

# Capítulo 1

## Introdução

Ruth Hinrichs<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociências, UFRGS

<sup>2</sup> Laboratório de Microanálise, Instituto de Física, UFRGS

ruth.hinrichs@ufrgs.br

Palavras chave: análise não destrutiva, gemas, materiais preciosos

Para analisar gemas e materiais preciosos é preciso respeitar uma particularidade destas amostras: a necessidade da preservação de sua integridade. Nem gemas, nem amostras arqueológicas, nem obras de arte, nem evidências forenses podem ser alteradas no processo analítico [1-4]. Nos capítulos que se seguem, após apresentar os materiais gemológicos do Rio Grande do Sul, é apresentada uma coletânea de técnicas que podem ser utilizadas para sua análise, sem que as amostras sejam alteradas por metalização, dissolução ácida ou moagem.

Em particular esse livro se dedica a amostras gemológicas do Rio Grande do Sul, provenientes das regiões cobertas pelas rochas vulcânicas do Grupo Serra Geral, como descrito por Wildner *et al.* [5]. Trata principalmente da análise de opala, ágata e quartzo, mas também de minerais de coleção encontrados nesta região como calcita e gipsita. Adicionalmente trata de uma amostra poliminerálica excepcional que fortuitamente caiu na província vulcânica Paraná: o meteorito Putinga. Após a colisão com o planeta Terra, o meteorito passou a fazer parte da formação geológica da região, e seu local de queda no município de Putinga, RS, serviu com álibi para incluí-lo na lista das amostras a serem analisadas, principalmente porque sua constituição permite exemplificar as potencialidades de algumas técnicas de

forma mais abrangente que as amostras monominerálicas. Justifica-se esta inclusão do meteorito também pelo conceito mais amplo de gemas, como sendo minerais e rochas cobiçadas por colecionadores. O meteorito, pela sua raridade e preciosidade, se inclui naturalmente neste conjunto.

Os capítulos que compõem este livro foram escritos por acadêmicos de duas origens distintas - Geociências e Física. Os capítulos 2-5 contemplam os aspectos geológicos e mineralógicos das amostras analisadas, o contexto de sua origem e de sua formação. O capítulo 2 descreve a origem geológica dos geodos de ametista e ágata no RS. O capítulo 3 apresenta a origem da opala, o capítulo 4 apresenta as características mineralógicas dos principais minerais de coleção: ágata, ametista, calcita e gipsita. O capítulo 5 descreve a origem e a mineralogia do meteorito Putinga.

Os capítulos 6-13 apresentam técnicas de análise de materiais e o linguajar passa a ser mais físico. No capítulo 6 são apresentadas técnicas de rotina utilizadas para identificação de gemas em laboratórios de gemologia. No capítulo 7 a microscopia eletrônica de varredura, muitas vezes desconsiderada pelos gemólogos pela tradicional necessidade de metalização de superfícies isolantes, é apresentada na versão compatível com análise de gemas: a microscopia eletrônica de varredura em baixo vácuo. Tanto as micrografias como as microanálises descritas nos capítulos 7 e 8 foram realizadas em baixo vácuo, em que o gás residual presente na câmara de amostras remove o excesso de carga da superfície, tornando a metalização desnecessária [6-8]. No capítulo 9 é descrita uma técnica pouco usual, porém disponível no Laboratório de Implantação Iônica do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: o PIXE, uma poderosa ferramenta para análise de traços até limites de detecção de 1 ppm, sem a necessidade de dissolver a amostra, como é o caso de técnicas de espectrometria de massa ou de emissão óptica, que têm limites de determinação semelhantes. A espectroscopia Raman, descrita no capítulo 10, está cada vez mais presente em laboratórios do Rio Grande do Sul. Vários institutos dispõem de equipamentos modernos e capazes de investigações mais precisas que as apresentadas neste livro. Porém mesmo o equipamento disponível no Laboratório de Microanálise do IF-UFRGS, menos sofisticado que os equipamentos comerciais, permite identificar minerais [9, 10], constatar presença de água em opala, etc. A difração de raios X

(DRX), técnica das mais antigas em investigações da composição de fases de amostras geológicas, é apresentada no capítulo 11 em uma configuração um pouco diferente: foi utilizada a geometria de “incidência rasante” e foram obtidos resultados de várias amostras policristalinas sem necessidade de transformá-las em pó. Os difratogramas obtidos mostraram relação sinal-ruído melhor que os obtidos em amostras maciças na geometria de DRX convencional. No capítulo 12 são apresentados os princípios de funcionamento da catodoluminescência, juntamente com resultados ainda preliminares de quartzo e ágata, tendo em vista que o equipamento está operacional há pouco tempo no Laboratório de Geologia Isotópica do IG-UFRGS. Os testes instrumentados de dureza do capítulo 13 são apresentados no contexto deste livro como uma proposta de caracterização das propriedades mecânicas de gemas, baseada no conceito de que defeitos superficiais não aparentes em lupa de 10 aumentos não são significantes para a avaliação da gema [1]. Ensaios de dureza em gemas são muito arriscados, tanto pela marca residual impressa, como pela possibilidade de clivar a gema. Com os ultramicrodurômetros modernos são possíveis ensaios com carga muito baixa, que não causam fissuras laterais e deixam marcas residuais menores que 1  $\mu\text{m}$ . Mesmo assim apresentam resultados confiáveis de dureza e de módulo de elasticidade. Ambas informações podem ser relevantes na escolha de métodos para a lapidação e de utilização do mineral em joalheria. Adicionalmente, os autores do capítulo propuseram a utilização do indentador do microdurômetro como uma ferramenta de marcação para certificação de origem, método de baixo custo se comparado com as marcações feitas com laser ou com feixe de íons.

A intenção deste livro é apresentar as técnicas para leigos em análise instrumental - sejam eles principiantes na área da análise ou profissionais de outras áreas interessados na aplicabilidade das técnicas para solução de problemas mineralógicos e gemológicos específicos. Nos capítulos de técnicas instrumentais se encontra uma breve introdução às peculiaridades de cada uma das técnicas, sem ter a pretensão de ser abrangente nas particularidades dos processos que ocorrem durante o procedimento analítico. Em todos os capítulos estão indicados livros-texto, que podem e devem ser consultados para aprofundamento, e literatura científica adicional, que contém informações sobre análises em amostras semelhantes. Em alguns

casos não foi possível abrir mão de algumas fórmulas e equações, mas tentamos evitar afugentar usuários interessados nas técnicas pelo excesso de exposição à complexidade matemática contida nos processos físicos correspondentes.

Para facilitar a leitura, no anexo 1 encontra-se um glossário de unidades, tendo em vista que algumas são corriqueiras apenas para os especialistas da área. Para auxiliar na localização dos resultados de alguma amostra analisada por diferentes técnicas, foi compilada uma lista no anexo 2 que descreve a proveniência das amostras e enumera as figuras e as tabelas onde podem ser encontrados resultados referentes a esta amostra específica. No anexo 3 listamos as siglas utilizadas no texto em ordem alfabética.

## Referências bibliográficas

- [1] READ, P.G.; *Gemmology* (3rd ed.); Elsevier, Amsterdam, 1999.
- [2] WEBSTER, R.; *Gems*. Butter Worths, England, 1983.
- [3] SCHUMANN, W.; *Gemas do Mundo*. Editora Disal, São Paulo, 2006.
- [4] VASCONCELLOS, M.A.Z., HINRICHES, R.; Microanálise na caracterização de gemas e joias. In: Hartmann, L.A., Silva, J.T. (Orgs.); *Tecnologias para o setor de gemas, joias e mineração*. Porto Alegre: UFRGS/IGEO, p.117–132, 2010.
- [5] WILDNER, W., HARTMANN, L.A., LOPES, R.C.; Serra Geral Magmatism in the Paraná Basin - A new stratigraphical proposal, chemical stratigraphy and geological structures. I Workshop - Problems in Western Gondwana Geology, RGEOTEC, 8 p., 2007.
- [6] HINRICHES, R., VASCONCELLOS, M.A.Z.; Identificação de gemas e metais preciosos em joalheria. In: Hartmann, L.A., Silva, J.T. (Orgs.) *Mostra de resultados de pesquisas aplicadas ao arranjo produtivo de gemas e joias do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: UFRGS/IGEO, p. 18–19, 2012.
- [7] HINRICHES, R., VASCONCELLOS, M.A.Z.; Instrumental analysis methods applied to forensic evidence. In: Humboldt Kolleg 2013 Sciences & technology in contemporary life: impacts and horizons, p. 45–48, 2013.
- [8] HINRICHES, R., VASCONCELLOS, M.A.Z.; Microscopia eletrônica de varredura em baixo vácuo e microanálise aplicadas à determinação de sequência de escrita em documentos. In: *Congresso Nacional de Criminalística: A perícia a serviço da sociedade*, Brasília, p. 18–19, 2013.

[9] HINRICHS, R., SCHAAN, R.B., VASCONCELLOS, M.A.Z.; Identificação de gemas em joalheria: espectrometria Micro - Raman de turmalinas. In: Hartmann, L.A., Silva, J.T. (Orgs.) Mostra de pesquisas, produtos e tecnologias aplicadas ao arranjo produtivo de gemas e joias do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS/IGEO, p. 26–29, 2013.

[10] HINRICHS, R., VASCONCELLOS, M.A.Z.; Chlorapatite identification in Putinga meteorite using Raman spectroscopy; In: European Conference on Mineralogy and Spectroscopy. Abstracts, p. 34. Potsdam: GFZ, 2011