

## CONDUTIVIDADE TÉRMICA DOS DIFERENTES LITOTIPOS VULCÂNICOS DA BACIA DO PARANÁ

M.I.B. RAPOSO

*Instituto Astronômico e Geofísico - USP  
C.P. 30627, 01051 - São Paulo, SP*

Y.R. MARANGONI

*Estação Sismológica  
Departamento de Geociências - UnB  
70910 - Brasília, DF*

The thermal conductivity of different volcanic lithotypes from Paraná Basin was measured by the needle probe in semi-infinite space and was related to chemical and petrographic parameters. The basic lithotype ( $\text{SiO}_2 < 55\%$ ) shows conductivity varying from 1.9 to 2.5 W/mK, the acid rock samples ( $\text{SiO}_2 > 63\%$ ) show thermal conductivities in the range of 1.6 to 3.0 W/mK, with an important superimposition zone around 2.0 W/mK. The intermediate samples ( $55\% < \text{SiO}_2 < 63\%$ ) show values of thermal conductivity between the two ranges cited above (1.7 to 2.7 W/mK). The data suggest that the relationship between thermal conductivity and chemical parameters is very weak and it is not possible to separate the different lithotypes by thermal conductivity. On the other hand, it seems to exist a stronger relationship between thermal conductivity and quantity of vitreous material present in the samples.

Através do emprego da sonda tipo agulha para espaço semi-infinito foi determinada a condutividade térmica dos diferentes litotipos vulcânicos da Bacia do Paraná e efetuada sua correlação com os parâmetros químicos, físicos e petrográficos que caracterizam as amostras. As rochas básicas ( $\text{SiO}_2 < 55\%$ ) apresentam valores de condutividade térmica no intervalo de 1,9 a 2,5 W/mK, enquanto que as ácidas ( $\text{SiO}_2 > 63\%$ ) apresentam um campo de variação de 1,6 a 3,0 W/mK, com importante zona de sobreposição em torno de 2,0 W/mK. As rochas intermediárias ( $55\% < \text{SiO}_2 < 63\%$ ) apresentam valores de condutividade intermediários entre os dois intervalos acima citados (1,7 a 2,7 W/mK). Os valores encontrados sugerem que a relação entre a condutividade térmica e os parâmetros químicos é pouco acentuada, indicando que não é possível separar os diferentes litotipos. Por outro lado, parece existir uma correlação mais nítida com os parâmetros petrográficos, como por exemplo, o teor de material vítreo.

### INTRODUÇÃO

O principal objetivo do presente trabalho foi verificar a variação da condutividade térmica (k) com o quimismo de rochas vulcânicas, na tentativa de separar litotipos diferentes através dos valores de condutividade. Estudou-se, também, a relação entre condutividade térmica e alguns parâmetros petrográficos, especialmente a quantidade de material vítreo.

Para tanto, foram efetuadas medidas de condutividade térmica em 78 amostras de rochas vulcânicas pertencentes à Formação Serra Geral da Bacia do Paraná, das quais 37 são de rochas básicas ( $\text{SiO}_2 < 55\%$ ), 11 são intermediárias ( $55\% < \text{SiO}_2 < 63\%$ ) e 30 são de rochas ácidas ( $\text{SiO}_2 > 63\%$ ).

A técnica empregada para a determinação da condutividade foi a da sonda tipo agulha em espaço semi-infinito. Nesta técnica uma sonda da Fenwall Electronics com um elemento aquecedor e um termoe-

lemento é apoiada sobre uma placa de material isolante à temperatura ambiente. Sobre estes é colocada a amostra com uma face plana polida (Marangoni & Del Rey, 1986).

### AMOSTRAS ESTUDADAS

As amostras estudadas foram coletadas em diversas localidades da Bacia do Paraná (Fig. 1) e, suas análises químicas (elementos maiores e traços), suas texturas quanto ao grau de cristalinidade, assim como os valores medidos de condutividade térmica encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

O *litotipo básico* (Tab. 1) é representado por basaltos toleíticos e andesi-basaltos toleíticos dos tipos alto ( $> 2\%$ ) e baixo em  $\text{TiO}_2$  compostos essencialmente por plagioclásios, augita, pigeonita e opacos (titano-magnetita). Apresentam texturas que variam de holocristalina (0-10% de material vítreo) a holovítrea ( $> 90\%$  de material vítreo), porfírica ( $> 10\%$  de fe-

nocrystal) a afírica-subafírica (< 1% de fenocristais) e apresentam granulação fina (Bellieni et al., 1984).

O litotipo intermediário (Tab. 2) é representado por andesitos toleíticos compostos por plagioclásios,

augita, pigeonita, opacos (titano-magnetita) e apatita. As texturas variam de holovítrea a hipocrystalina (10-40% de material vítreo), porfírica a afírica e apresentam granulação fina.

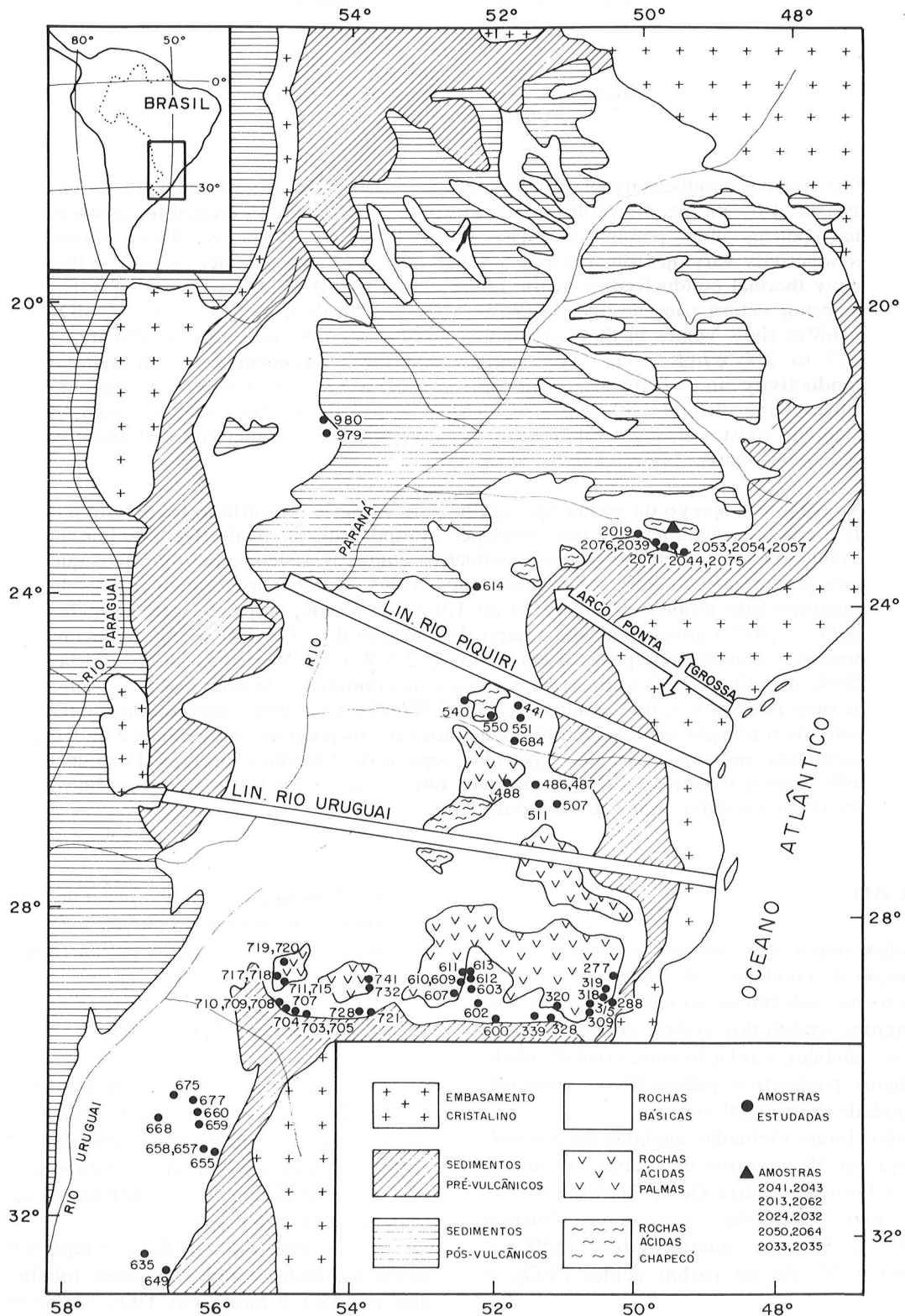


Figura 1 – Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná e a localização das amostras.

**Tabela 1** – Análise química (elementos maiores (% em peso) e traços (ppm)), textura (Text) quanto a grau de cristalinidade, condutividade térmica (k em W/mK) para as rochas do litotipo básico. Onde num = número da amostra, ek = erro da condutividade térmica, holv = holovítrea, hipv = hipovítrea, holc = holocristalina e hipc = hipocristalina.

Num.	k	ek	Elementos Maiores										Elementos Traços										Text	
			SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe Tot	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr	Ni	Ba	Rb	Sr	La	Ce	Zr		Y
288	2.2	0.2	51.89	1.39	14.73	3.93	8.16	11.70	0.18	4.06	9.29	2.56	0.76	0.20	59	46	370	22	220	22	54	148	30	holv
309	2.3	0.3	44.60	0.95	15.64	7.68	2.18	9.09	0.13	9.48	10.88	1.40	0.70	0.17	569	209	265	14	132	7	31	119	17	holc
328	2.0	0.2	50.89	1.21	15.12	3.78	7.73	11.13	0.17	5.61	9.54	2.38	1.21	0.21	62	65	401	29	242	28	61	157	30	hipv
339	1.9	0.2	49.91	1.04	15.11	4.43	6.09	10.08	0.16	7.84	10.56	1.81	0.87	0.19	433	174	277	27	225	10	42	112	21	holc
507	2.0	0.3	53.11	1.40	13.78	6.83	5.36	11.51	0.14	4.39	8.85	2.65	1.33	0.19	36	51	344	38	204	20	42	139	29	hipv
511	2.2	0.3	48.85	1.43	15.23	5.36	7.74	12.56	0.22	4.91	10.49	2.84	0.64	0.18	47	52	217	19	185	12	33	112	31	holv
540	2.3	0.3	48.69	3.30	12.27	5.80	8.76	13.98	0.21	4.04	8.39	2.63	1.58	0.73	39	22	642	35	404	43	92	276	42	holv
551	2.0	0.2	50.54	1.37	15.08	3.98	8.35	11.93	0.21	5.17	9.84	2.51	0.75	0.17	151	82	211	15	152	13	37	110	32	hipv
600	2.2	0.2	50.40	1.10	16.27	4.62	5.00	9.16	0.18	5.94	10.10	2.31	1.13	0.29	111	81	439	26	332	28	66	141	20	holc
602	2.1	0.2	51.09	1.04	15.94	3.88	5.68	9.17	0.16	6.07	9.90	2.20	1.16	0.18	75	128	399	35	232	20	53	135	21	holc
603	2.1	0.2	52.08	1.13	15.35	4.41	5.44	9.41	0.18	5.57	9.10	2.49	1.51	0.20	97	106	455	50	260	17	55	147	26	hipv
612	2.5	0.3	53.76	1.83	13.19	7.50	6.08	12.83	0.22	2.48	7.47	2.67	1.30	0.30	17	25	393	81	212	28	63	264	42	holv
613	2.4	0.3	52.47	1.94	13.21	7.42	7.20	13.88	0.23	2.69	7.63	2.86	1.41	0.26	27	30	479	94	174	26	50	174	41	holv
635	2.1	0.2	52.98	1.47	15.05	5.14	6.39	11.02	0.17	3.94	8.81	2.38	1.60	0.18	45	56	573	50	182	26	61	188	36	holv
649	1.9	0.2	50.26	1.22	16.76	4.42	6.65	10.63	0.18	5.11	10.70	2.09	0.89	0.16	170	107	343	21	208	16	35	117	24	hipc
655	1.9	0.2	52.96	1.01	14.76	4.61	5.56	9.74	0.16	5.84	8.91	2.10	1.44	0.17	69	74	317	57	199	28	44	139	23	hipc
660	2.0	0.2	50.91	0.91	15.39	3.91	6.41	9.93	0.17	6.45	10.89	2.16	0.70	0.13	99	73	195	26	196	17	40	78	15	hipv
677	2.2	0.2	50.67	1.05	16.42	4.69	6.06	10.28	0.17	5.13	10.11	2.16	1.12	0.18	78	102	375	35	263	15	52	125	21	hipv
684	2.0	0.2	53.31	1.45	14.22	3.49	8.40	11.54	0.19	4.07	7.62	3.23	1.65	0.22	27	40	356	58	204	18	41	156	33	hipv
703	2.4	0.3	52.67	1.25	14.21	4.12	8.26	11.97	0.20	4.10	8.97	2.06	1.51	0.16	39	61	289	74	193	18	35	111	23	holv
704	2.0	0.2	54.37	1.47	13.84	3.01	8.16	10.87	0.22	3.61	8.15	2.99	1.73	0.23	19	40	392	72	200	27	54	138	40	hipv
707	2.0	0.2	53.70	1.38	13.97	3.37	8.30	11.33	0.22	4.07	8.16	2.46	1.71	0.22	23	41	364	78	211	25	53	140	29	hipv
708	2.0	0.2	53.43	1.35	14.27	3.32	7.97	10.96	0.20	4.22	8.25	2.59	1.66	0.22	26	39	394	66	211	30	59	143	32	hipv
709	1.9	0.2	54.06	1.42	13.58	5.75	6.23	11.40	0.20	4.02	7.93	2.51	1.81	0.23	21	43	374	72	206	28	52	149	29	hipv
710	2.1	0.2	53.67	1.45	14.17	3.89	7.70	11.20	0.22	4.07	8.11	2.54	1.71	0.22	32	42	370	75	215	28	65	147	26	holv
728	1.9	0.2	53.53	1.77	12.65	8.57	5.17	12.88	0.20	2.91	6.95	2.52	2.15	0.33	19	29	453	101	183	28	67	189	39	holc
979	2.0	0.3	50.53	1.99	13.03	5.52	8.32	13.29	0.19	5.42	9.17	2.37	0.88	0.28	104	74	391	20	212	23	49	161	39	hipc
980	1.9	0.3	49.12	1.54	15.22	3.25	8.69	11.61	0.19	5.49	10.42	2.45	0.57	0.20	114	93	272	8	273	18	48	110	25	holc
2019	2.0	0.2	50.28	2.77	14.33	3.52	8.87	12.04	0.20	3.54	8.26	2.90	1.65	0.82	20	30	590	33	475	36	104	268	35	hipv
2039	2.2	0.3	49.62	2.57	14.17	3.16	10.10	12.94	0.20	4.03	9.20	2.33	1.26	0.38	66	52	498	32	403	23	67	169	31	hipc
2044	2.4	0.3	49.99	3.38	13.95	1.54	11.27	12.66	0.20	3.52	8.02	3.06	1.25	0.60	23	31	545	32	480	42	96	257	35	hipc
2053	1.9	0.2	49.37	2.27	13.83	3.43	10.51	13.60	0.22	4.38	9.04	2.75	1.04	0.32	128	68	505	23	261	21	62	167	35	holc
2054	1.9	0.2	53.40	2.99	13.72	2.90	8.35	10.56	0.18	3.03	7.05	3.17	2.08	0.63	29	31	709	45	493	52	97	348	44	hipc
2057	2.0	0.2	49.85	2.29	13.25	3.75	10.54	13.92	0.24	4.47	9.07	2.53	0.92	0.29	69	57	365	22	238	23	62	159	38	hipc
2071	2.1	0.2	50.43	3.31	13.42	4.47	8.46	12.48	0.19	3.77	7.93	2.71	1.55	0.57	22	31	553	31	460	36	77	263	39	hipv
2075	2.2	0.2	53.16	2.78	14.60	1.50	9.03	10.38	0.19	2.99	7.50	3.41	1.87	0.57	40	38	755	33	470	49	94	297	39	hipc
2076	2.3	0.3	51.43	2.95	14.09	1.63	10.82	12.29	0.22	3.02	7.72	3.03	1.41	0.73	20	29	704	35	489	44	78	273	42	holv

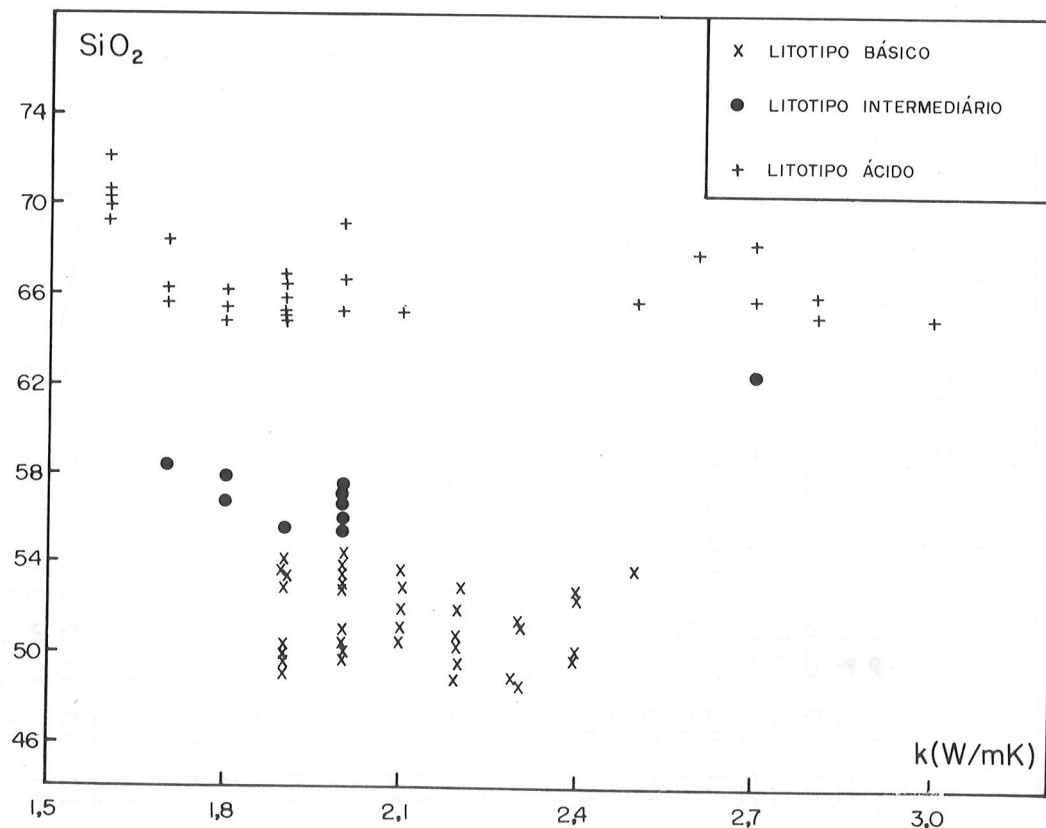
**Tabela 2** – Análise química (elementos maiores (% em peso) e traços (ppm)), textura (Text) quanto a grau de cristalinidade, condutividade térmica (k em W/mK) para as rochas do litotipo intermediário. Onde num = número da amostra, ek = erro da condutividade térmica, holv = holovítrea, hipv = hipovítrea, holc = holocristalina e hipc = hipocristalina.

Num.	Cond. Ter.		Elementos Maiores												Elementos Traços								Text	
	k	ek	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe Tot	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr	Ni	Ba	Rb	Sr	La	Ce	Zr		Y
441	2.0	0.2	55.41	1.56	13.68	5.57	7.40	12.41	0.17	2.82	6.82	3.17	1.68	0.31	34	26	386	78	154	31	63	173	37	hipc
486	1.9	0.2	55.65	1.48	13.77	3.93	7.96	11.50	0.19	3.14	6.78	2.87	2.18	0.21	31	32	397	88	179	29	67	166	36	hipv
487	2.0	0.2	57.04	1.37	12.94	4.64	6.52	10.70	0.17	3.45	7.76	2.48	1.30	0.20	31	37	367	57	253	23	55	141	31	hipv
614	2.7	0.3	62.39	1.31	12.66	3.44	4.94	8.04	0.16	1.20	4.25	3.09	2.40	0.32	6	13	636	168	166	53	117	299	57	holv
656	1.7	0.2	58.40	1.76	12.54	6.85	5.49	11.65	0.16	1.68	5.45	2.77	2.41	0.22	19	13	549	106	188	44	82	214	51	hipv
657	1.8	0.2	56.80	1.95	12.64	7.98	5.53	12.71	0.19	2.09	6.09	2.65	2.30	0.21	23	16	546	103	202	40	73	230	44	hipv
659	2.0	0.2	55.99	1.53	14.08	3.68	7.96	11.27	0.19	2.64	7.02	2.79	2.04	0.25	21	28	426	87	189	25	63	176	39	holv
668	1.8	0.2	57.98	1.74	12.72	4.35	7.92	11.83	0.17	1.99	5.80	2.47	2.51	0.25	18	15	560	110	183	32	80	212	43	hipv
675	2.0	0.2	55.96	1.74	12.86	5.89	6.67	11.97	0.17	2.34	6.35	2.42	2.64	0.23	14	16	537	105	207	39	95	226	48	hipv
705	2.0	0.2	56.60	1.65	13.19	6.76	5.41	11.49	0.17	2.34	6.10	2.43	2.44	0.27	17	24	494	101	170	35	86	197	43	hipc
721	2.0	0.2	57.29	1.69	12.92	7.51	4.91	11.67	0.16	2.22	5.55	2.34	2.62	0.26	24	20	608	109	182	42	84	217	38	hipc

O litotipo ácido (Tab. 3) é representado por riocacitos e riolitos dos tipos Palmas e Chapecó, que são compostos por: plagioclásios, augita, pigeonita, opacos (titano-magnetita), quartzo, apatita e pouco feldspato alcalino. As texturas variam de holocristalina a holovítrea, fracamente porfirítica a afírica (tipo Palmas) e de fortemente porfirítica a afírica (tipo Chapecó) podendo ocorrer a textura gráfica (intercrescimento de feldspato e quartzo) em ambos os tipos (Bellieni et al., 1986).

## RESULTADOS

Com a finalidade de verificar a correlação entre a condutividade térmica e o quimismo das rochas estudadas efetuou-se diagramas de variação dos elementos maiores e traços, dos minerais normativos em função da condutividade k, assim como, foram calculados fatores de correlação para todos os elementos. Desse modo, obteve-se correlações fortes (> 70%) entre k e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO e K<sub>2</sub>O para o litotipo ácido e (FeO)<sub>t</sub> para



**Figura 2** – SiO<sub>2</sub> (% em peso) x k (W/mK) para as amostras dos litotipos estudados.

**Tabela 3** – Análise química (elementos maiores (% em peso) e traços (ppm)), textura (Text) quanto a grau de cristalinidade, condutividade térmica (k em W/mK) para as rochas do litotipo ácido. Onde num = número da amostra, ek = erro da condutividade térmica, holv = holovítrea, hipv = hipovítrea, holc = holocristalina e hipc = hipocristalina.

Num.	Cond. Ter.		Elementos Maiores													Elementos Traços						Text		
	k	ek	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe Tot	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr	Ni	Ba	Rb	Sr	La	Ce		Zr	Y
277	3.0	0.3	65.07	1.02	12.72	2.07	3.87	5.73	0.11	1.04	3.51	3.75	2.47	0.23	7	7	617	189	152	48	93	260	41	holv
315	2.0	0.2	66.83	0.91	12.72	3.81	1.72	5.15	0.09	2.13	2.91	3.13	3.57	0.26	12	5	321	161	131	47	87	282	40	holv
318	2.5	0.3	65.72	1.02	12.52	3.01	3.05	5.76	0.10	1.19	3.38	2.71	3.80	0.25	11	8	572	173	170	47	87	281	45	holv
319	2.8	0.3	65.09	0.98	12.20	2.74	3.18	5.65	0.10	1.32	3.29	3.95	2.33	0.21	4	8	635	171	149	49	95	272	44	holv
320	2.7	0.3	65.92	1.02	12.23	2.93	3.65	6.29	0.12	0.70	3.35	3.04	2.99	0.25	8	4	653	154	162	53	99	334	51	holv
488	1.9	0.2	66.88	1.11	12.98	4.95	1.59	6.04	0.09	0.78	2.70	3.12	3.39	0.31	12	10	654	151	137	52	87	136	115	holv
550	2.1	0.2	65.25	1.43	13.04	4.87	2.50	6.88	0.17	1.00	2.75	2.79	4.13	0.45	6	6	996	99	334	89	187	639	71	holv
607	1.7	0.2	65.61	1.00	13.20	4.78	1.69	5.99	0.11	1.27	3.35	2.97	3.85	0.27	7	9	639	169	164	54	93	255	43	hipv
609	2.8	0.3	65.91	0.97	13.05	2.73	2.98	5.44	0.11	1.02	3.46	3.40	2.51	0.26	5	9	612	186	171	48	110	256	43	holv
610	1.9	0.2	65.25	0.87	12.94	4.13	1.22	4.94	0.09	1.30	2.66	3.25	4.03	0.25	3	9	639	182	120	52	85	234	41	holv
611	1.8	0.2	66.22	0.92	13.26	4.38	1.45	5.39	0.12	1.33	3.10	2.58	4.05	0.28	4	6	624	191	146	44	109	261	39	holv
615	2.0	0.2	69.20	0.68	12.66	3.55	1.38	4.57	0.09	1.19	1.79	2.72	4.70	0.19	1	4	681	202	96	59	112	328	54	hopv
711	2.7	0.3	68.39	0.82	12.30	2.61	2.82	5.17	0.11	0.73	2.51	2.94	3.18	0.18	4	27	703	271	118	66	117	296	66	holv
715	1.6	0.2	72.12	0.71	11.88	4.76	0.47	4.75	0.10	0.51	1.95	2.46	4.40	0.19	2	7	635	200	98	64	115	277	65	holv
717	1.6	0.2	70.15	0.58	12.58	3.85	0.57	4.03	0.09	0.88	2.34	2.76	4.42	0.20	2	7	750	197	98	58	113	315	56	hipv
718	1.6	0.2	70.42	0.56	12.78	3.83	0.61	4.06	0.10	0.88	1.70	2.73	4.57	0.20	7	6	763	204	100	54	121	326	86	hipv
719	1.6	0.2	70.36	0.66	11.97	3.80	1.09	4.51	0.08	0.94	1.97	2.64	4.34	0.19	3	5	642	192	97	44	118	311	46	hipv
720	1.6	0.2	69.24	0.70	12.57	4.08	1.13	4.80	0.11	1.02	2.24	2.78	4.57	0.19	7	4	675	199	101	55	117	317	57	hipv
732	2.6	0.3	68.02	0.80	12.49	2.74	2.63	5.10	0.11	0.68	2.63	2.69	3.84	0.20	10	7	696	193	114	66	129	293	76	holv
741	1.7	0.2	68.42	0.65	12.68	4.25	0.48	4.31	0.07	1.24	1.07	2.02	5.09	0.20	1	8	705	214	78	49	99	333	51	hipv
2013	1.8	0.2	65.44	0.93	13.59	5.21	0.70	5.39	0.07	1.59	1.82	3.00	5.13	0.41	1	9	1152	143	300	125	234	596	111	holc
2024	1.8	0.2	64.81	1.04	13.22	4.45	1.73	5.74	0.10	1.60	2.79	3.30	4.29	0.38	3	8	1136	132	318	82	168	579	57	hipc
2032	1.7	0.2	66.17	1.01	13.04	3.94	2.00	5.55	0.11	1.33	2.70	3.57	4.29	0.37	1	6	1101	132	317	87	166	547	61	hipc
2033	1.9	0.2	65.77	1.02	13.44	4.56	1.25	5.35	0.12	1.20	2.55	3.66	4.35	0.37	1	6	1287	139	328	95	178	576	86	hipv
2035	2.0	0.2	66.75	1.15	13.22	5.51	0.45	5.41	0.09	0.66	2.23	3.35	4.46	0.35	1	9	1581	155	330	89	179	573	68	holv
2041	1.9	0.3	66.38	1.09	12.76	5.83	0.54	5.79	0.12	1.28	1.89	3.15	4.53	0.32	1	7	1022	130	316	83	174	568	55	hipc
2043	1.9	0.2	64.89	1.22	12.62	4.90	2.14	6.55	0.14	1.03	2.42	3.51	4.42	0.29	1	5	1192	134	300	86	184	569	64	holv
2050	1.9	0.2	66.37	1.16	12.94	4.67	1.76	5.96	0.12	1.19	2.37	3.49	4.23	0.31	1	10	1056	127	301	81	159	548	57	holv
2062	2.0	0.2	65.25	1.17	12.55	4.30	2.43	6.30	0.13	1.32	2.56	3.37	4.16	0.31	1	6	1164	125	328	84	166	580	57	hipc
2064	1.9	0.2	65.02	1.21	12.71	5.59	1.39	6.42	0.11	1.22	2.42	3.34	4.33	0.32	1	6	1063	127	329	77	168	573	57	hipc

o litotipo intermediário. Com os demais óxidos a correlação mostrou-se fraca ( $< 50\%$ ) sendo que para o litotipo básico não foi encontrado nenhum fator de correlação acima de  $30\%$ . Estes dados mostram que não há uma relação direta entre o quimismo das rochas estudadas e a condutividade térmica. Dessa maneira, o diagrama  $\text{SiO}_2 \times k$  (Fig. 2) é o que melhor representa os litotipos estudados em função da condutividade térmica. Nota-se nessa figura que, as rochas ácidas apresentam valores de  $k$  predominante no intervalo de  $1,6-2,1 \text{ W/mK}$  e tendem a possuir valores mais baixos de condutividade térmica que as demais rochas, no entanto, sete amostras apresentam valores mais elevados ( $> 2,4 \text{ W/mK}$ ). As rochas intermediárias apresentam valores de  $k$  no intervalo de  $1,7-2,0 \text{ W/mK}$ , enquanto que o valor de  $k$  para as rochas básicas encontra-se no intervalo de  $1,9-2,5 \text{ W/mK}$ . Verifica-se, ainda (Fig. 2), que há uma forte sobreposição para as rochas dos três litotipos em torno de  $2,0 \text{ W/mK}$ .

O histograma condutividade térmica e o número de amostras estudadas (Fig. 3) mostra que, de modo geral, os valores de  $k$  para a maioria das amostras medidas (42 amostras) concentram-se no intervalo de  $1,9-2,1 \text{ W/mK}$ . As amostras do litotipo básico predominam no intervalo citado, no entanto 13 dessas amostras encontram-se fora do mesmo. Os valores de  $k$  para as amostras do litotipo ácido distribuem-se, praticamente, de maneira uniforme nos intervalos de  $1,5-1,8 \text{ W/mK}$  e  $1,9-2,1 \text{ W/mK}$ , entretanto, quatro amostras apresentam valores no intervalo de  $2,5-2,7 \text{ W/mK}$  e 3 amostras encontram-se no intervalo de  $2,8-3,0 \text{ W/mK}$ . O litotipo intermediário, presente em menor número (11 amostras), apresenta uma maior concentração dos valores de  $k$  no intervalo de  $1,9-2,1 \text{ W/mK}$ , sendo que três amostras encontram-se no intervalo  $1,5-1,8 \text{ W/mK}$ .

Observa-se que as amostras que apresentam a condutividade térmica superior a  $2,4 \text{ W/mK}$  (Figs. 2 e 3) possuem textura holovítrea ( $> 90\%$  de material vítreo, Tabs. 1, 2 e 3). Este fato sugere que a condutividade térmica é dependente do grau de cristalinidade

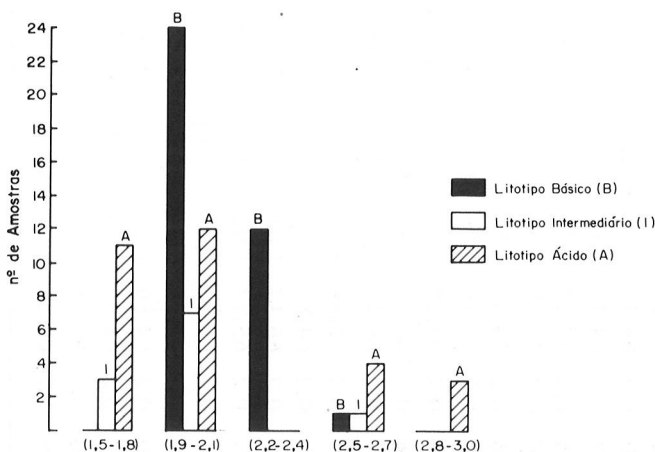


Figura 3 – Histograma condutividade térmica (W/mK) e o número de amostras estudadas.

das rochas vulcânicas.

Das 78 amostras estudadas nove apresentam textura holocristalina (0-10% de material vítreo), 23 são hipocristalinas (10-40% de material vítreo), 22 são hipovítreas (40-90% de material vítreo) e 23 são holovítreas ( $> 90\%$  de material vítreo). A Fig. 4 representa o histograma da condutividade térmica e o número de amostras que apresentam semelhantes quantidades de material vítreo. Nota-se nessa figura que, em geral, o valor  $k$  para a maioria das rochas com texturas diferentes concentra-se no intervalo de  $1,9-2,1 \text{ W/mK}$ , como verificado na Fig. 3.

As rochas com textura holovítrea tendem a apresentar valores mais elevados de condutividade (Fig. 4), enquanto as holocristalinas apresentam valores mais baixos. As rochas com texturas hipocristalina e hipovítrea concentram-se no intervalo de  $1,9-2,1 \text{ W/mK}$  de condutividade térmica. Em relação a essas duas texturas, os dados mostram que as rochas hipovítreas tendem a apresentar condutividade térmica mais elevada (Fig. 4).

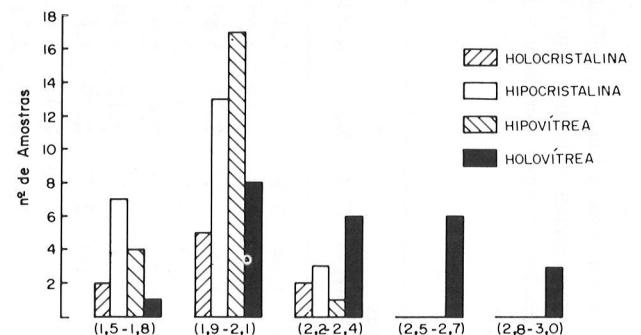
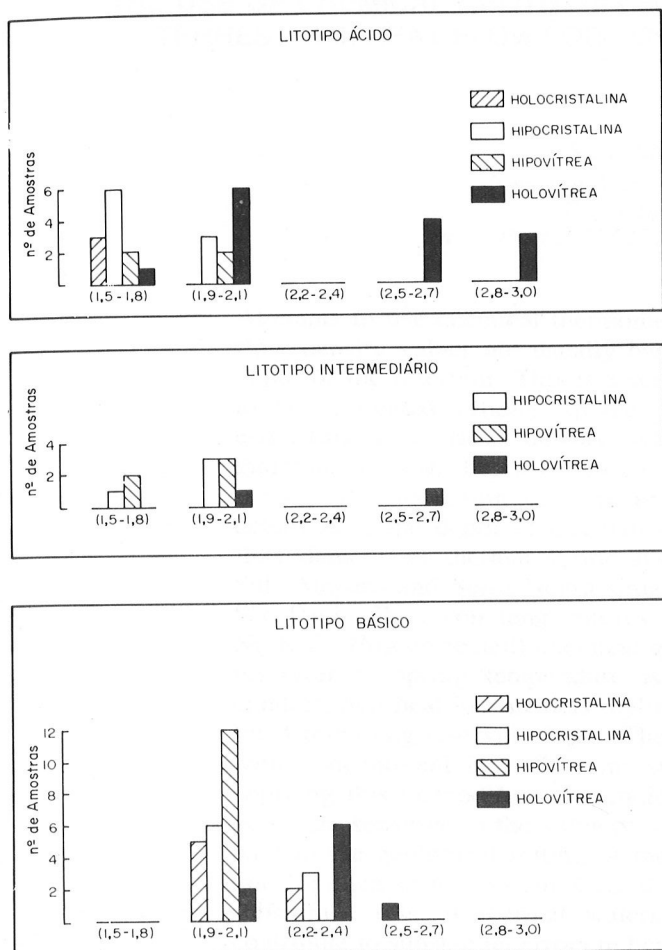


Figura 4 – Histograma condutividade térmica (W/mK) e a textura (quanto ao grau de cristalinidade) das amostras estudadas.

De modo geral, os dados mostram que a quantidade de material vítreo presente nas amostras estudadas, parece ser um fator importante na variação da condutividade térmica. Este fato pode ser observado na Fig. 5 que representa o histograma de  $k$  e a textura (quanto ao grau de cristalinidade) para as amostras de cada litotipo estudado. No entanto, o número de amostras de cada litotipo com diferentes texturas é ainda insuficiente para definir uma relação precisa da condutividade térmica considerando-se um mesmo litotipo, embora mostre que as amostras com textura holovítrea apresentam uma condutividade térmica mais elevada.

## CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitiram concluir que:  
– não é possível separar as amostras dos litotipos bá-



**Figura 5** – Histograma condutividade térmica (W/mK) e a textura (quanto ao grau de cristalinidade) das amostras de cada litotipo estudado.

sico, intermediário e ácido através da condutividade térmica;

- as rochas do litotipo ácido tendem a apresentar um valor mais baixo de condutividade térmica que as rochas dos demais litotipos;
- a maioria das amostras apresentam um valor de condutividade térmica no intervalo de 1,9-2,1 W/mK

(Fig. 3), com uma forte sobreposição em torno de 2,0 W/mK para os três litotipos;

- a condutividade térmica tende a aumentar com o aumento da quantidade de material vítreo (Figs. 4 e 5).

Dessa maneira, a condutividade térmica média para as rochas vulcânicas da Bacia do Paraná sugerida, no presente trabalho, corresponde a um valor de  $2,0 \pm 0,3$  W/mK.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à FAPESP, ao CNPq e à FINEP pelas bolsas de estudo concedidas e pelo apoio financeiro para a coleta de amostras, ao Prof.Dr. Piero Comin-Chiaramonti pelas análises químicas, ao Prof.Dr. Enzo M. Piccirillo pelo incentivo e discussões dos dados e finalmente ao Chefe do Laboratório de Fluxo Térmico do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG/USP) Prof.Dr. Fernando Brenha Ribeiro pelo uso do laboratório, onde foram realizadas as medidas de condutividade térmica.

## REFERÊNCIAS

- BELLIENI, G., COMIN-CHIARAMONTI, P., MARQUES, L.S., MELFI, A.J., PICCIRILLO, E.M., NARDY, A.J.R. & ROISENBERG, A. – 1984 – High-and low-TiO<sub>2</sub> flood basalts from the Paraná plateau (Brazil): petrology and geochemical aspects bearing on their mantle origin. *Neues Jah. Miner. Abh.*, **130**: 273-36.
- BELLIENI, G., COMIN-CHIARAMONTI, P., MARQUES, L.S., MELFI, A.J., NARDY, A.J.R., PAPANRECHAS, C., PICCIRILLO, E.M., ROISENBERG, A. & STOLFA, D. – 1986 – Petrogenetic aspects of acid and basaltic lavas from the Paraná plateau (Brazil): geological, mineralogical and petrochemical relationships. *J. Petrology*, **27**: 915-944.
- MARANGONI, Y.R. & DEL REY, A.C. – 1986 – Condutividade térmica das amostras do Complexo Amparo. *Rev. Bras. Geof.*, **4**: 61-71.

Versão original recebida em Mar./88

Versão final, em Ago./88