

Sessão – dia 03/08/76

TESTES DE PIROEXPANSIBILIDADE EM VERMICULITAS  
BRASILEIRAS

*W. T. Hennies* ★

*A. Stellin Jr.* ★

★ Professores do Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## 1. — INTRODUÇÃO

A massa específica aparente apresentada por uma vermiculita após a sua expansão é o parâmetro tecnológico mais importante para sua qualificação do ponto de vista comercial. Como a expansão da vermiculita pode ser conseguida de vários modos, entre outros pela simples adição de água oxigenada e sem aquecimento, reservamos o nome de piroexpansão para os testes feitos com aquecimento do material.

A determinação da massa específica é feita após os testes de piroexpansão, podendo estes testes serem industriais ou de laboratório. Nos testes industriais, grandes quantidades de material são tratadas, e as características notadas são exatamente aquelas do produto a ser fabricado. Nos testes de laboratório, apenas pequenas quantidades de material são tratadas e os parâmetros obtidos são comparativos quando analisamos minerais de várias procedências.

Entre os testes de piroexpansão em laboratório existem os de fornos vibratórios e os de mufla. No trabalho de McMILLAN E GERHARDT (19...) foi utilizado forno vibratório cilíndrico aquecido por resistências elétricas e cujas dimensões internas são de uma polegada de diâmetro e 24 polegadas de comprimento.

Contudo, na grande maioria dos laboratórios utilizam-se muflas aquecidas por resistências elétricas, que foi também a metodologia empregada neste trabalho.

Assim, vermiculitas de várias procedências foram submetidas ao teste de piroexpansão em laboratório, utilizando-se uma mufla de resistências elétricas que nominalmente atinge temperaturas de até 1.400° C.

Nos parágrafos seguintes abordaremos num parágrafo de generalidades a procedência e preparo das amostras. A seguir descrevemos a metodologia empregada no teste de piroexpansão. Finalmente os resultados dos testes e as principais conclusões e observações são os itens finais.

## 2. — GENERALIDADES

Nos ensaios de piroexpansão foram utilizadas vermiculitas de três procedências diversas a saber:

1. Brumado, no Estado da Bahia
2. Catalão, no Estado de Goiás
3. Ubá, no Estado de Minas Gerais

A vermiculita de Catalão provém da chaminé alcalina de Catalão I, e constitui amostra média de área atualmente explorada pela METAGO. Esta amostra foi coletada pelo coautor deste trabalho.

As vermiculitas de Brumado e Ubá estão associadas a complexo granito gnaissico precambriano onde faixas de rochas básico ultrabásicas possuem veios mais ou menos estreitos de vermiculita. Enquanto ao norte da cidade de Brumado vários são os mineradores que se dedicam a exploração da Vermiculita, em Ubá a empresa Caulinita explora jazida de sua propriedade em município vizinho. A coleta das amostras médias nestas áreas foi feita pelo autor deste trabalho.

Das amostras originalmente coletadas foram preparados cerca de 5 quilos de material de cada uma das procedências. Estes 5 quilos foram moídos em britador de martelos com abertura de saída de 1/2 polegada. Cerca de 2 a 3 passadas permitiram verificar a cominuição das placas de vermiculita que tomaram espessuras convenientes.

Estas amostras foram enquartadas e fração deste material submetido a peneiramento nas seguintes malhas: +3; -3 a +9; -9 a +14; -14 a +28 e -28. As frações +3 e -28 não foram utilizadas para os ensaios. Os resultados da distribuição granulométrica das frações acima da malha 28 está na tabela 1.

A enquartação das frações -3+9; -9+14 e -14+28 malhas das três vermiculitas estudadas forneceram o material submetido aos testes de expansão.

**TABELA 1**  
**DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE VERMICULITAS**

Fração	Brumado		Catalão		Ubá	
	g	%	g	%	g	%
+ 3	45	2	155	10	295	16
+ 3 - 9	1061	41	698	45	901	48
+ 9 - 14	693	27	291	19	381	20
- 14 + 28	814	31	391	25	302	16
TOTAL	2613	101	1535	99	1879	100

### 3. — METODOLOGIA EMPREGADA

O procedimento adotado na piroexpansão constou em colocar a vermiculita a ser expandida num recipiente de aço inoxidável com dimensões de 160×160×50 mm. O total de vermiculita a ser expandida em cada fração por ensaio foi de aproximadamente 50 g, sendo este peso dividido em duas partes iguais que foram expandidas separadamente.

A mufla de laboratório utilizada cujas dimensões internas são de  $200 \times 170 \times 170$  mm possui as resistências elétricas na parte superior e um controle automático de temperaturas com precisão de  $+10^\circ \text{C}$ .

Antes de procedermos à piroexpansão o recipiente de aço inoxidável era colocado no interior da mufla até que adquirisse a temperatura do ensaio. A seguir, era retirado e a vermiculita a ser ensaiada era uniformemente espalhada no recipiente. O recipiente era então imediatamente retornado à mufla e só retirado após 5 minutos.

Depois de retirada a vermiculita da mufla, a mesma era seca ao ar e somente após 1 hora, isto é, depois de atingir a temperatura ambiente era feita a determinação de sua massa específica aparente. A determinação da massa específica aparente era feita pela determinação do peso e do volume das amostras. No caso da medida do volume usamos provetas graduadas onde o material era colocado por simples queda e a seguir adensado por 3 batidas leves sobre uma mesa de madeira, após o que se procedia a leitura do volume.

Os testes de piroexpansão foram feitos em cinco diferentes temperaturas a saber:

$300^\circ \text{C}$ ,  $500^\circ \text{C}$ ,  $700^\circ \text{C}$ ,  $800^\circ \text{C}$  e  $900^\circ \text{C}$ .

#### 4. RESULTADOS DOS TESTES

As tabelas 2, 3 e 4 fornecem os resultados dos ensaios de piroexpansão respectivamente notados nas vermiculitas de Brumado, Catalão e Ubá.

Nestas tabelas  $P_i$  representa o peso inicial da amostra antes da expansão,  $V_i$  o volume inicial antes da expansão, e  $M_i$  a massa específica aparente antes da expansão,  $P_f$ ,  $V_f$  e  $M_f$  são respectivamente peso, volume e massa específica aparente após a expansão.

TABELA 2

#### ENSAIO DE PIROEXPANSÃO DA VERMICULITA DE BRUMADO NAS FRAÇÕES -3+9, -9+14 E -14+28 MALHAS

	fração -3 +9					
	$300^\circ \text{C}$	$500^\circ \text{C}$	$700^\circ \text{C}$	$800^\circ \text{C}$	$900^\circ \text{C}$	
$P_i$	51	55	47	46	41	
$V_i$	62	67	65	54	50	
$M_i$	0.82	0.82	0.72	0.85	0.82	0.81
$P_f$	48	51	42	40	36	
$V_f$	70	218	245	275	255	
$M_f$	0.69	0.23	0.17	0.15	0.14	0.15

	fração -9 +14					
	300°C	500°C	700°C	800°C	900°C	
Pi	41	45	45	40	41	
Vi	50	55	52	48	48	
Mi	0.82	0.82	0.87	0.83	0.85	0.84
Pf	40	42	40	36	37	
Vf	50	150	206	198	200	
Mf	0.80	0.28	0.19	0.18	0.19	0.19

	fração -14 +28					
	300°C	500°C	700°C	800°C	900°C	
Pi	55	65	63	69	64	
Vi	68	73	70	69	73	
Mi	0.81	0.89	0.90	0.87	0.88	0.87
Pf	53	60	58	56	58	
Vf	64	150	212	232	230	
Mf	0.83	0.40	0.27	0.24	0.25	0.25

TABELA 3

ENSAIOS DE PIROEXPANSÃO DE VERMICULITA DE CATALÃO NAS FRAÇÕES -3 +9, -9 +14 E -14 E +28 MALHAS

	Fração -3 +9					
	300°C	500°C	700°C	800°C	900°C	
Pi	47	45	42	40	48	
Vi	80	74	74	74	88	
Mi	0.59	0.61	0.57	0.54	0.55	0.57
Pf	46	42	39	36	44	
Vf	150	260	315	345	455	
Mf	0.31	0.16	0.12	0.11	0.10	0.11



	Fração -9 +14					
	300°C	500°C	700°C	800°C	900°C	
Pi	41	43	46	46	58	
Vi	70	65	70	74	92	
Mi	0.59	0.66	0.66	0.62	0.63	0.63
Pf	40	40	42	42	52	
Vf	70	172	236	255	225	
Mf	0.57	0.23	0.18	0.16	0.16	0.17

	Fração -14 +28					
	300°C	500°C	700°C	800°C	900°C	
Pi	45	49	47	54	43	
Vi	68	67	66	78	60	
Mi	0.66	0.73	0.71	0.69	0.72	0.70
Pf	44	46	43	50	40	
Vf	62	144	183	244	195	
Mf	0.71	0.32	0.23	0.20	0.21	0.21

TABELA 4

**ENSAIOS DE PIROEXPANSÃO DA VERMICULITA DE UBÁ NAS FRAÇÕES -3 +9, -9 +14 E -14 +28 MALHAS**

	Fração -3 +9					
	300°C	500°C	700°C	800°C	900°C	
Pi	59	67	69	62	62	
Vi	79	86	83	80	76	
Mi	0.84	0.78	0.83	0.76	0.82	0.81
Pf	56	64	64	67	56	
Vf	78	195	295	330	350	
Mf	0.72	0.33	0.22	0.17	0.16	0.18

	Fração -9 +14					
	300°C	500°C	700°C	800°C	900°C	
Pi	48	50	48	47	45	
Vi	68	70	66	66	60	
Mi	0.71	0.71	0.73	0.71	0.75	0.72
Pf	46	47	45	43	40	
Vf	68	160	223	254	245	
Mf	0.68	0.29	0.20	0.17	0.16	0.18

	Fração -14 +28					
	300°C	500°C	700°C	800°C	900°C	
Pi	49	53	44	57	49	
Vi	72	78	62	82	70	
Mi	0.68	0.68	0.71	0.70	0.70	0.70
Pf	47	51	41	53	45	
Vf	70	147	178	266	243	
Mf	0.67	0.35	0.23	0.20	0.19	0.21

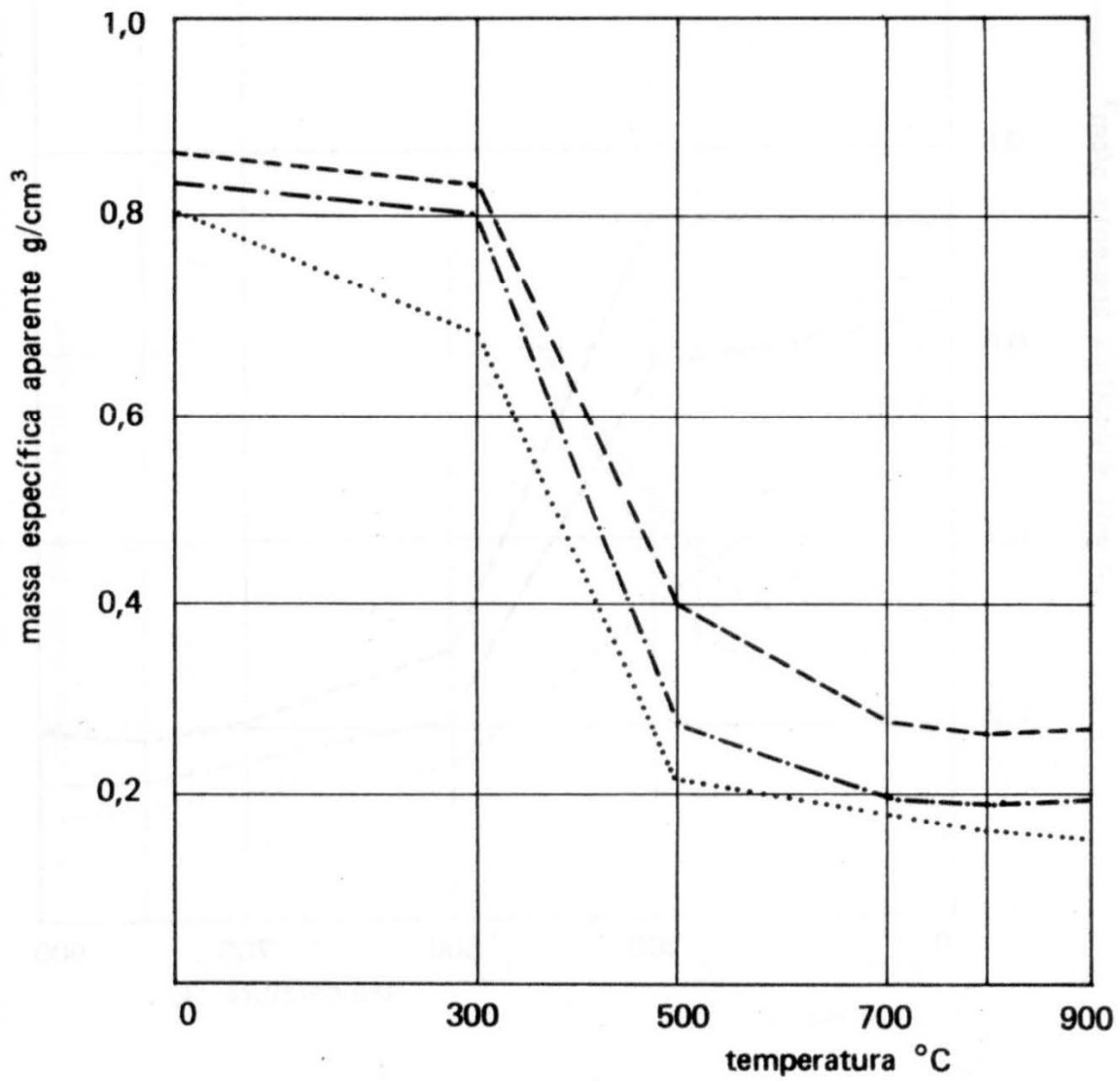


Fig. 1 - Vermiculita de Brumado



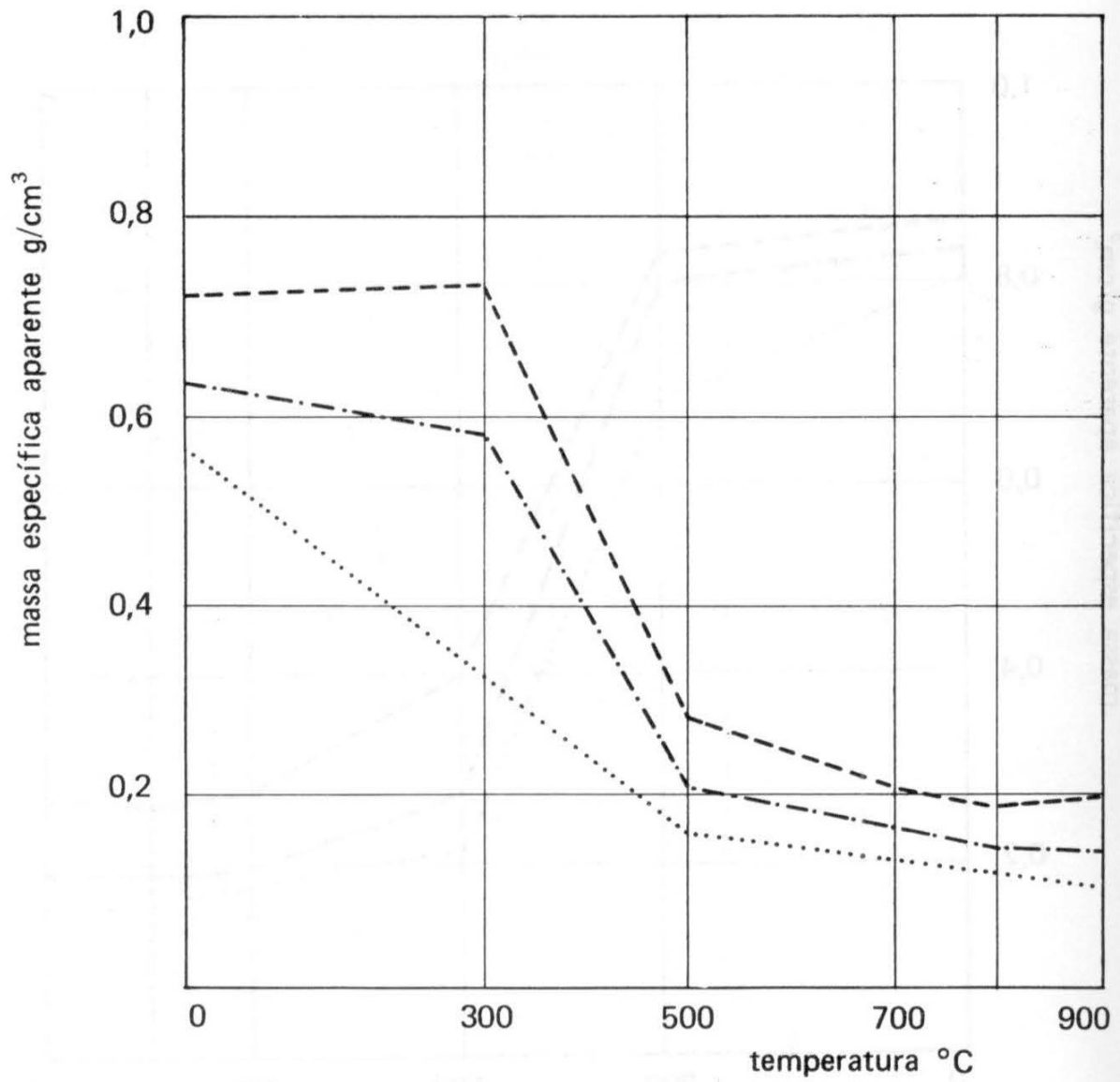


Fig. 2 – Vermiculita de Catalão

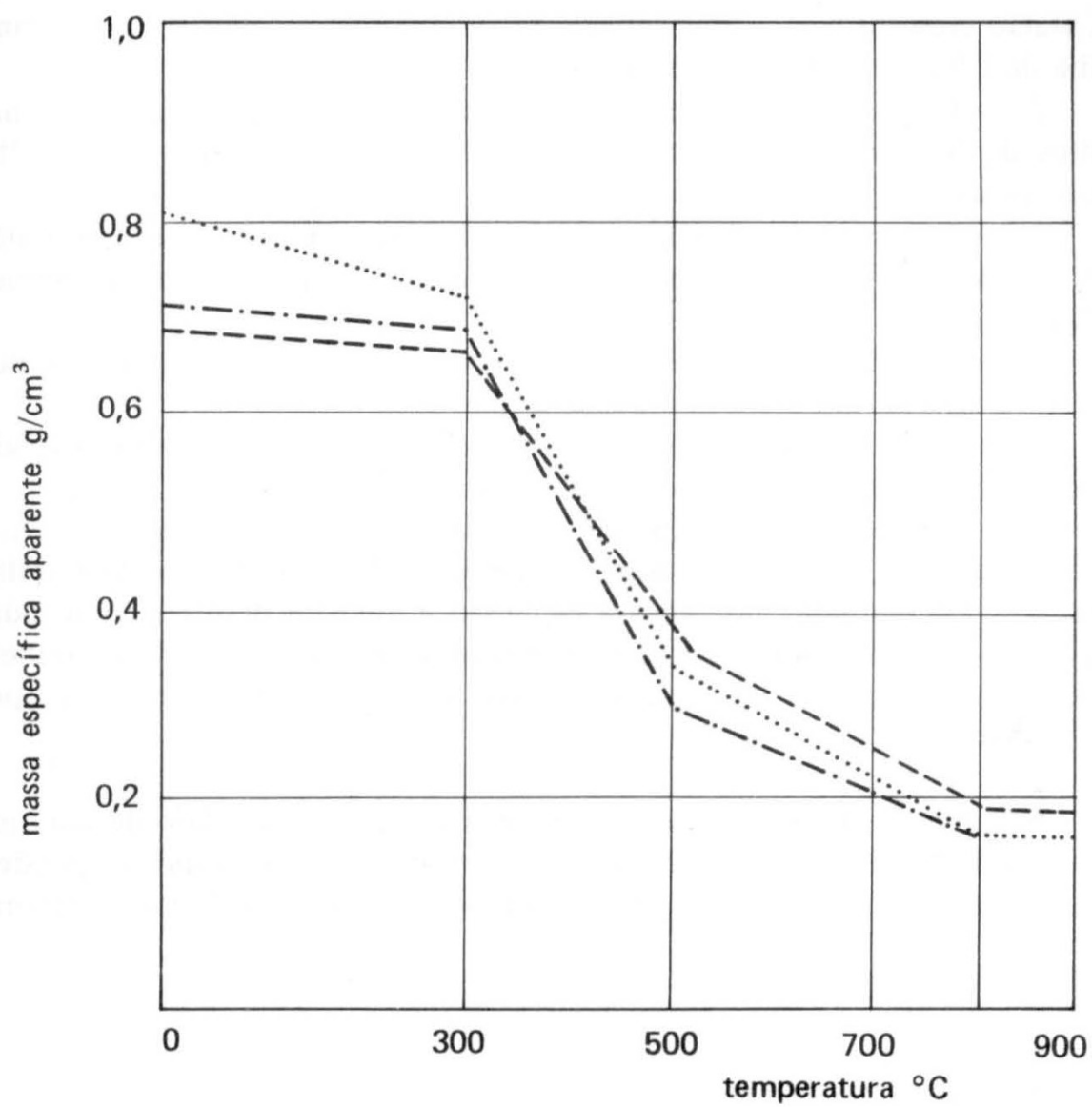


Fig. 3 – Vermiculita de Ubá

## 5. — *PRINCIPAIS CONCLUSÕES E OBSERVAÇÕES*

Pela cuidadosa análise dos resultados apresentados pelos testes de piroexpansão realizados podemos chegar às seguintes conclusões gerais:

1. — A massa específica aparente original das Vermiculitas de Brumado e Catalão crescem com a diminuição da granulometria, enquanto a vermiculita de Ubá tem comportamento inverso.

2. — Enquanto a diminuição da massa específica aparente das vermiculitas de Brumado e Catalão acima de 700° C é desprezível, na de Ubá isto só ocorre acima de 800° C.

3. — A vermiculita de menor massa específica aparente é a de Catalão com 0,16 g/cm<sup>3</sup> após a expansão. As de Brumado e Ubá tem valor idêntico de 0,19 g/cm<sup>3</sup>.

4. — A vermiculita originalmente mais densa é a de Brumado, sendo a de Ubá intermediária e a de Catalão a mais leve.

Algumas observações adicionais podem ainda ser feitas sobre a qualidade das vermiculitas e que são a sua oxidação com a expansão:

5. — Verifica-se a oxidação de todas as vermiculitas com a expansão o que faz com que sua cor se torne avermelhada. Na vermiculita de Catalão nota-se o caso extremo onde após a expansão a amostra desprende em todas frações fina poeira de ocre. No caso das vermiculitas de Brumado e também de Ubá, originalmente verdes, a cor passa a avermelhada e prateada após a expansão.

Finalmente, desejamos ainda chamar a atenção para o fato de que, em ensaios industriais, com a eliminação das partículas não expandidas é possível atingir-se massas específicas aparentes bem menores que os dados de laboratório.

## 6. — *AGRADECIMENTOS*

Desejamos deixar aqui registrado o nosso agradecimento a todos aqueles que direta ou indiretamente puderam contribuir para a realização desta pesquisa. Em especial somos gratos ao Sr. Valentim Robles Arnal, preparador do Laboratório de Tratamento de Minerais da E.P.U.S.P. pelo auxílio quando da realização dos testes de piroexpansão.

*BIBLIOGRAFIA*

W.D. McMILLAN and A.W. GERHARDT — Investigation and laboratory testing of Vermiculite Deposits Llano Country, Tex. Bureau of Mines — Rep. of Investigation 4486 — Jul. 1949.