no quartzo e na argila. Os feldspatos estão muito alterados, dificultando sua classificação.

No estudo em secções delgadas observou-se a presença de sericita, serpentina, talco, magnetita, perowskita, plagioclásio, olivina, apatita e titanita. Ficou salientada a elevada frequência de magnetita e de perowskita em cristais de granulação fina e formações irregulares. A olivina totalmente serpentinizada e talcificada ocorre em pórfiros perfeitamente bem formados, distribuídos irregularmente pela rocha. Foi também verificada a presença de cristais tabulares totalmente sericitizados, que possivelmente eram antigos cristais de feldspato sódicos (Anexo 7.2).

Na análise difratométrica das três amostras estudadas, foram identificados os seguintes minerais: hematita, anatásio, montmorillonita, gorceixita, magnetita e perowskita (Anexo 7.2).

3.3 Composição Química

A composição química das três amostras selecionadas, foi estabelecida a partir de análise química completa de cada uma, com bases em resultados de três laboratórios, para fins de reprodutibilidade.

Os certificados de análise encontram-se em anexo a este relatório, e os resultados médios adotados estão apresentados no Quadro I.

Para determinação dos teores em $P_2O_5(t)$, $P_2O_5(s)$, CaO, MgO, SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , PF foram utilizados métodos clássicos de via úmida. O Na_2O e o K_2O foram determinados por fotometria de chama. O TiO_2 foi analisado por espectrofotometria. O Cu, Ni e Co foram dosados por absorção atômica e o F foi analisado pelo método do íon seletivo.

Uma análise do quadro I evidencia que nas três amostras estudadas predominam os teores de SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 e TiO_2 . Por outro lado, os teores em $P_2O_5(t)$ e K_2O estão muito baixos, não atingindo, respectivamente 3,0 e 2,0%.

A quantidade de Co, dosada nestas amostras (0,01 a 0,02%), está dentro dos limites considerados satisfatórios por IL CHENCO (7), para aplicação em solos carentes deste elemento.

A amostra PMFT2202 apresenta o teor mais baixo em CaO e o mais alto em Al_2O_3 das três amostras de tufitos.

A predominância do teor de K_2O sobre Na_2O nas amostras, em estudo, sugere a presença de mica (6).

Constatou-se também, ser o teor de Mg superior ao do Ca nestas amostras, sugerindo que o material seja da subclasse dos silicatos (7).

Para complementação da avaliação dos resultados apresentados no quadro I, foram estudadas comparativamente as razões:

$$\cdot P_2O_5(s)/P_2O_5(t)$$

$$\cdot CaO/P_2O_5(t)$$

$$\cdot F/P_2O_5(t)$$

para as amostras de tufitos, como também para três outras de referência: fosfato de Patos R.O.M., fosfato de Patos concentrado, Phosnat (Anexo 7.3) e padrão de apatita natural (9). Estes valores estão apresentados no Quadro II.

Pode-se observar que das três amostras de tufitos, os maiores índices de solubilização ($P_2O_5(s)/P_2O_5(t)$) foram verificados para PMFT5302 e PMFT6202, enquanto que esta última apresentuou um índice maior que o das três amostras de referência.

É interessante observar ainda que a amostra PMFT5302 apresenta um índice de solubilização maior que o do Phosnat e quase igual ao do padrão natural de apatita.

Por outro lado verificou-se que as razões $F/P_2O_5(t)$ e $CaO/P_2O_5(t)$ da amostra PMFT2202, estão bem mais distantes dos valores registrados para as amostras de referência, do que os das outras duas amostras de tufitos. Além disso, conforme já foi

citado neste relatório, esta amostra apresenta o maior teor de Al_2O_3 das três amostras de tufito.

Estas evidências sugerem que existe mais de um tipo de mineral fosfático nas amostras estudadas, possivelmente fosfatos de alumínio além da apatita, o que poderia ter contribuído para o menor índice de solubilização observado para a amostra PMFT2202. Estes dados confirmam o estudo de caracterização mineralógica (item 3.2) onde foram identificados dois minerais fosfáticos: apatita e gorceixita $((Ba, Sr, Ca)Al_3(PO_4)_2 \cdot 2H_2O)$.

QUADRO I

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE AMOSTRAS DE
TUFOS VULCÂNICOS DE PATOS DE MINAS

DETERMINAÇÃO (%) AMOSTRA	P ₂ O ₅ (t)	P ₂ O ₅ (s)	K ₂ O	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	PF	F	Na ₂ O	MgO	Co	Ni	Cu	TiO ₂
PMFT2202	2,84	0,43	1,49	0,48	26,80	10,54	28,80	9,61	0,11	0,10	5,26	0,01	0,04	0,03	11,25
PMFT5302	2,73	0,90	1,70	2,39	27,93	9,38	27,57	9,30	0,19	0,08	4,84	0,02	0,05	0,03	10,14
PMFT6202	2,58	1,27	0,10	2,92	32,39	9,04	25,60	10,82	0,19	0,08	3,67	0,02	0,09	0,04	8,13



QUADRO II

RAZÕES $P_2O_5(s)/P_2O_5(t)$, $CaO/P_2O_5(t)$
E $F/P_2O_5(t)$ PARA AMOSTRAS DE FOSFATO

AMOSTRA	CaO/ $P_2O_5(t)$	F/ $P_2O_5(t)$	$P_2O_5(s)/P_2O_5(t)$ %
PMFT2202	0,169	0,038	15,14
PMFT5302	0,860	0,070	33,00
PMFT6202	1,130	0,074	49,22
FOSFATO DE PATOS R.O.M.	1,230	0,074	38,73
PHOSNAT (a)	1,330	0,080	20,92
PADRÃO DE APA TITA NATURAL (b)	1,430	0,110	33,50

(a) nome comercial do fosfato de Patos concentrado

(b) padrão da rocha fosfática da Flórida (9)

4. TESTES DE APLICAÇÃO AGRÍCOLA

4.1 *Aproveitamento Agrícola*

Os testes de aplicação agrícola dos tufos vulcânicos de Patos de Minas estão sendo conduzidos sob a coordenação da EPAMIG.

Os trabalhos estão sendo realizados em campo, utilizando-se para teste a amostra de tufito=PMFT5302.

A referida amostra foi selecionada entre as três amostras representativas da jazida, mencionadas no item 3 deste relatório, em função dos teores de P_2O_5 , K_2O e CaO .

Apresenta-se a seguir a metodologia adotada na execução dos experimentos (3).

- . Cultura: soja
- . Solo: latossolo vermelho amarelo, fase cerrado
- . Local: cerrado de Patrocínio/MG
- . Período Experimental: 3 ciclos naturais

Tratamentos:

a) Calcário

C_0 = sem calagem

$C_1 = 1/2$ calagem normal

$C_2 =$ calagem normal

b) Tufito

$TF_0 = 0$ kg de P_2O_5 total/ha

$TF_1 = 75$ kg P_2O_5 total/ha (± 2.500 kg/ha)

$TF_2 = 150$ kg P_2O_5 total/ha (± 5.000 kg/ha)

$TF_3 = 300$ kg P_2O_5 total/ha (± 10.000 kg/ha)

c) Manutenção

$A_1 = 20$ kgN — 0 kg P_2O_5 — 0 kg K_2O

$A_2 = 20$ kgN — 80kg P_2O_5 — 0 kg K_2O

$A_3 = 20$ kgN — 80kg P_2O_5 — 60kg K_2O

Fontes

Calcário = calcário calcítico

Tufito = amostra PMFT5302

Fertilizantes

N = uréia

P_2O_5 = superfosfato triplo

K_2O = cloreto de potássio

Nº de tratamento: 36

Repetições: 3

Tamanho da parcela: 2,5x4,0m; 5 linhas com espaçamento 0,5m

Parcela útil: 1,5x3,0m; 3 linhas centrais de 3,0m.

Variedade: IAC - 2

Área Experimental: 1.080m²

Calcário: incorporado na camada de 0-20cm

Tufito: incorporado na camada de 0-10cm

Adubos de manutenção: no sulco de plantio

Análise para avaliação dos resultados

. Análise do solo: área total (química e granulométrica), antes do plantio; análise química após a cultura, 2 compostos por parcelas (20 sub-amostras das entrelinhas e 20 das linhas)

. Análise foliar

determinações: N, P, K, Ca e Mg

. Outras medidas

altura da planta

altura da 1ª vagem

stand inicial e final

peso de 100 sementes

produção

Nos resultados obtidos no primeiro ciclo de cultivo, observe-u-se respostas lineares para doses de tufito. Quando se fi-xou um mesmo nível de tufito, doses crescentes de calcário re-duziram a produção. Quanto às adubações de P e K em sulco, a soja ainda respondeu a estes dois nutrientes, principalmente ao primeiro, inclusive nos maiores níveis de tufito (Anexo 7.1).

5. CONCLUSÕES

A pesquisa geológica conduzida sobre os tufos vulcânicos de Patos de Minas, restringiu-se a duas faixas aflorantes desta ocorrência, representadas pela Formação Mata da Corda.

Os teores médios ponderados para as duas faixas, considerando-se somente os furos das secções geológicas utilizadas na cubagem são:

P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
2,58%	1,46%	3,75%	2,50%

A espessura da cobertura laterítica-detrítica encontrada sobre as rochas desta formação, chega a atingir até 20m de espessura, nas faixas mais representativas. Por isso foi considerada como obstáculo à exploração econômica do material, para emprego como fertilizante de baixo teor.

Recomenda-se a concentração de trabalhos em áreas de menor cobertura, o que ocorre geralmente próximo aos drenos, e de volume apreciável, para uma lavra fácil e de baixo custo.

Os valores obtidos de 43×10^6 t para reserva medida e 50×10^5 t para reserva indicada são muito baixos para tufos vulcânicos, considerando-se a finalidade de aplicação do material em grandes volumes, como fertilizante de baixo teor e condicionador do solo nos cerrados do oeste mineiro. Entretanto podem crescer sensivelmente se a pesquisa for estendida ao longo dos vales e se for aumentada a profundidade nas sondagens (Anexo 7.4).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, Wilson Alves. Os tufos vulcânicos da Serra da Mata da Corda. Boletim de Agricultura, 2 (9/10): 15-21, Belo Horizonte, 1953.
2. COSTA, Manuel Teixeira da. Ocorrências de rochas fosfáticas no Brasil. Sociedade de Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos, SICEG (4): 21-29 (1965).
3. EPAMIG/CETEC. Aproveitamento de tufito de Patos de Minas na recuperação de solos sob cerrado; proposta de projeto, Belo Horizonte, 1979, lv.
4. GUIMARÃES, Djalma. Contribuição ao estudo dos tufos vulcânicos da Mata da Corda. Boletim do Instituto de Tecnologia Industrial, Belo Horizonte, 18, 1955.
5. GUIMARÃES, Djalma. Ocorrências de fosforita no município de Abaeté, Minas Gerais. Ministério de Minas e Energia, Divisão de Geologia e Mineralogia. Notas Preliminares e Estudos, nº 144, Rio de Janeiro, 1967
6. ILCHENCO, V. Os tufos vulcânicos da Mata da Corda e seu emprego na agricultura. Boletim de Agricultura, 4 (9/10): 39-71, set/out, Belo Horizonte, 1955.
7. ILCHENCO, V. Os tufos vulcânicos da Mata da Corda e seu emprego na agricultura; aplicação do tufito na agricultura (conclusão). Boletim de Agricultura, Belo Horizonte, 5 (1/2): 61-87, jan/fev, 1956.
8. LADEIRA, E. A. & BRITO, O. E. A. Contribuição à geologia do planalto da Mata da Corda. In.: Congresso Brasileiro de

geologia, 22, Belo Horizonte, 1968. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, 289p (181-99), 1968.

9. National Bureau of Standards. Certificate of Analysis Standard Reference Material 120b. Phosphate Rock (Flórida), Washington D.C., 1972.
10. NOVAIS, R. F. Estudo preliminar sobre a utilização do "tufito" na recuperação de cerrado de Patos de Minas. Revista Seiva, Viçosa, 29 (67): 5-13, 1969.
11. NOVAIS, R. F. & BRAGA, F. L. J. Aplicação de "tufito" e NPK na adubação do milho, em solos de Patos de Minas. Revista Ceres, Viçosa, 18 (99), 1971.
12. SAD, G. J. H. & CARDOSO, R. N. & COSTA, M. T. Formações cretácicas em Minas Gerais: uma revisão. Revista Brasileira de Geociências, v. 1, 1971.

A N E X O S

7.1 *Relatório de Atividades do Projeto: Aplicação Agrícola dos Tufos Vulcânicos de Fatos de Minas. III. Testes de Aplicação Agrícola. EPAMIG. 1979*

PROGRAMA FTFE - FERTILIZANTES

FINEP/CETEC/EPAMIG

RELATÓRIO DE ATIVIDADES

TÍTULO DO PROJETO: Aplicação Agrícola dos Tufos Vulcânicos de Patos de Minas. III. Testes de aplicação a agrícola.

CÓDIGO: FETE

COORDENADOR DO PROJETO: Paulo Tácito Gontijo Guimarães

INICIADO EM: 01/10/1978

SITUAÇÃO EM: 15/07/1979

ANÁLISE CRÍTICA DO ANDAMENTO DO PROJETO

Anteriormente o ensaio estava programado para ser instalado em casa-de-vegetação. Devido às dificuldades de local para instalá-lo e também, devido aos resultados já conhecidos da utilização do Tufito de Patos de Minas, optou-se instalá-lo a nível de campo.

Reformulado o subprojeto e com as devidas comunicações a respeito com o Coordenador do Projeto, o ensaio teve seu início de instalação em outubro de 1978, na Fazenda Experimental de Patrocínio, em um latossolo vermelho amarelo, fase cerrado, utilizando a soja como planta indicadora, tendo já sido concluído o primeiro ciclo de cultivo de um total de três.

1. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

ATIVIDADES	DESCRIÇÃO DAS TAREFAS EXECUTADAS
T ₀₁ · T ₀₂	Escolha do local e coleta de solo para análises
T ₀₂ · T ₀₃	Preparo do solo, marcação do ensaio e calagem
T ₀₃ · T ₀₄	Aplicação dos tratamentos e plantio
T ₀₄ · T ₀₅	Tempo de espera
T ₀₅ · T ₀₆	Desbaste
T ₀₆ · T ₀₇	Tempo de espera
T ₀₇ · T ₀₈	Coleta de folhas para análise
T ₀₈ · T ₀₉	Tempo de espera
T ₀₉ · T ₁₀	Tomada de parâmetros vegetativos e colheita
T ₁₀ · T ₁₁	Tabulação dos dados (análise estatística não está concluída)
T ₁₁ · T ₁₂	Elaboração de relatório
T ₁₂ · T ₁₃	Tempo de espera
T ₁₃ · T ₁₄	Coleta e análises de solo

2. INFORMAÇÕES PARA ATUALIZAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE PRECISÃO

Atividades	Não iniciadas	Iniciadas		Concluídas
	DPI	DT	% NDT	DCA
T ₀₁ · T ₀₂		16.10.78		16.10.78
T ₀₂ · T ₀₃		13.11.78		14.11.78.
T ₀₃ · T ₀₄		16.11.78		17.11.78
T ₀₄ · T ₀₅		18.11.78		15.12.78
T ₀₅ · T ₀₆		16.11.78		16.11.78
T ₀₆ · T ₀₇		17.12.78		22.01.79
T ₀₇ · T ₀₈		23.01.79		23.01.79
T ₀₈ · T ₀₉		24.01.79		17.04.79
T ₀₉ · T ₁₀		18.04.79		20.04.79
T ₁₀ · T ₁₁		21.04.79		30.04.79
T ₁₁ · T ₁₂		01.05.79		07.05.79
T ₁₂ · T ₁₃		08.05.79		30.06.79
T ₁₃ · T ₁₄		30.06.79		31.07.79

3. *DIFICULDADES ENCONTRADAS*

No plantio da soja, fez-se a inoculação das sementes com inoculante comprado na região. Entretanto parece-nos que este inoculante não estava viável uma vez que as plantas não nodularam e apresentaram sintomas marcantes de deficiência de nitrogênio influindo em seu desenvolvimento e na produção. O fato ocorrido foi bastante pronunciado uma vez que o ensaio foi instalado em área em que se plantou soja pela primeira vez.

4. *CONTRATOS REALIZADOS, PRODUTOS/RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS ALCANÇADOS, ALTERAÇÕES NO PROJETO*

Nos resultados de primeiro ano de cultura, apesar dos problemas já descritos no item anterior, observou-se respostas lineares para doses de Tufito. Quando se fixou um mesmo nível de Tufito, doses crescentes de calcário reduziram a produção. Quanto às adubações de P e K em sulco, a soja ainda respondeu a estes dois nutrientes, principalmente ao primeiro, inclusive nos maiores níveis de Tufito.

5. *PROVIDÊNCIAS JÁ TOMADAS*

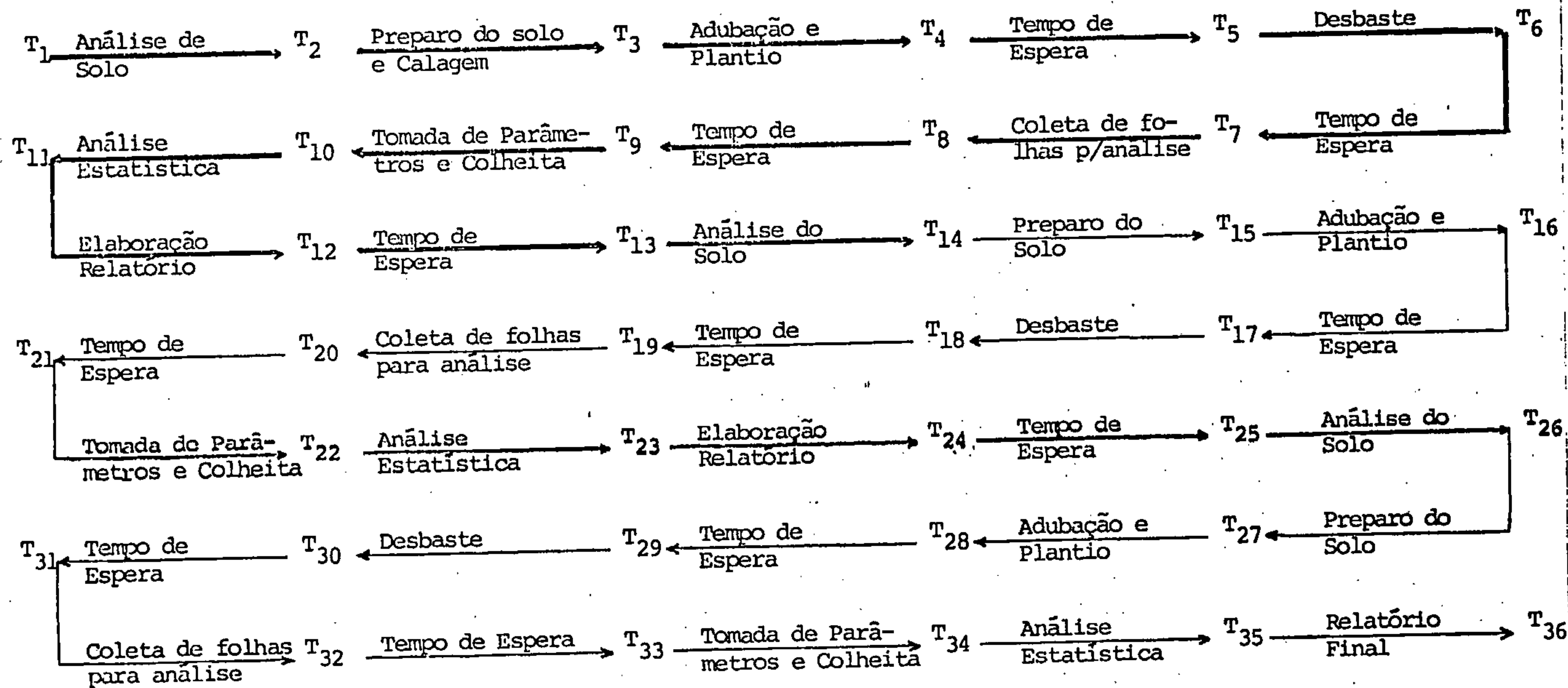
Observada a não nodulação da soja, fez uma aplicação de nitrogênio comum a todos os tratamentos. Entretanto não se teve os resultados esperados uma vez que a cultura já se achava em um estágio avançado de seu ciclo natural.

6. *PROVIDÊNCIAS SUGERIDAS*

No próximo ciclo cultural as sementes serão inoculadas com inoculantes comerciais de duas firmas diferentes, em mistura.

PROGRAMA - FTFE - FERTILIZANTES

PROJETO - FETE - Aplicação dos Tufos Vulcânicos de Patos de Minas
(Subprojeto 9 - FINEP)





7.2 *Certificado das Análises Mineralógicas*



certificado de análise/teste/CETEC

Certificado nº: 1103/77

Serviço concluído em: 30/11/77

Cliente: PROJETO FETV

Material: TUFOS VULCÂNICOS

Natureza dos serviços: ANÁLISE QUALITATIVA - DIFRATOMETRIA

OBSERVAÇÃO - O presente resultado refere-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada pelo interessado.

RESULTADOS:

SAQ-9160

- AMOSTRA PMFT-5302:

Gorceixita - $(Ba, Ca, Sr)_1 Al_3 (PO_4)_2 (OH)_2 \cdot 2H_2O$
Anatásio - TiO_2
Magnetita - Fe_3O_4
Hematita - Fe_2O_3

SAQ-9161

- AMOSTRA F.T-6202:

Gorceixita - $(Ba, Sr, Ca)_1 Al_3 (PO_4)_2 (OH)_2 \cdot 2H_2O$
Anatásio - TiO_2
Goethita - $FeO(OH)$ - muito provável
Magnetita - Fe_3O_4

SAQ-9162

- AMOSTRA F.T-6202:

Anatásio - TiO_2
Magnetita - Fe_3O_4
Ambas apresentam ainda raias não identificadas, provavelmente de material argiláceo (?)

SAQ-9163

- AMOSTRA F.T-6202:

Anatásio - TiO_2
Magnetita - Fe_3O_4
Ambas apresentam ainda raias não identificadas, provavelmente de material argiláceo(?)

SAMUEL DEBROT
QUÍMICO - CRQ 11-51-S



certificado de análise/teste/CETEC

Certificado nº: 0044/78

Serviço concluído em: 16.02.78

Cliente: PROJETO FETV

Material: TUFOS VULCÂNICOS

Natureza dos serviços: ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA

OB-SERVAÇÃO - O presente resultado
refere-se exclusivamente à(s) amostra(s)
enviada pelo interessado.

RESULTADOS:

SAQ-0228

ESPECTROGRAFIA

Maiores constituintes: Si

Menores constituintes: Mg, Al, Fe, Ca, K, P, Ti

Elementos traços: Zn, Sr, Zr, Cu, Ni, Mn, Ba

AMOSTRA PMFT-22

I - Nihil

SAQ-0229

ESPECTROGRAFIA

Maiores constituintes: Si

Menores constituintes: Mg, Al, Fe, Ca, K, P, Ti

Elementos traços: Zn, Sr, Zr, Cu, Ni, Mn, Ba

AMOSTRA PMFT-53

I - Nihil

SAQ-0230

ESPECTROGRAFIA

Maiores Constituintes: Si

Menores Constituintes: Mg, Al, Fe, Ca, K, P, Ti

Elementos traços: Zn, Sr, Zr, Cu, Ni, Mn, Ba

AMOSTRA PMFT-62

I - Nihil

SAMUEL DEBROT
QUÍMICO - CRQ 11.51-S

CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº 246

PROTÓCOLO Nº 246

DATA DE ENTRADA: 22 / 02 / 78

SOLICITANTE: Rosa Maria M. Rabelo - CETEC

REFERÊNCIA: Pedido verbal

PROCEDÊNCIA: Patos de Minas

NATUREZA DA AMOSTRA: Tufos Vulcânicos

FINALIDADE: Identificação mineralógica por difratometria de Raios X.

RESULTADOS EM _____ DATA: 04 / 04 / 78

Amostras (nº):

Minerais Identificados:

PM - FT - 22

Hematita - Anatasio - Montmorillonita -
Gorceixita - Apatita (possível presença
na lama).

PM - FT - 53

Hematita - Anatasio - Montmorillonita -
Gorceixita - Apatita (possível presença
na lama).

PM - FT - 62

Hematita - Magnetita - Montmorillonita -
Gorceixita - Apatita (possível presença
na lama).

- Outros minerais ou substâncias identificadas por métodos óticos.

PM - FT - 22

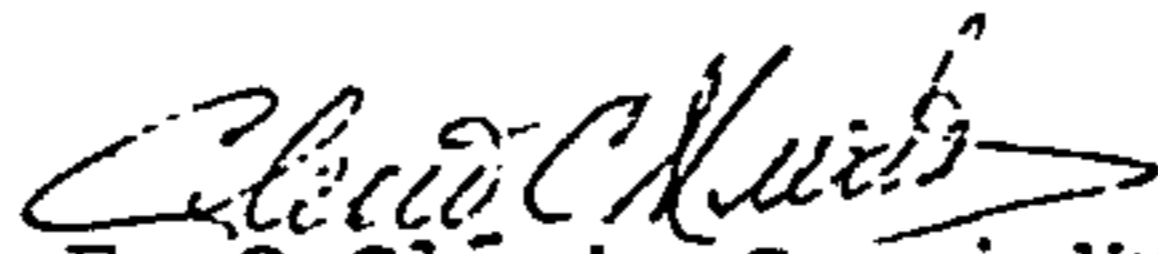
Magnetita - Caolim - Feldspato (Albita ?)
Quartzo - Calcedonia - Limonita.

PM - FT - 53

Magnetita - Biotita - Caolim - Limonita -
Albita(?) - Ilmenita - Quartzo.

PM - FT - 62

Magnetita-Quartzo-Anatasio-Calcita-Caolim-
Limonita-Pirolusita-Albita(?) - Montmorillonita(?)
Calcedonia.



Engº Clécio Campi Murta

Chefe da Seção de Análise Instrumental.



7.3 *Certificados das Análises Químicas*



As amostras de tufos vulcânicos PMFT2202, PMFT5302 e PMFT6202 foram encaminhadas para os laboratórios do CETEC, GEOSOL, IPR e IPT com as seguintes siglas:

AMOSTRAS	CETEC	GEOSOL	IPR	IPT
PMFT2202	AMCT-142	CT182	CT172	CT142-F
PMFT5302	AMCT-165	CT135	CT155	CT165-F
PMFT6202	AMCT-196	CT206	CT126	CT196-F

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S/A - NUCLEBRÁS
INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS - IPR
DIVISÃO DE QUÍMICA

CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº 1419

PROTOCOLO Nº 1419

DATA DE ENTRADA: 13 / 07 / 78

SOLICITANTE: Rosa Maria M. Rabello

REFERÊNCIA: Carta de 11/07/78 nº 066/78


PROCEDÊNCIA: CETEC

NATUREZA DA AMOSTRA: tufos vulcânicos

FINALIDADE: Determinações diversas -

RESULTADOS EM % DATA: 07 / 08 / 78

	CT-126	CT-155	CT-172
SiO ₂	30,6	26,8	26,5
Fe ₂ O ₃	28,9	30,6	31,8
Al ₂ O ₃	12,2	13,0	13,6
CaO	2,65	2,02	0,40
MgO	3,42	4,50	1,27
P ₂ O ₅	2,56	2,75	2,78
TiO ₂	7,76	9,48	11,9
Na ₂ O	0,10	0,08	0,13
K ₂ O	0,85	1,54	1,49
MnO	0,31	0,43	0,41
BaO	<0,1	<0,1	<0,1
S	0,10	0,07	0,08
Perda ao fogo	10,31	9,08	9,50
F	0,27	0,20	0,22


Eng. Química Indl. Moema G. Alvarenga
Cart. CRQ nº 02300137 - MG
Chefe da DQUAT/DEAT/CDTN/DPD

im/

CLIENTE: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC
 INTERESSADO: (SDQ/060/78-FETV)
 PRECEDENCIA: Não fornecida (N.Ref.: 34/4932)
 PEDIDO: Determinações de Al, Si, P, Mg, Ti, Fe, Ca, Na, K, Mn.

AMOSTRAS nºs	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MgO %	TiO ₂ %
CT - 182	11,1	27,1	2,9	6,2	11,1
135	9,6	27,8	2,7	6,5	10,5
206	9,2	32,7	2,6	4,9	8,5

AMOSTRAS nºs	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MnO %
CT - 182	28,9	0,48	0,06	1,89	0,15
135	27,5	2,4	0,07	2,49	0,15
206	25,8	2,9	0,05	1,37	0,35

Obs.: 30 determinações.

Belo Horizonte, 02 de agosto de 1978

RECEBIDO
 DIRETOR DE PROCESSOS
 QUÍMICOS INDUSTRIAIS
 nº 476/78
 em 11 de agosto, 78
[Assinatura]
 CETEC

[Assinatura]
 Marcelo Fonseca Cavalcanti
 CRQ Nº. 2-0005

CLIENTE: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC

INTERESSADO:

PROVENIÊNCIA: Não fornecida

(N.Ref.: 34/4032)

PEDIDO: Determinações de F e P.F.

AMOSTRAS nºs	F %	P.F. %
CT - 132	0,09	9,72
135	0,10	9,52
205	0,17	11,32

Cbs.: 05 determinações.

Belo Horizonte, 23 de agosto de 1973

Marcelo Fonseca Cavalcanti
CRO Nº. 2-0005



certificado de análise/teste/CETEC

Certificado nº: 0847/79

Serviço concluído em: 08/11/79

Cliente: Projeto FETV

Material: Fosfato

Natureza dos serviços: Análise Quantitativa

RESULTADOS:

SAQ-3437

Amostra SAQ-1331

P_2O_5 (s) - 5,11%

OBSERVAÇÃO - O presente resultado refere-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo interessado.

Setor de Análises Químicas
Samuel Debrot - Coordenador
CRQ - II - 51 - S

Certificado N.º 546 507

Material Entregue: Não declarado

Natureza do Trabalho: Determinação do teor de flúor

Interessado: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC

Amostras fornecidas pelo interessado com a indicação: "Tufos vulcânicos de Patos de Minas", e mais as abaixo usadas.

Ref.: SDQ/089/78

NOTA IMPORTANTE
OS RESULTADOS DESTES ENSAIOS SÃO
DE CARÁTER RESTRITO E SE APLICAM APENAS
À AMOSTRA TRAZIDA PARA ANÁLISE

RESULTADOS

Designação das amostras

Flúor (F)

-8-

CT-142-F

..... =

0,13

CT-196-F

..... =

0,20

CT-165-F

..... =

0,17

São Paulo, 11 de outubro de 1978

GRUPAMENTO DE ANÁLISES QUÍMICAS E INSTRUMENTAIS
LABORATÓRIO DE PRODUTOS INORGÂNICOS

Luiza Satiko Onozaki

Luiza Satiko Onozaki
Chefe



INST. DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO EST. DE SÃO PAULO S.A. - I.P.T.A.

Alberto Pereira do Castro

Alberto Pereira do Castro
DIRETOR SUPERINTENDENTE

DIVISÃO DE QUÍMICA E ENGENHARIA QUÍMICA
Agrupamento de Análises Químicas e Instrumentais

Yukio Morita

YUKIO MORITA
Chefe

C 2 .

CLIENTE: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC

INTERESSADO:

(SDQ/123/78 - CETEC)

DOCUMENTAÇÃO: Não fornecida

(N. Ref.: 34/5549)

OBJETO: Determinações de Co, Ni e Cu.

AMOSTRAS nºs	Co ppm	Ni ppm	Cu ppm
CT - 182	124	380	316
CT - 135	118	456	284
CT - 206	176	956	336

Obs.: 09 determinações.

Belo Horizonte, 23 de novembro de 1978.

Marcelo F. ...
 Marcelo F. ...
 CRC nº. 2.3005

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Agência Belo Horizonte
Rua Gonçalves Dias, 1054

SECLAB - Laboratório de Petrografia

INTERESSADO: CETEC

PROCEDÊNCIA: Desconhecida

ANÁLISE: Petrográfica Amostra PMFT 53 - 02.

Textura - Devido à friabilidade do material, a textura foi totalmente dilacerada durante a preparação da lâmina delgada.

Composição mineralógica - Material argiloso - sericita-serpentina-talco-magnetita-perowskita-plagioclásio-olivina-apatita.-
titanita.

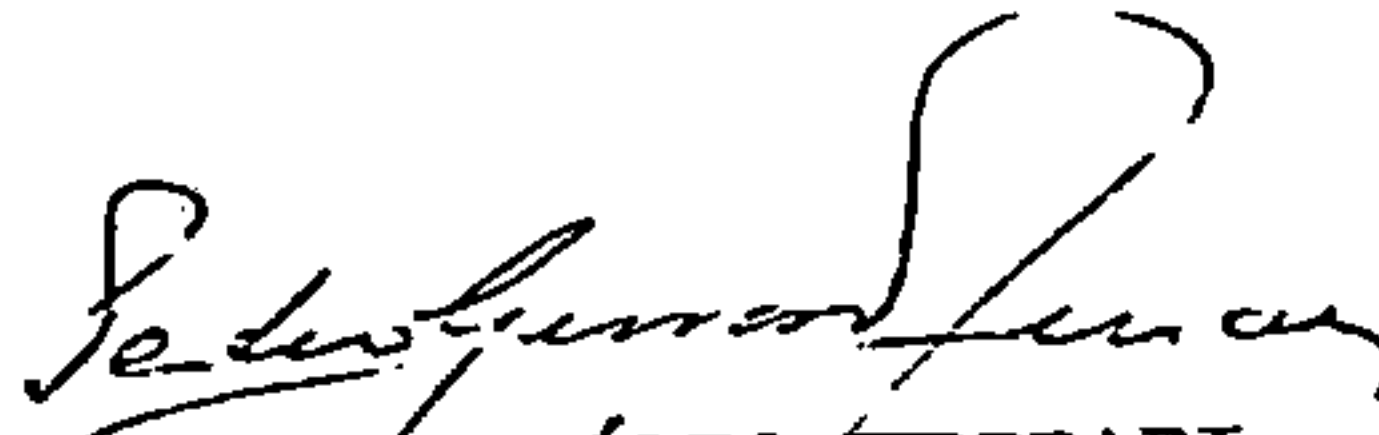
Salienta-se a elevada frequência de magnetita e de perowskita em cristais de granulação fina e com formas irregulares.

A olivina totalmente serpentizada e talcificada ocorre em pórfiros perfeitamente bem formados distribuídos irregularmente pela rocha.

A mesostasis é constituída por argilo-minerais e material hidromicáceo, originária da desvitrificação do vidro vulcânico original.

Ocorrem cristais tabulares (em forma de delgados sarrafos) totalmente sericitizados que provavelmente eram antigos cristais de feldspato sódico.

ROCHA: OLIVINA BASALTO


PEDRO GERVÁSIO FERRARI
Responsável pelo Setor de Petrografia