
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP
Departamento de Mineralogia e Geotectônica
GMG 332 - PETROLOGIA METAMÓRFICA
2º semestre – 2020

Professores: *Frederico Meira Faleiros*
Gergely Andres Julio Szabó
Renato de Moraes

Monitores: *Guilherme Henryk Beltrame Barbosa Bastos*
Victor Mafra Casqueiro

Objetivos:

Fornecer os conhecimentos básicos para o reconhecimento e classificação de rochas metamórficas; os princípios físico-químicos que regem os equilíbrios de minerais metamórficos e sua aplicação na interpretação de diagramas de fase; os critérios de mapeamento de áreas de rochas metamórficas e a relação entre metamorfismo e deformação.

Programa:

Definição e condicionantes (temperatura, pressão litostática, dirigida e de fluidos) do metamorfismo. Estruturas e texturas, mineralogia, nomenclatura das rochas metamórficas, tipos de metamorfismo. Minerais índice, isógradadas, zonas metamórficas, paragênese, conceito de fácies metamórfica, grau metamórfico e séries faciais de metamorfismo. Reações metamórficas, fases fluidas, eventos de blastese *versus* deformação. Relações do metamorfismo com a evolução crustal e a tectônica de placas. Metamorfismo de pelitos, rochas ultramáficas, máficas, carbonáticas puras e impuras, formação de migmatitos, granulitos, xistos azuis, eclogitos, cataclasitos e milonitos. Mineralogia diagnóstica de cada fácies metamórfica e sua quimiografia em diagramas de compatibilidade e em grades petrogenéticas de diversos sistemas composicionais. Influência da fase fluida, com fluido aquoso puro ou em mistura com fase carbônica. Atividades práticas com amostras de rochas metamórficas com aplicações dos conceitos teóricos. Aulas em campo em terrenos metamórficos com rochas típicas brasileiras metamorfizadas em condições das fácies xisto verde a granulito, de média e alta pressão, com investigação e reconhecimento de suas feições macroscópica, além de observação e caracterização de milonitos e migmatitos. Petrografia de rochas metamórficas.

Avaliação:

Provas teóricas e práticas, exercícios práticos, apresentação e defesa de relatório de estudo de terrenos metamórficos.

Critério: $MF = (2P1 + 2P2 + 2P3 + 2P4 + Pp + E) / 10$

onde P = provas teóricas, Pp = prova prática e E exercícios.

Norma de Recuperação:

Prova teórica e prática.

Época: no período de matrícula do semestre seguinte (em data a marcar no final do semestre).

A nota final será calculada conforme a fórmula: $Nf = (MF + Nr) / 2$ (norma vigente USP);

Nf = nota final da disciplina, incluindo recuperação; Nr = nota da prova de recuperação.

PROGRAMAÇÃO DAS AULAS (T = teórica, P = prática)

- 19/08 – Reunião com alunos para apresentação da disciplina: programa, bibliografia, critérios de avaliação, atividades.
- 21/08 – Conceitos básicos sobre metamorfismo: histórico, variáveis intensivas, reações metamórficas, distribuição na crosta e tipos de metamorfismo
- 26/08 – Conceito de fácies metamórfica, grau metamórfico, isógradas e minerais índice
- 28/08 – Nomenclatura petrográfica, estruturas e texturas de rochas metamórficas
- 02/09 – Texturas, estruturas e relações de crescimentos de porfiroblastos
- 04/09 – Exercício de crescimento de porfiroblastos vs. foliações
- 09/09 – Regra das fases, diagramas de fases com um, dois e três componentes, diagramas de compatibilidade sem e com projeções
- 11/09 – Exercício com diagramas de fase
- 16/09 – Exercício com diagramas de fase
- 18/09 – **Prova 1**
- 23/09 – Metamorfismo de rochas ultramáficas
- 25/09 – Exercício sobre metamorfismo de ultramáficas
- 30/09 – Metamorfismo de rochas carbonáticas e calciossilicáticas, envolvendo misturas H₂O-CO₂ no sistema CMS-HC
- 02/10 – Exercício sobre metamorfismo de rochas carbonáticas e calciossilicáticas
- 07/10 – Metamorfismo de rochas máficas
- 09/10 – Exercício sobre metamorfismo de máficas
- 14/10 – Exercícios extra
- 16/10 – **Prova 2**
- 21/10 – Diagramas AFM e metamorfismo de rochas pelíticas relativamente pobres em Al₂O₃
- 23/10 – Exercício sobre metamorfismo de pelitos
- 28/10 – feriado
- 30/10 – Metamorfismo de rochas pelíticas relativamente ricas em Al₂O₃
- 04/11 – Exercício sobre metamorfismo de pelitos
- 06/11 – Exercício sobre metamorfismo de pelitos
- 11/11 – Rochas cataclásticas: milonitos e cataclasitos
- 13/11 – Exercício sobre rochas cataclásticas
- 18/11 – **Prova 3**
- 20/11 – feriado
- 25/11 – Classificação, estruturas e texturas de migmatitos
- 27/11 – Exercício sobre classificação de migmatitos
- 02/12 – Fusão da crosta continental, formação de migmatitos e magmas graníticos
- 04/12 – Metamorfismo extremo: formação de granulitos e eclogitos; paragêneses diagnósticas, condições *P-T* e processos petrogenéticos
- 09/12 – Exercício sobre rochas de alto grau metamórfico
- 11/12 – Tectônica e metamorfismo
- 16/12 – **Prova 4**

OBSERVAÇÕES GERAIS

HORÁRIO DAS AULAS:

4^{as} feiras, das 14:00 às 16:00 e 6^{as} feiras, das 8:00 às 10:00 (vamos acertar...). Sala 108 (LDMP - aulas práticas – quando elas ocorrerem). Trazer **lupa** em todas as aulas práticas!

As aulas práticas deverão ocorrer entre janeiro e fevereiro. Os horários e dias serão oportunamente divulgados.

TRABALHOS DE CAMPO:

One day.....

Para participação nas aulas em campo é fundamental que cada aluno tenha lupa, martelo, caderneta de campo, imã, canivete e bernal ou mochila, além de vestimenta adequada (calça comprida, camisa / camiseta, bota para caminhada em trilha, chapéu, etc. Obs: evitar vestimenta camuflada!).

A data do trabalho de campo será oportunamente divulgada.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

Em **negrito**: bibliografia fundamental

- BEST, M.G (2003) Igneous and Metamorphic Petrology. 2nd Edition, Blackwell Science, 729 p.
- BUCHER, K. & FREY, M. (1994, 7^a Ed. 2002) Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Springer-Verlag.**
- BUCHER, K.; GRAPES R. (2011) Petrogenesis of Metamorphic Rocks – 8th Edition. Springer Verlag. 428p.**
- CANDIA, M.A.F.; SZABÓ, G.A.J.; DEL LAMA, E.A. (2003) Petrologia Metamórfica - Fundamentos para a Interpretação de Diagramas de Fase. EDUSP, 190 p.**
- FETTES, D.; DESMONS, J. (Eds.) (2007) Metamorphic Rocks: a Classification and Glossary of Terms. IUGS-Cambridge University Press. 244p.
- HOLLOCHER, K. (2015). A Pictorial Guide to Metamorphic Rocks in the Field. CRC Press, 326 p.
- KLEIN, C.; PHILPOTTS, A. (2017) Earth Sciences – Introduction to Mineralogy and Petrology – 2nd Ed. Cambridge University Press. 594 p.
- PASSCHIER, C.W. & TROUW, R.A.J. (2005) Microtectonics. Springer Verlag, 2nd edition, 366 p.
- PHILPOTTS, A. R. & AGUE, J. (2009) *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology*. Cambridge University Press; 2nd edition. 686p.
- SAWYER, E.W. (2008) Atlas of Migmatites. The Canadian Mineralogist, Special Publication 9. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 371 p.
- SPEAR, F.S. (1995) Metamorphic Phase Equilibria and Pressure–Temperature–Time Paths. Mineralogical Society of America.
- TROUW, R. A. J.; PASSCHIER, C. W.; WIERSMA, D. J. (2010) Atlas of Mylonites - and Related Microstructures. Springer, 322p.
- VERNON, R.H. (2004) A Practical Guide to Rock Microstructures. Cambridge University Press. 606p.
- WINTER, J.D. (2010) Principles of Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall; 2nd edition. 720p.
- YARDLEY, B.W.D. (1^a Edição: 1994; 2^a Edição: 2004) Introdução à Petrologia Metamórfica. Editora da Universidade de Brasília, 340 p.**
- YARDLEY, B.W.D.; MACKENZIE, W.S.; GUILFORD, C. (1990) Atlas of Metamorphic Rocks and their Textures. Longman Scientific & Technical, England, 120 p.

Alguns *sites* de interesse para visitar (aulas, atlas de texturas e minerais metamórficos, diagramas, etc):

- Prof. Stephen Nelson – Tulane University (EUA) – www.tulane.edu/~sanelson/eens212/index.html
- Prof. John D. Winter – Whitman College (EUA) – www.whitman.edu/geology/winter
- Prof. Bradley Hacker – UCSB (EUA) – www.geol.ucsb.edu/faculty/hacker/geo102C/lectures
- Prof. Roger Powell, Tim Holland, Richard White
<http://www.metamorph.geo.uni-mainz.de/thermocalc/>
- Carleton College – Curso de Diagramas de Fase
http://serc.carleton.edu/research_education/equilibria/index.html