



Correlação entre a condutividade térmica e a geoquímica em granitos ornamentais

E.R.H. Figueiredo & A.C. Galindo

UFRN, PPGG, romeoufrn@hotmail.com, galindo@geologia.ufrn.br

Abstract The values of thermal conductivity increase of the basic rocks for acid ones. This result well is marked in the graph of correlation with the SiO_2 , ratified for the FeO_3 , CaO , MgO and TiO_2 , thus corroborating with the correlations observed with the quartz and the mafics, increase and fall of the thermal conductivity respectively. The diagrams for Al_2O_3 , Na_2O and K_2O show more complex relations and they are not conclusive. These elements are dominant in the feldspate, minerals that still present correlations not very defined well with the thermal conductivity, or either, the geochemistry of principal elements corroborates the results gotten with mineralogy. Other graphs corroborate these affirmations still more showing that it occurs excellent correlations between the average of the intervals of SiO_2 and the thermal conductivity and still demonstrate that the relation between felsics vs máficos oxides evidences high conductivity for the rich ones in $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{NaO}$. Finally rocks with more than 63% of SiO_2 (acid) tend to present values of thermal conductivity above of 2.5 W/mK and rocks with less than 63% of SiO_2 (intermediate and basic) tend to present 2.5 lesser values that W/mK.

Keywords: Thermal conductivity, geochemistry.

INTRODUÇÃO A Termodinâmica é conhecida há muitos séculos, contudo seu estudo formal começou no século XIX, motivado pela utilização do *calor* como força motriz. Atualmente possui espectro bastante abrangente, como ciência da *energia* e das relações entre as *propriedades* da matéria. Especificamente na Física fica evidente o interesse em compreender os fundamentos do comportamento físico-químico da matéria e usar os princípios termodinâmicos para estabelecer relações entre as propriedades da matéria. A condutividade térmica das rochas é um tema relativamente complexo pois, depende de vários fatores dentre eles se destacam a mineralogia, composição química, porosidade, tipo fluido no espaço poroso, densidade, pressão, temperatura, textura, estrutura, grau de consolidação, grau de alteração, etc. Como se sabe uma rocha é constituída por um agregado de minerais, cada um com valores característicos (ou intervalo) de condutividade térmica, portanto é de se esperar que ao se variar as proporções entre os minerais e/ou a química da rocha, mesmo que minimamente, a condutividade também sofrerá modificações, mostrando assim uma complexa interação de variáveis.

OBJETIVOS O intuito deste trabalho é correlacionar os dados de condutividade térmica (CT) com a geoquímica de granitos ornamentais e assim tentar encontrar parâmetros que possam elucidar a relação entre essas variáveis e ainda tentar ratificar as correlações propostas por Figueiredo *et al.* (2005), entre a CT e a mineralogia. Essas relações poderão

abrir discussões futuras sobre a aplicação da condutividade térmica na área de construção civil enfocando em especial o conforto térmico.

DISCUSSÃO DOS DADOS Foram analisados os principais elementos maiores formadores de rochas (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , TiO_2 , K_2O). Selecionou-se 29 amostras sendo 15 de rochas ácidas ($\text{SiO}_2 > 63\%$), 7 de intermediárias ($63\% > \text{SiO}_2 > 52\%$) e 7 de básicas ($\text{SiO}_2 < 52\%$). Inicialmente observou-se que a correlação, quando existe, é linear. Esse comportamento foi verificado principalmente com o SiO_2 , (Fig. 1A). Notadamente observa-se uma expressiva tendência de aumento das rochas básicas para as intermediárias e ácidas. Em todas as situações verificam-se comportamentos distintos entre os três grupos de rochas, onde as básicas e intermediárias apresentam em sua maioria condutividades térmicas baixas a médias, sempre inferiores a 2,5 W/mK e as ácidas condutividades sempre mais altas com valores médios acima de 2,5 W/mK.

As correlações encontradas entre SiO_2 e a CT foram de 0,67. Quanto ao Al_2O_3 , K_2O e Na_2O os resultados não são conclusivos havendo estatisticamente dispersão, (Fig. 1B, C e D). Nos demais casos os fatores de correlação são sempre baixos apresentando comportamento inverso, ou seja, de queda da CT com o incremento do óxido, sendo observado para Fe_2O_3 , CaO , MgO , e TiO_2 , (Fig. 1E, F, G e H).

Para os dados referentes apenas aos litotipos ácidos ($\text{SiO}_2 > 63\%$), conjunto estatisticamente mais representativo dentro do universo de amostras deste

trabalho, novamente fica evidente a importância do SiO_2 no aumento da CT, pois, apenas nesse caso observa-se uma tendência de aumento direto expressivo com excelente fator de correlação 0,65 (Fig. 2A). Em quase todas as situações os fatores de

correlação são relativamente baixos com tendências discretas de queda, como é o caso do Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , e TiO_2 , (Fig. 2B, C, D e E), já para, K_2O , Na_2O , e MgO a dispersão predomina, (Fig. 2F, G e H).

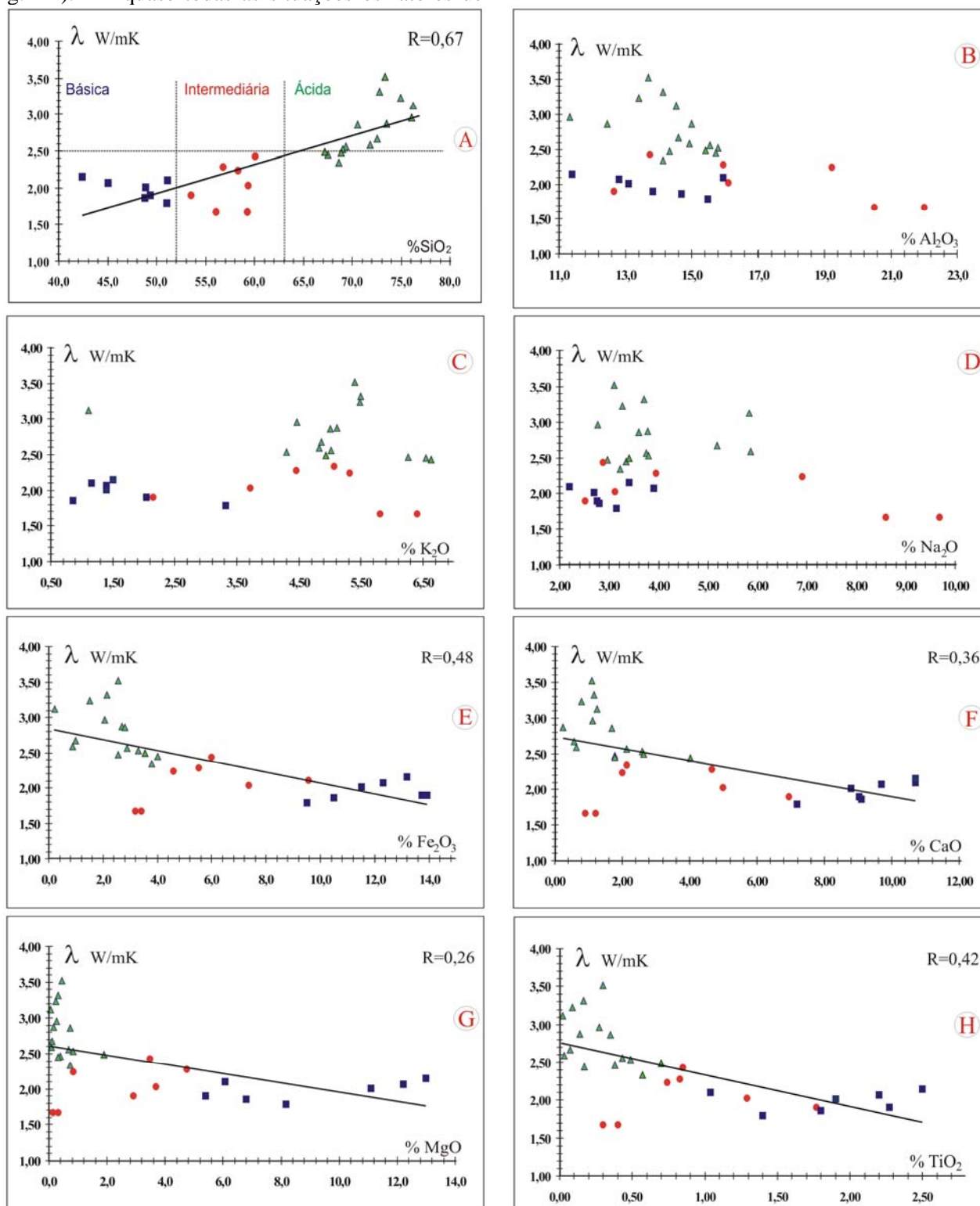


Figura 1. Relação entre Condutividade Térmica e: % de SiO_2 (A), % de Al_2O_3 (B), % de K_2O (C), % de Na_2O (D), % de Fe_2O_3 (E), % CaO (F), % de MgO (G) e TiO_2 (H), destacando as rochas ácidas (triângulos verdes), intermediárias (círculos vermelhos) e básicas (quadrados azuis)

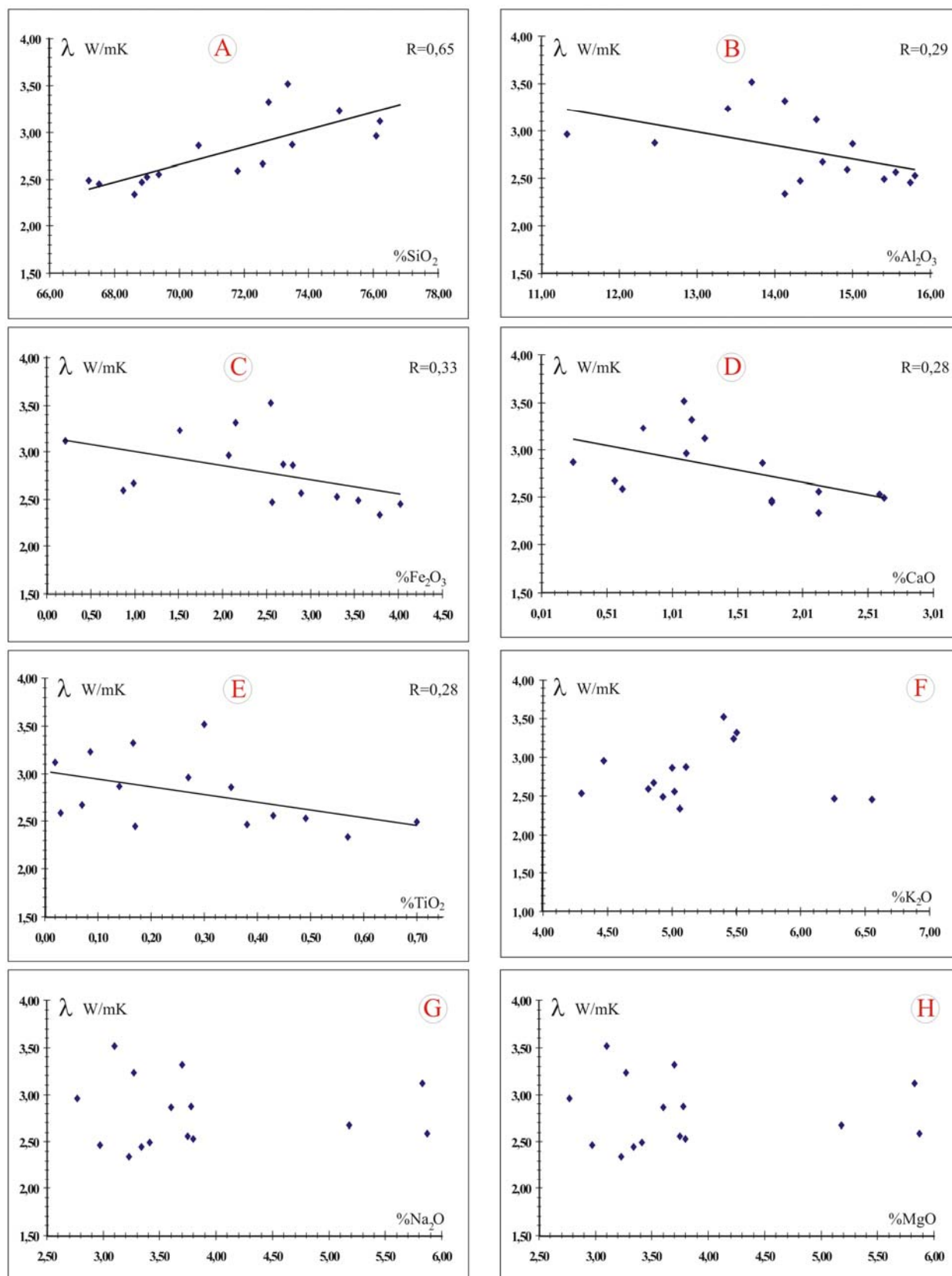


Figura 2. Relação entre Condutividade Térmica e: % de SiO₂ (A), % de Al₂O₃ (B), % de Fe₂O₃ (C), % CaO (D), % de TiO₂ (E), % de K₂O (F), % de Na₂O (G), e MgO (H), destacando apenas as rochas ácidas

A Fig. 3 A expressa a média da % de SiO₂ para os intervalos de 5 em 5% entre 40 e 80%. Assim como verificado com o quartzo a correlação é boa exibindo

fator de 0,80. Já a Fig. 3B exibe a relação entre os óxidos que predominam nos minerais máficos (Fe₂O₃+MgO+CaO+TiO₂), e os óxidos predominantes

nos félsicos ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$). Nesse gráfico fica clara a relação entre os dois grupos de minerais (máficos e félsicos) demonstrando que as mais baixas condutividades estão sempre associadas a um aumento da mineralogia máfica. Na tentativa de se entender o comportamento dos óxidos predominantes nos

feldspatos ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) e dos óxidos predominante nos máficos ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{TiO}_2$) foram avaliados as Figs. 3C e D, para todo o conjunto de amostras. No primeiro ocorre dispersão, já no segundo ocorre uma tendência de queda com correlação baixa e fator igual a 0,38.

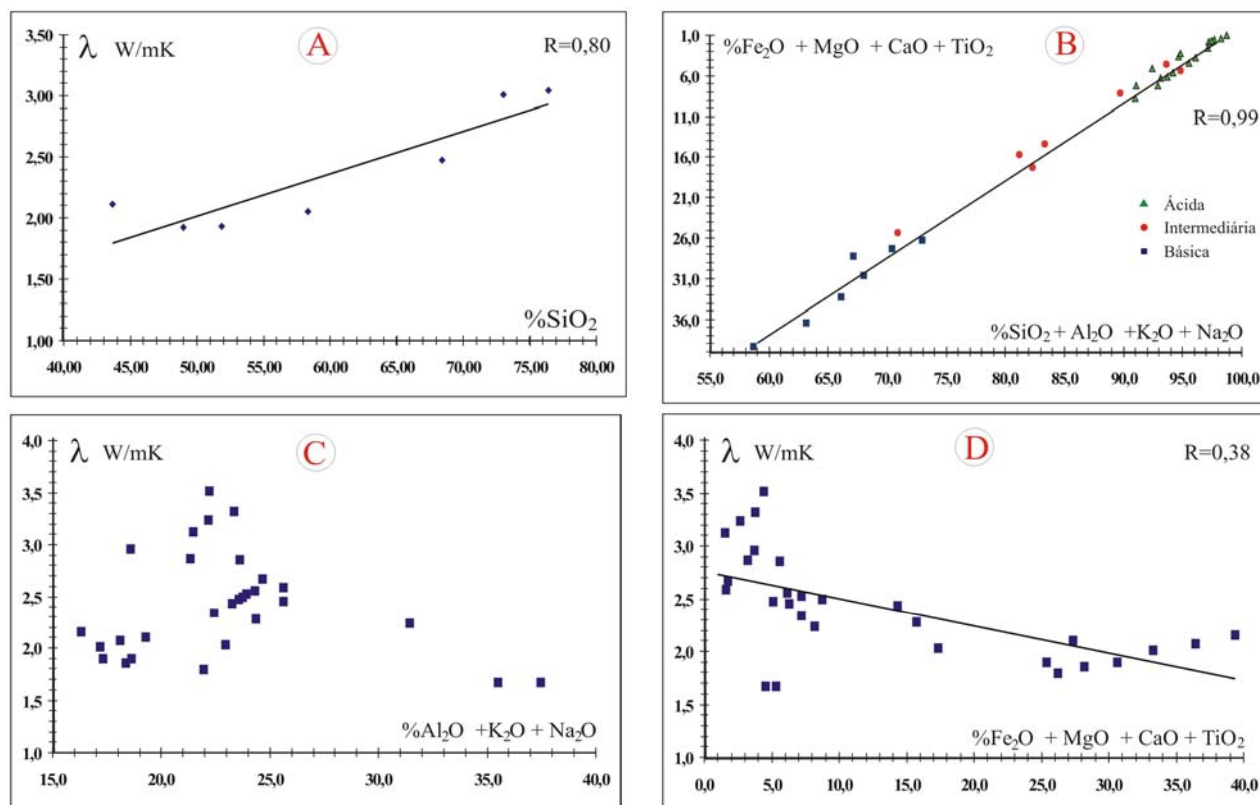


Figura 3. Relação entre Condutividade Térmica e: média da % de SiO_2 (A), % de $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{TiO}_2$ vs a % de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ enfatizando as amostras básicas, intermediárias e ácidas (B), % de $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ - félsicos (C), % de $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{TiO}_2$ - máficos (D)

CONSIDERAÇÕES FINAIS Os valores de condutividade térmica aumentam das rochas básicas para as ácidas. Este resultado é bem marcado no gráfico de correlação com o SiO_2 , ratificado em parte pelo Fe_2O_3 , CaO , MgO e TiO_2 , corroborando assim com as correlações observadas com o quartzo e os máficos, aumento e queda da condutividade térmica, respectivamente, Figueiredo *et al.* (2005). Os diagramas para Al_2O_3 , Na_2O e K_2O exibem relações mais complexas. Esses elementos são dominantes nos feldspatos, minerais que apresentam correlações ainda não muito bem definidas com a condutividade térmica. Por fim rochas com mais de 63% de SiO_2 (ácidas) tendem a apresentar valores de condutividade térmica acima de 2,5 W/mK e rochas com menos de 63% de SiO_2 (intermediárias e básicas) tendem a apresentar valores menores que 2,5 W/mK.

A geoquímica de elementos maiores mostrou-se uma importante ferramenta no entendimento da condutividade térmica, mostrando no geral boas

correlações e corroborando em grande parte os dados de mineralogia, propostos por Figueiredo *et al.* (2005), ou seja, aumento da condutividade térmica com o aumento de quartzo (SiO_2) dispersão para feldspatos (Al_2O_3 , Na_2O e K_2O) e queda para máficos ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{TiO}_2$).

No que diz respeito à correlação com o SiO_2 o resultado foi de 0,67, superior ao encontrado por Figueiredo *et al.* (2005) na correlação com o quartzo que foi de 0,52. As rochas com quartzo <20%, estudadas por Figueiredo *et al.* (2005), tiveram comportamento similar ao observado em rochas intermediárias e básicas, ou seja, condutividades abaixo de 2,5 W/mK.

A geoquímica caracteriza-se como mais uma variável importante na compreensão do fenômeno térmico em rochas, podendo servir como ferramenta adicional, associada aos estudos mineralógicos, texturais, etc. na predição de propriedades térmicas tais como a condutividade térmica.



XLIII Congresso Brasileiro de Geologia
Aracaju, 3 a 8 de setembro de 2006

Agradecimentos Ao programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica pelo apoio durante a elaboração deste trabalho e a CAPES pelo apoio financeiro (bolsa de mestrado) ao primeiro autor.

Referências

FIGUEIREDO E.R.H., DOMENECH F.S., GALINDO A.C., MOREIRA J.A.M., LINS F.A.P. 2005. Parâmetro físico de rochas: condutividade térmica e sua correlação com aspectos petrográficos/texturais. In: SBG, *Simp. de Geol. do Nordeste*, atas p.414-418.