



Calibração de pressão e de temperatura em experimentos com altas pressões visando o trabalho de Petrologia Experimental

G. Bozetti¹, R.V. Conceição², M.R. Gallas¹, V. Rigon¹ & T.L.R. Jolowitzki²

1 Instituto de Geociências - UFRGS, Laboratório de Altas Pressões e Materiais Avançados, guibozeiti@yahoo.com.br, marcia@if.br, vinny1901@gmail.com

2 Instituto de Geociências - UFRGS, CPGQ, Laboratório de Geologia Isotópica, rommulo.conceicao@ufrgs.br, tiago.jalowitzki@ufrgs.br

Abstract High pressure experimental studies applied to geology were developed from the 60s, and were broadly named experimental petrology. However, up to now, there is no data of such area produced in Brazil. The Laboratory of High Pressure and Advanced Material sited in the Physics Institute of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul, has equipments that simulate high pressure and high temperature conditions, which could be used for geological purposes, after some adaptations. The goals of this work are the development of: a) an assemblage of capsules plus pressure and temperature transmission materials, and b) temperature and pressure calibration curves in order to reach the conditions of pressure from 2.5 GPa to 8.0 GPa, and temperatures up to 2000°, and finally use those equipments to geological investigations of the mantle. Our results show the possibility of using this equipment for such purposes, and the robust efficiency of two assemblage of material: one for high pressure without variation of temperature composed of Pb capsules and hBN; and another for high pressure and variable temperature (up to 2000°C) experiments, composed of hBN capsules, graphite and pyrofilite.

Palavras-chave: Altas pressões, petrologia experimental, calibração de temperatura.

INTRODUÇÃO A petrologia experimental é uma área da petrologia que, através de experimentos de laboratórios, permite elucidar os processos formadores de rochas. As variáveis que regem essas simulações são: o protólito, a pressão, a temperatura e o tempo. Podem-se realizar experimentos de fusão, cristalização, recristalização, transformação de fase, onde se eleva a pressão e a temperatura de um material por um determinado tempo e logo após rebaixa-se a bruscamente temperatura, gerando um material fundido amorfo e minerais em equilíbrio com esse fundido. Podem também serem realizados experimentos de cristalização, onde parte-se de um material fundido sob altas pressões e altas temperaturas, e rebaixa-se lentamente a temperatura gerando uma assembléia de minerais.

Os primeiros estudos de petrologia experimentais são da década de 60. Entretanto, até hoje não existem dados gerados no Brasil nesse ramo das geociências. O Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, junto ao Laboratório de Altas Pressões e Materiais Avançados, dispõe de equipamentos que simulam altas pressões e temperaturas elevadas. O objetivo deste trabalho é desenvolver uma configuração adequada e calibrar as curvas de pressão e temperatura que nos permitam desenvolver experimentos em uma câmara de alta pressão do tipo toroidal, para realizar simulações das condições do manto superior sob pressões entre 2,5 GPa e 8,0 GPa (Fig. 1) e temperaturas de até 2000°C.

As etapas que envolvem este trabalho serão descritas a seguir: Primeiramente é necessária a preparação da amostra que tem como objetivo a eliminação de espaços vazios e efeitos de acomodação. Para isso, é realizada uma compactação da amostra usando pressões moderadas (0,2 GPa). Posteriormente, acomoda-se a amostra em uma configuração de materiais que promovem uma distribuição de pressão quase hidrostática. As configurações usadas são do tipo chumbo, para processamentos em temperatura ambiente, e Grafite+Pirofilite+hBN para processamentos em altas temperaturas. O trabalho é feito em uma prensa hidráulica de 1000tonf (geração de força), duas câmaras com perfil toroidal (cintamento de anéis de aços especiais com núcleo de carbetto de tungstênio) e uma gaxeta (peça à base de CaCO₃ e H₂O) que possui o mesmo perfil das câmaras. A amostra é confinada no centro do sistema gerando um máximo de pressão sobre ela (Fig. 2).

A calibração de pressão é baseada na mudança brusca da resistividade elétrica do Yb e do Bi em pressões bem definidas (Fig. 3). A prática desse processo consiste em elevar a pressão, aplicar uma corrente constante e medir a tensão. Devido à mudança de fase dos elementos desse calibrante, ocorre então uma queda da resistência, e consequentemente queda da tensão. Para tal evento, é preciso construir um calibrante (terminais de cobre conectados por Yb e Bi atuando como resistências em paralelo) e colocá-lo sobre ou dentro da gaxeta.

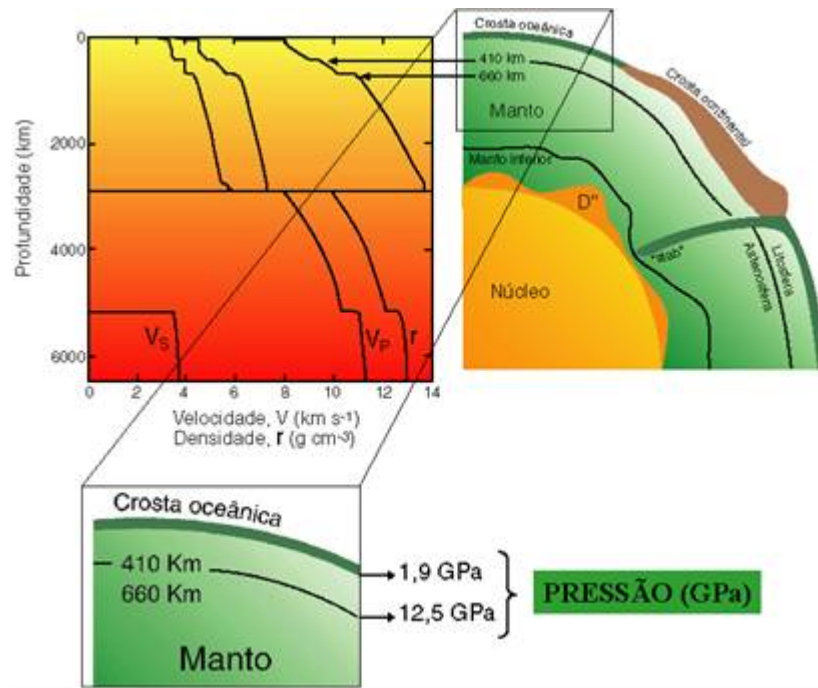


Figura 1. Esquema demonstrando o manto superior da terra e pressões equivalentes

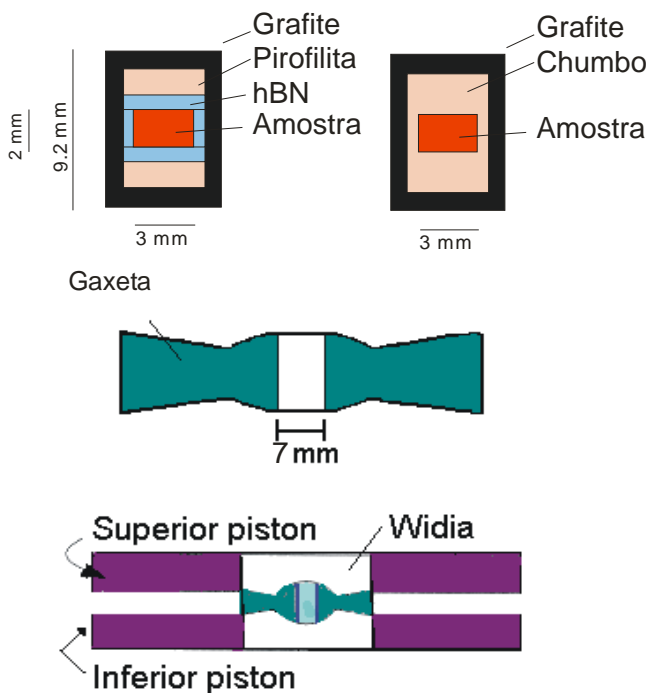


Figura 2. Esquema da configuração completa. As duas primeiras figuras são as configurações para alta temperatura (esquerda) e para baixa temperatura (direita)

Essa calibração define bem os pontos de 2,5 GPa, 4 GPa e 7,7 GPa. Com essa prensa é seguro e confiável trabalharmos com pressões na faixa de 1,0 GPa até 8,0 GPa. As problemáticas desse processo são: conseguir um perfil de câmaras toroidais com encaixe perfeito, ou o mais próximo disso; garantir que o calibrante não

sofreu deslocamento e entrou em contato com nada que não seja a câmara, na parte superior do calibrante e a tampa do cilindro de grafite, na parte inferior.

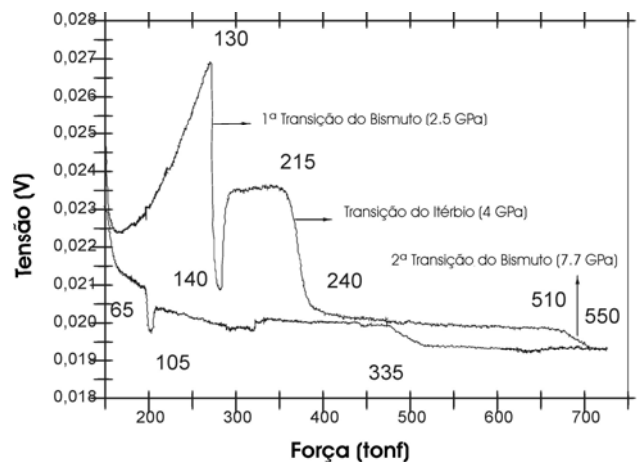


Figura 3. Gráfico de transições de fase dos calibrantes

A calibração de temperatura deve ser feita para cada pressão a ser trabalhada. Essa é baseada na diferença de potencial gerada ao se aquecer a junção de um termopar (um fio de ródio e um de platina ródio) em contato com a amostra. A diferença de potencial na junção varia em função da temperatura dessa, que vem a ser a mesma da amostra. O aquecimento da amostra é feito por meio de uma alta corrente (centenas de A) gerado por uma fonte de tensão e um transformador de 400 espiras, que passa de uma



câmara para a outra por intermédio do cilindro de grafite (forno) confinado no centro da gaxeta entre as câmaras. As problemáticas desse processamento são: conseguir perfurar a gaxeta na horizontal, o mais próximo possível do centro; e garantir que com o acréscimo de pressão o termopar não rompa, o que é muito comum.

RESULTADOS E CONCLUSÕES A configuração testada mostrou-se eficaz para realização de simulação das condições do manto superior, resistindo a pressões de até 8Gpa, equivalente a uma profundidade de 230 km e relacionada ao início da zona de transição. Foi estabelecida ainda a relação entre força aplicada e pressão no interior da cápsula, por meio da transição de fase dos calibrante, segundo a Fig. 4.

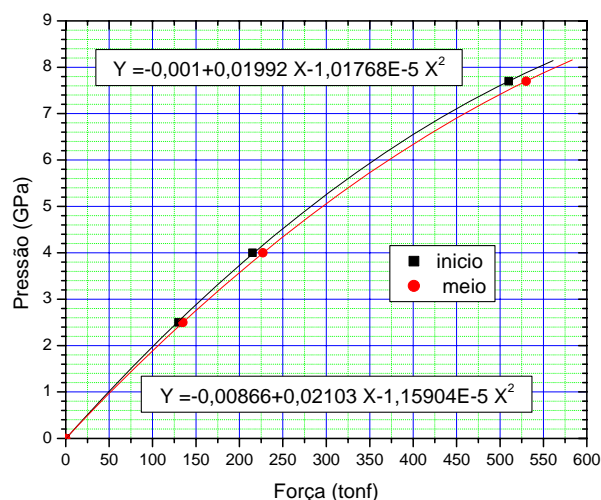


Figura 4. Gráfico de calibração de pressão em 7,7 GPa

Os resultados com a calibração de temperatura foram muito eficazes. Conseguimos trabalhar com temperaturas calibradas de até 2000°C com essa configuração.

A temperatura, associada à tensão no termopar, é plotada em função da potência necessária para gerar a corrente que aquece a amostra, dando-nos uma função linear. Conseguimos gráficos de calibração de temperatura com pressão de 4,0 Gpa (Fig. 5) e de 7,7 Gpa (Fig. 6).

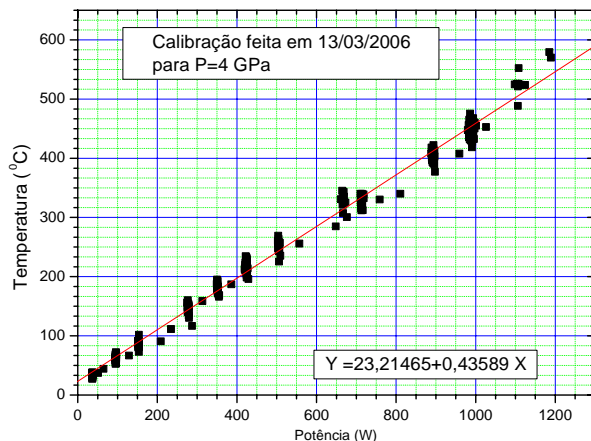


Figura 5. Gráfico de calibração de temperatura e 4 GPa

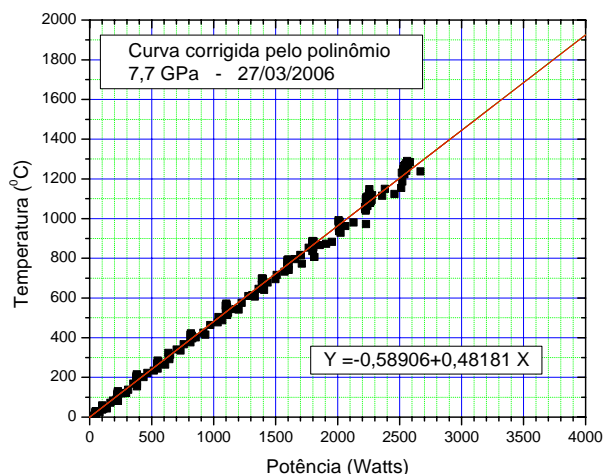


Figura 6. Gráfico de calibração de temperatura em 7,7 GPa

Referências

- STEWART J.W. 1967. *The World of High Pressure Research*. Van Nostrand Company Inc.
- SHERMAN W.F. & STADTMULLER A.A. 1987. *Experimental Techniques In High-Pressure Research*. John Wiley & Sons Ltda, New York.