

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
PRÓ – REITORIA DE GRADUAÇÃO  
**PROGRAMA DE DISCIPLINA**

Disciplina <b>PROCESSAMENTO DE MINERAIS I</b>				Código <b>MIN256</b>	
Departamento <b>ENGENHARIA DE MINAS</b>				Unidade <b>ESCOLA DE MINAS</b>	
Carga Horária Semanal	Teórica <b>02</b>	Prática <b>02</b>	Total <b>04</b>		
Pré-requisitos 1 QUI117 – Físico – Química (Eng. Ambiental)			Pré-requisitos 2 GEO113 – Minerais, Rochas e Solos (Eng. Ambiental)		
3 4º. Período (Eng. Minas)			4		
Duração/Semana			Nº de Créditos <b>03</b>	Carga Horária Semestral <b>60</b>	
<p>Ementa:</p> <p>Conceitos gerais – amostragem, homogeneização e quarteamento; Noções de caracterização tecnológica de minérios; Técnicas de determinação de tamanhos; Quantificação de operações; Cominuição: britagem e moagem.</p> <p>Verificação experimental dos princípios e preposições apresentados nos tópicos citados acima; Visitas técnicas a usinas de beneficiamento de minérios.</p>					
Cursos para os quais é ministrada			Período	Natureza	
1 ENGENHARIA AMBIENTAL			---	ELETIVA	
2 ENGENHARIA MINAS			6º	OBRIGATÓRIA	
3 ENGENHARIA METALÚRGICA			7º	OBRIGATÓRIA	
4					
5					
6					
Aprovado pela Assembléia do DEMIN DATA:		Aprovado pelo CEAMB DATA:		Resolução CEPE : DATA:	
Presidente da Assembléia		Presidente do CEAMB		Presidente do CEPE	

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
PRÓ – REITORIA DE GRADUAÇÃO

**Programa Analítico das Aulas de Preleção**

Unidades e Assuntos	Nº de Aulas	Referências Bibliográficas	Nº de Aulas Acumulado
<b>I. Conceitos Gerais</b> I.1. Parte Teórica: I.1.1. Conceitos de Mineral, Rocha, Mineral-minério, Mineral - metálico, Mineral-industrial, Minério, Tratamento de Minérios e tecnologia Mineral. I.1.2. Processamento de minerais-metálicos e de minerais - industriais. I.1.3. Condições básicas para o sucesso das operações de concentração. I.1.4. Propriedades diferenciadoras e métodos de concentração.	2	4,5,8,9	2
<b>II. Amostragem, Homogeneização e Quarteamento</b> <b>II.1. Parte Teórica:</b> II.1.1. Conceitos de Amostragem, Amostra, Representatividade, Incremento, Amostra Primária ou Global e Amostra Final. II.1.2. Finalidades da Amostragem. II.1.3. Erros de amostragem(erro de operação, erro de segregação, erro na amostragem por incremento e erro fundamental). II.1.4. Erros de preparação. II.1.5. Métodos de execução da amostragem primária ou global. II.1.6. Técnicas de amostragem de minérios sólidos ou polpas utilizadas em tratamento de minérios(amostragem de minério em fluxo e amostragem de minério estático). II.1.7. Determinação da massa mínima da amostra primária (teoria de Pierre Gy e Tabela de Richards). II.1.8. Definições de homogeneização e quarteamento. II.1.9. Tipos de quarteamento: manual(pilha cônica, pilha de tronco de pirâmide) e mecânico (quarteador tipo Jones, quarteador de polpa, mesa homogeneizadora e divisora). <b>II.2. Parte Prática:</b> II.2.1. Prática em laboratório sobre Homogeneização e quarteamento através de pilha cônica, pilha de tronco de pirâmide e quarteador do tipo jones.	4	8,11,16	6
<b>III. Noções de Caracterização Tecnológica de Minérios</b> <b>III.1. Parte Teórica:</b> III.1.1. Finalidades da caracterização tecnológica de minérios. III.1.2. Caracterização Física(determinação de tamanhos, densidade de superfície específica, dureza, ensaios de britagem e moagem e determinação de outras propriedades que possam ser utilizadas na separação dos minerais). III.1.3. Caracterização Química (via úmida, absorção atômica, espectroscopia de plasma e espectrômetro de raios-x). III.1.4. Caracterização Mineralógica ótica (análise modal e estudos	4	8,12	10

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
PRÓ – REITORIA DE GRADUAÇÃO

**Programa Analítico das Aulas de Preleção**

Unidades e Assuntos	Nº de Aulas	Referências Bibliográficas	Nº de Aulas Acumulado
<p>de liberação) e por difração de raios-x.</p> <p>III.1.5. Técnicas auxiliares utilizadas na caracterização tecnológica de minérios (separação em líquidos densos e separação magnética).</p> <p><b>III.2. Parte Prática:</b></p> <p>III.2.1. Exercícios sobre determinação de grau de liberação.</p> <p>III.2.2. Demonstração de uma separação de minerais através de líquidos densos.</p> <p><b>IV. Técnicas de Determinação de Tamanhos (Distribuições de tamanhos)</b></p> <p><b>IV.1. Parte Teórica:</b></p> <p>IV.1.1. Objetivos e Aplicações.</p> <p>IV.1.2. Critérios para definir o tamanho e a distribuição de tamanhos das partículas.</p> <p>IV.1.3. Conceito de diâmetro equivalente.</p> <p>IV.1.4. Métodos e faixas de aplicação.</p> <p>IV.1.5. Peneiramento Convencional.</p> <p>IV.1.6. Séries de Peneiras, escolha das peneiras, tempo de peneiramento, quantidade de amostra (equação de Gaudin e fórmula de Pierre Gy).</p> <p>IV.1.7. Apresentação dos resultados de uma análise granulométrica através de tabelas e gráficos (normal/normal, semi-log, método de Gates-Gaudin-Schumann e método de Rosin-Rammler).</p> <p>IV.1.8. Subpeneiramento-Peneiramento Especial.</p> <p>IV.1.9. Alpine Air-jet Sifter.</p> <p>IV.1.10. Técnicas de sedimentação e elutriação (conceitos de sedimentação e elutriação, Lei de Stokes, Determinação do número de Reynolds, Decantação em Becker, Pipeta de Andreasen, Elutriadores de Colunas).</p> <p>IV.1.11. Cyclosizer.</p> <p>IV.1.12. Microscopia Ótica e Microscopia Eletrônica.</p> <p>IV.1.13. Sedigraph.</p> <p>IV.1.14. Analisadores de partículas a laser.</p> <p>IV.1.15. Contador Coulter.</p> <p>IV.1.16. Análise granulométrica em linha - P.S.M.(Particle Size Measurement).</p> <p><b>IV.2. Parte Prática:</b></p> <p>IV.2.1. Realização de análises granulométricas através de peneiramento convencional, apresentação de resultados através de tabelas e gráficos e interpretação de resultados.</p> <p>IV.2.2. Demonstração de como realiza-se uma análise granulométrica no Sedigraph.</p>	14	1, 2, 12, 16	24

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
PRÓ – REITORIA DE GRADUAÇÃO

**Programa Analítico das Aulas de Preleção**

Unidades e Assuntos	Nº de Aulas	Referências Bibliográficas	Nº de Aulas Acumulado
<p><b>V. Quantificação de Operações.</b></p> <p><b>V.1. Parte Teórica:</b></p> <p>V.1.1. Tipos de Operações.</p> <p>V.1.2. Balanços de Massa e de Ingredientes (Metalúrgicos).</p> <p>V.1.3. Relação ou Razão de Concentração.</p> <p>V.1.4. Rendimento Mássico.</p> <p>V.1.5. Taxa de Concentração.</p> <p>V.1.6. Distribuição, Recuperação e Perda.</p> <p>V.1.7. Índice de Seletividade.</p> <p>V.1.8. Eficiência de Separação.</p> <p>V.1.9. Determinação dos Erros.</p> <p><b>V.2. Parte Prática:</b></p> <p>V.2.1. Confeção de balanços de massa e metalúrgicos.</p> <p>V.2.2. Exercícios referentes a determinações de razão de concentração, rendimento mássico, taxa de concentração, distribuição, recuperação, perda, índice de seletividade, eficiência de separação e determinação de erros.</p> <p>V.2.3. Realização de um ensaio de concentração com a elaboração dos respectivos balanços de massa e metalúrgico</p>	8	1, 2, 4, 5, 9, 14	32
<p><b>VI. Cominuição/Fragmentação</b></p> <p><b>VI.1. Parte Teórica</b></p> <p>VI.1.1. Conceituação, objetivos e características da cominuição.</p> <p>VI.1.2. Mecanismos de fragmentação - compressão, impacto e cisalhamento.</p> <p>VI.1.3. Tipos de operações de fragmentação.</p> <p>VI.1.4. Conceituação, objetivos e características da cominuição.</p> <p>VI.1.5. Grau de Redução - Razão de Redução.</p> <p>VI.1.6. Fragmentação Estagiada.</p> <p>VI.1.7. Consumo de energia na fragmentação.</p> <p>VI.1.8. Teorias sobre o processo de cominuição - Lei de Rittinger,</p> <p>VI.1.9. Lei de Kick, Lei de Bond, Lei Geral de Charles e Lei de Hukki.</p>	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13 e 15	36
<p><b>VII. Britagem</b></p> <p><b>VII.1. Parte Teórica:</b></p> <p>VII.1.1. Conceitos.</p> <p>VII.1.2. Britadores Primários (Mandíbulas, Giratórios, de Impacto e de Rolo Dentado).</p> <p>VII.1.3. Aplicações dos Britadores Primários.</p> <p>VII.1.4. Britadores Secundários (Mandíbulas, Giratórios, de Impacto, Cônicos e de Rolos Lisos).</p> <p>VII.1.5. Britadores Terciários e Quaternários.</p> <p>VII.1.6. Considerações sobre a definição do circuito de britagem.</p> <p>VII.1.7. Dimensionamento de Britadores.</p>	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 15	46

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
PRÓ – REITORIA DE GRADUAÇÃO

**Programa Analítico das Aulas de Preleção**

Unidades e Assuntos	Nº de Aulas	Referências Bibliográficas	Nº de Aulas Acumulado
<p><b>VII.2. Parte Prática:</b></p> <p>VII.2.1. Realização de ensaios de britagem em britadores de mandíbula e de rolo liso com a determinação do grau de redução obtido em cada ensaio.</p> <p>VII.2.2. Exercícios sobre a escolha de britadores primários.</p> <p>VII.2.3. Exercícios sobre o cálculo de carga circulante.</p> <p><b>VIII. Moagem</b></p> <p><b>VIII.1. Parte Teórica:</b></p> <p>VIII.1.1 Conceitos, objetivos e características do processo moagem.</p> <p>VIII.1.2. Tipos de Moinhos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moinhos revolventes ou tubulares - características, componentes, e tipos.</li> <li>• Moinhos de Barras - características e aplicações.</li> <li>• Moinhos de Bolas - características e aplicações.</li> <li>• Moinhos Multicâmaras - características e aplicações.</li> <li>• Moinhos Autógenos - características e aplicações.</li> <li>• Moinhos Semi-autógenos - características e aplicações.</li> <li>• Moinhos de Barras - características e aplicações.</li> <li>• Moinhos de seixos - características e aplicações.</li> </ul> <p>VII.1.3. Revestimentos para moinhos tubulares (finalidades, tipos e escolha dos revestimentos).</p> <p>VII.1.4. Velocidade dos moinhos tubulares (velocidade crítica, efeito da velocidade sobre o desempenho dos moinhos, regime de operação dos moinhos e influência do tipo de revestimento sobre o regime de operação).</p> <p>VII.1.5. Descarga em moinhos tubulares - overflow, diafragma e periférica.</p> <p>VII.1.6. Escolha da carga de corpos moedores de moinhos tubulares.</p> <p>VII.1.7. Volume da carga moedora em moinhos tubulares.</p> <p>VII.1.8. Carregamento de corpos moedores em moinhos tubulares.</p> <p>VII.1.9. Dimensionamento de moinhos tubulares.</p> <p>VII.1.10. Moinhos Vibratórios - características e aplicações.</p> <p>VII.1.11. Moinhos de Torre - características e aplicações.</p> <p>VII.1.12. Moinhos de Rolos - características e aplicações.</p> <p>VII.1.13. Moinhos de Rolos e Mesa - características e aplicações</p> <p>VII.1.14. Moinhos de Rolos Pendulares - características e aplicações.</p> <p>VII.1.15. Moinhos de Martelos - características e aplicações.</p> <p>VII.1.16. Atritor - características e aplicações.</p> <p>VII.1.17. Jet Mill e Pulverizadores de Ar - características e aplicações.</p>	14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15	60

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
PRÓ – REITORIA DE GRADUAÇÃO

**Programa Analítico das Aulas de Preleção**

Unidades e Assuntos	Nº de Aulas	Referências Bibliográficas	Nº de Aulas Acumulado
<p><b>VII.2. Parte Prática:</b> VII.2.1. Determinação de curvas de moabilidade e de “Work Index”. VII.2.1. Exercícios sobre dimensionamento de moinhos tubulares.</p>			

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
PRÓ – REITORIA DE GRADUAÇÃO

**BIBLIOGRAFIA**

Nº DA REFERÊNCIA	TÍTULO DA OBRA	AUTOR
1	Mineral Processing Technology	WILLS, B.A
2	Introduction to Mineral Processing	KELLY, E.G. and SPOTTISWOD, D.J.
3	Mineral Processing Plant Design	MULLAR, A.L. and BHAPPU, R.B., Editors
4	Principles of Mineral Dressing	GAUDIN, A.M.
5	Handbook of Mineral Processing	TAGGART, A.F.
6	Mineral crushing and Grinding Circuits	LYNCH, A.J.
7	Design and Instalation of Comminution Circuits	MULLAR, A.L. and JERGENSEN II, G.V.
8	Tratamento de Minérios	Da LUZ, A.B. et al. Edit.
9	Teoria e Prática de Tratamento de Minérios	CHAVES, A.P.
10	Moagem de Minérios em Moinhos Tubulares	BERALDO, J.L.
11	Amostragem de Minérios	GOES, M.A.C.; POSSA, M.V.; Da LUZ, A.B.
12	Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia	In Memoriam Prof. PAULO ABIB ANDERY
13	Manual de Britagem Faço	Allis Mineral Systems - Fábrica de Aço Paulista
14	Process Analysis and Simulation	HEMMELBLOU, D.M. and RISCHOFF, K.B.
15	Reference Manual - Nordberg	A Nordberg Group Company
16	Particle Size Measurement	ALLEN, T.
Aprovado pela Assembléia do DEMIN DATA:		Aprovado pelo CEAMB DATA:
Resolução CEPE : DATA:		
_____ Presidente da Assembléia	_____ Presidente do CEAMB	_____ Presidente do CEPE