



Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas
Departamento de Engenharia de Minas
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral



Projeto Pedagógico

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS (PGEMIN)

Ouro Preto — MG
Dezembro de 2019

Sumário

01	Nome do curso e área do conhecimento.....	3
02	Justificativa.....	3
03	Objetivo.....	5
04	Público-Alvo.....	5
05	Coordenação.....	5
06	Carga horária.....	5
07	Conteúdo programático.....	7
08	Corpo docente.....	8
09	Metodologia.....	8
10	Infraestrutura física.....	9
11	Quantidade de vagas e critério de seleção.....	9
12	Sistema de avaliação.....	9
13	Custeio e Gestão Financeira.....	10
	ADENDO A — Planilha de custos para o primeiro ciclo (para 8 módulos; total de 8 meses de duração).....	12
	ADENDO B — Ementário das Disciplinas do Curso	14



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas - Departamento de Engenharia de Minas
Programa de Pós-Graduação

PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM ENGENHARIA DE MINAS

1. Nome do curso e área do conhecimento

ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS

30200008 - Engenharia de Minas

Curso Presencial

2. Justificativa

É fato conhecido a escassez de profissionais no segmento mineral para fazer face aos projetos já em fase de implantação no Brasil, sendo urgente a necessidade de preparar novos profissionais nos níveis técnico e superior. As universidades tradicionais em engenharia de minas não suprirão a demanda prevista. A lacuna no mercado está sendo parcialmente preenchida por cursos, nem sempre de alto padrão, que tenderão a formar profissionais com conhecimento aquém do necessário para cumprir as funções nos novos projetos.

Por sua vez, as grandes companhias do setor têm buscado recompor seus quadros profissionais com a seleção e a contratação de engenheiros de qualquer especialidade, que recebem treinamento em nível de pós-graduação para melhor desenvolver atividades específicas na empresa. Entretanto, esse esforço esbarra na restrita oferta de cursos de capacitação continuada de trabalhadores nas diferentes subáreas da indústria de extração e beneficiamento mineral.

A falta de mão-de-obra qualificada tem sido um dos pontos de dificuldade na busca de excelência na produção industrial brasileira. A área de produção é a mais prejudicada, o que gerar dificuldades, sobretudo, na busca pela eficiência e qualidade dos produtos. Entre as dificuldades para se investir na qualificação de mão-de-obra, a falta de cursos adequados é um dos principais problemas. A indústria extrativa está entre os setores que mais sofrem com esse quadro.

O Departamento de Engenharia de Minas (DEMIN) da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) se propõe a oferecer ao mercado um curso de alta qualidade para suprir a demanda por profissionais técnicos de nível superior especializados em lavra de minas e tratamento de minério.

O DEMIN/UFOP possui um curso de graduação em Engenharia de Minas e um Programa de Pós-graduação em Engenharia Mineral (PPGEM), em nível de mestrado e doutorado, que forma profissionais para o exercício de atividades tanto em instituições de ensino e/ou pesquisa quanto diretamente junto ao sistema produtivo. Seus egressos vêm, ao longo dos anos, ocupando posições de destaque em grandes empresas e órgãos públicos.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral (PPGEM/UFOP) foi criado em 1998, com o objetivo de formar profissionais de alto nível, especialistas nas questões relativas ao aproveitamento racional de recursos naturais. Um dos pilares da proposta do PPGEM/UFOP é a busca de equilíbrio entre a disponibilidade de recursos naturais e a sustentabilidade ambiental. O elenco de disciplinas do Programa e suas linhas de pesquisa e projetos desenvolvidos vislumbram essa preocupação. O curso forma especialistas, mestres e doutores, em três áreas de concentração: Lavra de Minas, Tratamento de Minérios e Resíduos, e Economia Mineral. Pela tradição e localização privilegiada de Ouro Preto, esse curso propicia uma grande interação com o setor mineral. Os trabalhos de pesquisa que vêm sendo desenvolvidos são voltados para a resolução de problemas reais das empresas mineradoras, buscando inserir nesses trabalhos um embasamento científico e tecnológico, o que propicia a formação de profissionais de alta qualificação para o setor.

De 1998 até outubro de 2019 o PPGEM/UFOP teve 213 dissertações de mestrado finalizadas. Em abril de 2019 foi defendido o primeiro doutorado no âmbito do PPGEM/UFOP, totalizando até o momento quatro teses finalizadas.

É de grande importância a formação de professores qualificados (nível de mestrado e doutorado), já que com o Programa Reuni houve um aumento expressivo dos cursos de Graduação em Engenharia de Minas no país. Esse aumento foi de mais de 100% e atualmente verifica-se grande carência de professores qualificados, mesmo em universidades de grande porte.

Digna de nota também é a demanda expressiva do setor produtivo por profissionais com titulação, incluindo-se aí empresas de mineração e especialmente empresas de consultoria. O Programa vem absorvendo parte dessa demanda, já que se localiza em região de intensa atividade mineradora.

Assim, a experiência do DEMIN na formação de engenheiros de minas será primordial para o curso de Especialização em Engenharia de Minas.

O curso em tela, será ministrado *in loco* durante módulos de duração de uma semana a cada mês e, de modo a permitir ao aluno conciliar a sua atividade profissional e o desenvolvimento de novas competências.

3. Objetivo

O curso de *Especialização em Engenharia de Minas* pretende habilitar profissionais técnicos para o desenvolvimento de novos procedimentos e técnicas nas áreas de lavra e de processamento físico e físico-químico de bens minerais e de seus resíduos, por meio de uma formação dirigida e multidisciplinar. Com isso, pretende reciclar profissionais que atuam para o setor mineral.

4. Público-alvo

Profissionais com formação superior (engenheiros, químicos, geólogos ou profissionais com formação similar) exercendo funções em organizações industriais e de prestação de serviços, que já trabalham ou que gostariam de trabalhar na indústria mineral sem ter a formação especializada. Naturalmente, também podem participar engenheiros de minas que buscam aperfeiçoamento, atualização ou reciclagem em lavra de minas e/ou tratamento de minérios.

5. Coordenação

A coordenação didática e administrativa do curso será exercida pelo coordenador do PPGEM/UFOP ou, alternativamente, por professor indicado pelo colegiado do PPGEM/UFOP.

6. Carga horária

O currículo mínimo compreende 8 módulos semanais de 45 horas (de 60 minutos de duração), intervalados a cada mês, totalizando 360 horas de aula. Acrescenta-se a essa carga de

aulas, a carga horária necessária para a orientação da monografia ou trabalho de conclusão de curso durante e após a realização dos módulos.

As disciplinas serão ministradas em módulos de 45 horas, a cada 30 dias, desde as segundas-feiras às sextas-feiras das 14:00 h às 22:30 h (com dois intervalos de descanso de 12 minutos cada um), e aos sábados, das 7:30 às 12:15 (com um intervalo de 15 minutos). A fase de aquisição de créditos do curso terá, portanto, duração de 8 meses. O espaço físico para as preleções deverá ser disponibilizado pela Companhia parceira. A ALCOA é a empresa onde o curso estará direcionado, em seu primeiro ciclo de formação de especialistas em Engenharia de Minas. Assim, as disciplinas serão ministradas nas instalações industriais da ALCOA, na cidade de Juruti, PA.

Farão jus ao certificado apenas os alunos que tiverem obtido aproveitamento segundo os critérios de avaliação previamente estabelecidos (projeto pedagógico), assegurados — como curso presencial que é — pelo menos, 75 % (setenta e cinco por cento) de frequência às aulas.

7. Conteúdo programático

O currículo do curso de *Especialização em Engenharia de Minas* foi organizado em 8 módulos, que abordam tanto os tópicos essenciais para o exercício profissional quanto para a pesquisa científica no setor. As ementas e programação das atividades didáticas ao longo do curso pode ser consultadas no *Adendo B*.

Quadro I – Matriz Curricular

CÓDIGO (PPGEM)	MÓDULO	CRÉDITO	CARGA HORÁRIA (Horas)	DOCENTE RESPONSÁVEL
MIN717A	Tratamento de Minérios	03	45	José Aurélio Medeiros da Luz
MIN716	Caracterização Mineralógica e Tecnológica de Minérios	03	45	Rosa Malena Fernandes Lima
MIN754	Modelagem e Simulação de Processos	03	45	Vladmir Kronemberger Alves
MIN719	Fenômenos Interfaciais	03	45	José Aurélio Medeiros da Luz
MIN707	Projeto de Mineração Avançado	03	45	Felipe Ribeiro Souza
MIN 741	Manejo de Estéreis e Rejeitos de Mineração	03	45	Waldyr Lopes de Oliveira Filho
MIN755	Programação de Computadores Aplicada à Engenharia de Minas	03	45	Elton Destro
MIN721	Separação Sólido-Líquido	03	45	Érica Linhares Reis
	TOTAL	30	360	

O elenco de disciplinas ofertadas está todo incluído no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral (PPGEM), sob a égide do qual se enfeixa o presente curso de especialização (Desse modo, o mesmo será gerido pelo regulamento do PPGEM).

08. Corpo docente

O corpo docente do curso de *Especialização em Engenharia de Minas* é composto por professores da UFOP, a maioria com formação em nível de doutorado e experiência no setor mineral. A relação dos professores, em princípio alocados para o projeto (como instrutor e/ou orientador) é a seguinte:

Adilson Curi, M. Sc., Dr.

Carlos Alberto Pereira, M. Sc., Dr.

Carlos Enrique Arroyo Ortiz, M. Sc., Dr.

Christianne de Lyra Nogueira, M. Sc., Dr.

Elton Destro, M. Sc., Dr.

Érica Linhares Reis, M.Sc., Dra.

Felipe Ribeiro Souza, M. Sc., Dr.

Hernani Mota de Lima, M.Sc., Dr.

Ivo Eyer Cabral, M. Sc., Dr.

José Aurélio Medeiros da Luz, M. Sc., Dr.

José Margarida da Silva, M. Sc., Dr.

Otávia Martins Rodrigues, M. Sc., Dra.

Rodrigo Peluci de Figueiredo, M. Sc., Dr.

Rosa Malena Fernandes Lima, M.Sc., Dra.

Tatiana Barreto dos Santos, M.Sc., Dra.

Vladmir Kronemberger Alves, M.Sc. , Dr.

Waldyr Lopes de Oliveira Filho, M.Sc., Dr.

09. Metodologia

O curso será subsidiado por conjunto de metodologias de ensino pautadas na teoria e na prática, as quais conduzem a um fazer pedagógico permeado por atividades como: aulas teóricas, aulas práticas laboratoriais, seminários técnicos, visitas técnicas, assistências extra-classe, estudos de casos e desenvolvimento de projetos entre outros.

Os recursos necessários constarão de sala de aula equipada com quadro, data-show e laptop para realização das aulas expositivas, seminários, grupos de discussão e demais atividades em sala.

A orientação acadêmica será permanente. Até a avaliação da monografia ou trabalho de conclusão de curso, os professores dos módulos e a coordenação estarão disponíveis aos alunos e prestarão orientação presencial e/ou à distância, através da Internet. A orientação acadêmica será

feita sem percepção financeira por parte do orientador, devendo o mesmo estar com seu nome consignado no trabalho de fim de curso e constar como co-autor de qualquer publicação advinda de sua orientação.

10. Infraestrutura física

Para as aulas presenciais a infraestrutura considerada (salas e projetores) será fornecida pela ALCOA, em Juruti, PA. Por seu turno, o Departamento de Engenharia de Minas da UFOP conta com a seguinte infraestrutura para a primeira edição do Curso de Especialização em Engenharia de Minas:

- a) Duas salas de aulas equipadas com equipamento multimídia (retroprojetor, *data show* e *laptop*);
- b) Biblioteca com acesso livre ao portal de periódicos da CAPES e aos centros de informações do setor mineiro-metalúrgico;
- c) Laboratório de Tratamento de Minérios;
- d) Laboratório de Flotação;
- e) Laboratório de Propriedade Interface;
- f) Laboratório de Sistemas Particulados;
- g) Laboratório de Geotecnia;
- h) Laboratório de Computação Científica conectado à internet;
- i) Laboratório de Planejamento de Lavra.

Note-se que não se prevê necessidade de utilização dos recursos da UFOP citados, uma vez que os discentes trabalham na região amazônica. Entretanto, tais recursos poderão servir para o desenvolvimento do trabalho experimental referente ao trabalho de fim de curso, caso o discente preferir realizar total ou parcialmente seu trabalho experimental nas dependências do DEMIN/EM/UFOP.

11. Quantidade de vagas e critério de seleção

Inicialmente serão oferecidas 25 vagas por turma. A coordenação poderá montar uma segunda turma, caso a demanda seja superior a oferta de vagas. A seleção dos candidatos será feita por meio de análise de currículo. A previsão inicial é de que todos os trâmites burocráticos permitam o início do primeiro ciclo do curso em epígrafe em fevereiro de 2020.

12. Sistema de avaliação

A proposta pedagógica do curso de *Especialização em Engenharia de Minas* entende que a avaliação do aluno deva ser contínua e cumulativa, servindo como parâmetro para o redirecionamento das atividades desenvolvidas ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Destacam-se dois aspectos importantes nessa avaliação: assiduidade e aproveitamento.

A assiduidade fará parte da avaliação do aluno, que deverá ter frequência mínima de 75 % da carga horária ministrada para ser aprovado.

A avaliação do aproveitamento será feita durante cada módulo por meio de provas escritas, listas de problemas, confecção de resenhas, relatórios de visitas, apresentação de seminários e outras atividades planejadas pelo professor.

Além das atividades exigidas em cada módulo, o aluno se comprometerá a fazer um trabalho final, sob forma de monografia ou trabalho de conclusão de curso. O trabalho deverá ser elaborado no decorrer do curso e será acompanhado por um orientador do programa PPGEM. Naturalmente, o trabalho de conclusão de curso deverá estar totalmente isento de condutas reprováveis, mantendo-se na diretriz das boas práticas no que tange à ética acadêmica.

O prazo de entrega nominal do trabalho de conclusão de curso será de seis meses após o término dos módulos. Entretanto, não sendo possível o cumprimento do citado prazo, o mesmo poderá ser estendido, observando-se tempo máximo de dois anos, a contar do início da aquisição dos créditos. Uma Comissão Examinadora será indicada pela Coordenação do Curso, ou pelo colegiado do PPGEM, para a avaliação do trabalho.

O rendimento escolar do aluno será expresso em conceitos, numa escala que varia de A a F, observado o seguinte quadro de equivalência:

Intervalos de Notas	Conceito
9,0 a 10,0	A
8,0 a 8,9	B
7,0 a 7,9	C
6,0 a 6,9	D
4,0 a 5,9	E
Menor que 4,0	F

O aluno será considerado aprovado se obtiver o *mínimo de 60 %* do aproveitamento em cada módulo (conceito mínimo D) e, no que tange à monografia ou trabalho de conclusão de curso, ter seu trabalho monográfico aprovado por banca examinadora designada pelo colegiado do PPGEM/UFOP.

Assim, o aluno que cumprir as exigências mínimas de frequência e aproveitamento será considerado apto a receber o certificado de Especialista em Engenharia de Minas expedido pela Universidade Federal de Ouro Preto, conforme legislação em vigor.

13. Custeio e Gestão Financeira

O custeio integral do *Curso de Especialização em Engenharia de Minas* de 2019, está detalhado no *Adendo A*, incluindo todas as despesas com:

- Retribuição à UFOP e custo operacional da fundação interveniente;
- Pro-labore de docentes e do secretariado do curso (um técnico administrativo em educação);
- a logística, o transporte, a alimentação e a hospedagem dos docentes, o transporte para as aulas de campo e o
- material de didático necessário para o bom andamento do curso, incluindo outras despesas de manutenção do DEMIN/UFOP.

A gestão financeira caberá à interveniente: *FUNDEP – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa*, dentro das normas estabelecidas pela legislação vigente.

**ADENDO A — Planilha de Custos para o
Primeiro Ciclo de 360 Horas**

Planilha de custos para o primeiro ciclo (8 módulos; total de 8 meses de duração para a etapa de aquisição de créditos)

Categoria	Especificação	Valor	Observação
<i>Custos indiretos da UFOP</i>	Retribuição à UFOP	R\$14.047,89	3,00%
	Ressarcimento à UFOP	R\$ 28.095,78	6,00%
<i>Custo operacional</i>	Fundação de Apoio (Fundep)	R\$ 46.826,30	10,00%
TOTAL 1		R\$ 88.969,96	
<i>Custeio</i>	a) Pessoal (CLT) - contratações	R\$ 0,00	
	b) Material de consumo	R\$16.323,00	
	c) Bolsa acadêmica-docente c1) Coordenação do curso: R\$ 23.760,00 c2) Docentes (horas-aulas): R\$ 100.800,00	R\$ 124.560,00	c1) = 2970,00 x 8 c2) =45 x 280,00 x 8
	d) Bolsa aluno (Lei 11.788/2008) e TCE - estagiário	R\$ 0,00	
	e) Bolsa aluno (iniciação, pesquisa, extensão, mestrado, doutorado)	R\$ 0,00	
	f) Bolsa tec.administrativo (Lei 8.958/94 e Dec. 7.423/10): Secretária	R\$ 00,00	
	g) Serviços de terceiros pessoa física (RPA)	R\$ 6.000,00	
	h) Serviços de terceiros pessoa jurídica	R\$ 15.000,00	
	i) Custo relativo a publicação D.O.U.	R\$ 200,00	
	j) Uso marcas institucionais (Res. CUNI 805)	R\$ 0,00	
	k) Outros (taxas, reserva técnica, despesas de transporte, diária, hotel, etc.)	R\$185.210,00	
TOTAL 2 (a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k)		R\$347.293,00	
<i>Capital (Demin)</i>	l) Equipamentos e materiais permanentes	R\$ 32.000,00	
	m) Obras e instalações	R\$ 0,00	
	<i>TOTAL 3 (l+m)</i>	R\$ 32.000,00	
TOTAL GERAL		R\$468.262,96	

ADENDO B — Ementário das Disciplinas do Curso

1. MIN717 Tratamento de Minérios

PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina TRATAMENTO DE MINÉRIOS		Código MIN 717
Departamento DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS		Unidade ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: CARLOS ALBERTO PEREIRA	Nº de Créditos 03	Carga Horária Semestral 45

EMENTA

O tratamento de minérios no contexto da Engenharia Mineral. Balanços de massa. Fragmentação (britagem e moagem) e separação por tamanho (peneiramento e classificação): equipamentos e circuitos. Métodos físicos de concentração: gravíticos, magnéticos e eletrostáticos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Introdução & conceitos gerais;
2. Quantificação das operações: balanço de massas;
3. Conceitos de caracterização tecnológica de minérios;
4. Análise granulométrica de sistemas granulares;
5. Amostragem, homogeneização e quarteamento;
6. Conceito de liberação e sua quantificação;
7. Cominuição: britagem e moagem; circuitos de cominuição.
8. Métodos físicos de concentração.

BIBLIOGRAFIA

- 1 GAUDIN, A. M. Principles of Mineral Dressing. New York: McGraw - Hill Book Company, Inc. 1975.
- 2 KELLY, E. G. & SPOTTISWOOD, D. J., **Introduction to Mineral Processing**. New York John Wiley. 1982, 491p.
- 3 LUZ, A. B. da. SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Tratamento de Minérios – 5ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 965 p.: il.
- 4 WILLS, B. & NAPIER-MUNN, T. J. Wills' Mineral Processing Technology (7th ed.). Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2008.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- 1 OBLAD, A. E. et alii, Caracterização, cominuição e classificação de minérios, in: **Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia In Memoriam Professor Paulo Abib Andery**, capítulo 1, Masini, E. ed., ITEP, Recife, p. 17-111.
- 2 RAZUMOV, K. A. & PEROV, V. A. Proyectos de Fábrica de Preparación de Minerales. Moscú: Mir. 1985. 544 p.
- 3 VALADÃO, G. E. S. & ARAUJO, A. C. (Ed.). Introdução ao Tratamento de Minérios. Belo Horizonte: EUFG, 2007.
- 4 VIANA Jr. A. et alii, Métodos físicos de concentração de minérios, in: **Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia In Memoriam Professor Paulo Abib Andery**, capítulo 2, Masini, E. ed., ITEP, Recife, p. 115-204.

2. **MIN716** *Caracterização Mineralógica e Tecnológica de Minérios*
PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E TECNOLÓGICA DE MINÉRIOS		Código: MIN716
Departamento: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS		Unidade: ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: ROSA MALENA FERNANDES LIMA	Nº Créditos 03	Carga horária semestral: 45

EMENTA

Descrição dos métodos usados na caracterização química, mineralógica e granulométrica de minérios, minerais industriais, com ênfase nos princípios de funcionamento, na constituição dos instrumentos, na aplicabilidade de cada método e na interpretação dos resultados. Microscopias ótica e eletrônica; difratometria de raios X; métodos espectrométricos; análises granulométrica convencional e instrumental e de área específica; métodos complementares. Adequação de cada método na caracterização dos minérios e materiais. Microsonda eletrônica e iônica, PIXE, SIMS.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 1 - Introdução & conceitos gerais.
- 2 - Caracterização mineralógica.
 - 2.1. - Aplicações da minerografia em “Tecnologia Mineral”.
 - 2.2 - Microscopia ótica de luz refletida (minerografia) de minérios, concentrados e rejeitos: noções de preparação de lâminas polidas; identificação; aplicação de microscopia de minérios.
- 3 - Caracterização granulométrica de minérios, análise granulométrica por peneiramento convencional e subpeneiramento (sedigraph).
- 4 - Técnicas de separação e identificação mineralógica: separação gravítica (mensagem); separação magnética; incluindo o uso de separador eletromagnético FRANTZ e líquidos pesados.
- 5 - Caracterização química global de minérios e rejeitos por fluorescência de raios X (“XRF, *x-ray fluorescence*”), espectrometria de absorção atômica (“AAS, *atomic absorption spectrometry*”), plasma induzido acoplado (“ICP, *induced-coupled plasm*”), análise instrumental por ativação neutrônica (“INAA, *instrumental neutron activation analisys*”) e espectrometria de emissão (“ES, *emission spectrometry*”).
- 6 - Técnicas acessórias: difratometria de raios X (“XRD, *x-ray diffraction*”) e técnicas avançadas (1. microtécnicas: MEV- microscopia eletrônica de varredura; microsonda eletrônica (EPMA, *electron probe microanalysis*); e, microsonda protônica (PIXE, *particle induced X-ray emission*; microsonda por espectroscopia de massa de íon secundário (SIMS, *secondary ion mass spectroscopy*); 2. Espectroscopia infravermelha).

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- 01 Zusman, J. Ed., **Physical Methods in Determinative Mineralogy**, Academic Press, London, 1977, 720 p.
- 02 Gomes, C. B. ed., **Técnicas Analíticas Instrumentais Aplicadas à Geologia**, Edgard Blücher, São Paulo, 1984, 218p.
- 03 Alleon, T., **Particle Size Measurement**, Chapman & Hall, London, 1981, 678 p.
- 04 Craig, J. R. & Vaughan, D. J. – 1981 – **Ore Microscopy and ore Petrography**. John Wiley & sons, New York, 405. p. 05.
- Ramdohr, P. – 1980 – **The Ore Minerals and Their Intergrowths** (2ª ed.). Vol I e II. Pergamon Press, Oxford, 440. p. 06.
- Schouten, C. **Determination Tables for Ore Microscopy**, elsevier, Amsterdam, 1962.
- 07 Lima, R.M.F. -1997- **Adsorção de amido e amina na superfície da hematita e quartzo e sua**

influência na flotação. UFMG, Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas. Tese (doutorado, inédito), 236 p., il.
08 Marini, O.J. (ed.) -1997- **Caracterização de Minérios e Rejeitos de Depósitos Minerai s Brasileiros. Estudos texturais, química mineral e varredura química.** DNPM/DIREX/PADCT/GTM, Brasília (DF), Resumos Expandidos..., 143 p., il.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- Tables for the Determination of Minerals by Means of Their Properties, Occurrences, and Associates. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London. Kraus, E. H., Hunt, F. W. 2sc edition. 266p.- 1930.
- Microscopic Petrography. McGraw_Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London, 296p, Heinrich, E.W.M. – 1956.
- Particle Size: Measurement, Interpretation, and Application. John Wiley & Sons, Inc., New York, London. Irani, R. R., Callis, C. F. 165p. – 1963.
- Element of X-Ray Diffraction. Addison - Wesley Publishing Company, Inc. 55p. Cullity, B. D. – 1977.
- Guia para Determinação de Minerais. 8 a edição. Companhia Editora Nacional. Leinz, V., Campos, J. E. S.151p. – 1979.
- Particle Size Measurment . Chapman London, 678 p, Allen, T. - 1981
- Ore Microscopy and Ore Petrography. John Wiley & Sons, New York, 406 p. Craig, J. R., Vaughan, D. J. – 1981.
- Ore-Dressing Mineralogy – A Review of Techniques, Applications and Recent Developments. Plenary Lecture on Mineral dressing. Spec. Publ. Geo Soc. S. Afr. 7(1983), 175-200. – 1983.
- Técnicas Analíticas Instrumentais Aplicadas à Geologia, Edgar Blücher, São Paulo (SP), 218p., ilustr., Gomes, C. B. 9ed.). – 1984.
- Short Course in Applications of Electron Microscopy in Earth Sciences. 213p. White, C. J. Editor – 1985.
- Introdução ao uso do Microscópio Petrográfico. Centro Editorial e Didático da UFBA. Salvador, Fujimori, S., Ferreira, Y. A. 201p. – 1987.
- Caracterização de Sistemas Particulados. Análise Granulométrica. Salum, M. J. Belo Horizonte. 48p. -1988.
- Short Course on Image Analysis Applied to Mineral and Earth Sciences. 156p. Klein, C., Hurlburt Jr. – 1989.
- Advanced Mineralogy. Composition, Structure and Properties of Mineral Matter. Concepts, Results and Problems. Petruk, W. editor – 1995.
- Applied Mineralogy a Quantitative Approach. Graham and Trotman Ltd (Oxford – Great Britain), 259p, Jones, M. P. – 1987.
- Mineral Processing Technology, Wills, B. - 1992
- Tratamento de Minérios. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995, Luz, A B. et all Editores. – 1995.
- Caderno de Química Analítica Quantitativa: Teoria e Prática. Editora da Furg. Baptista, J. R. – 1987.

3. **MIN754** *Modelagem e Simulação de Processos*
PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS		Código: MIN754
Departamento: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS		Unidade: ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: JOSÉ AURÉLIO MEDEIROS DA LUZ	Nº Créditos 03	Carga horária semestral: 45

EMENTA

Estudo da dinâmica de usinas de beneficiamento de minérios: balanço geral de massas e de materiais; compatibilização de balanço metalúrgico com dados redundantes. Desenvolvimento de modelos matemáticos válidos: dinâmicos e em regime permanente. Definição de parâmetros e limites de modelos: modelagem e simulação das operações de beneficiamento de minérios (cominuição, concentração, separação por tamanho e separação sólido/líquido). Instrumentação e controle de processos visando à otimização e dinâmica de malhas de controle.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Introdução ao modelamento matemático;
2. Estudo da dinâmica de usinas de beneficiamento de minérios:
 - 2.1. Balanço geral de massas e de materiais e sua compatibilização com dados redundantes;
 - 2.2. Desenvolvimento de modelos matemáticos: dinâmicos e em regime permanente;
 - 2.3. Simulação de distribuições granulométricas;
4. Modelagem e simulação das operações de beneficiamento de minérios:
 - 4.1. Cominuição e os princípios de balanço populacional;
 - 4.1.1. Modelagem matemática de britadores;
 - 4.1.2. Modelagem matemática de moinhos;
 - 4.2. Concentração densitária; magnética e eletrodinâmica;
 - 4.3. Flotação;
 - 4.4. Separação por tamanho: peneiramento e classificação;
 - 4.5. Separação sólido/líquido: espessamento e filtração;
5. Instrumentação e controle de processos visando à otimização e dinâmica de malhas de controle.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

N ^o	TÍTULO DA OBRA	AUTOR
1	<i>Modeling & simulation of mineral processing systems</i> . Boston: Butterworth-Heinemann. 2001, 403 p.	R. P. KING
2	<i>Mineral Processing: Their Analysis, Optimization and Control</i> . Denver: Colorado School of Mines. 1979, 806 p.	A. L. MULAR & W. R. BULL
3	<i>Mineral Crushing and Grinding Circuits</i> . Elsevier: Amsterdam. 1976, 340 p.	A. J. LYNCH
4	<i>Apostila de modelamento de processos</i> . Ouro Preto: Ufop. 2016.	J. A. M. da LUZ

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

N ^o	TÍTULO DA OBRA	AUTOR
1	<i>Introduction of mineral processing</i> . New York: John Wiley & Sons, 1982. 491 p.	E. G. KELLY & D. J. SPOTTISWOOD
2	<i>Handbook of chemical engineering calculations</i> (2 ^a ed.)	N. P. CHOPEY (ED.)

3	<i>Métodos numéricos em problemas de engenharia química</i> . Rio de Janeiro: E-papers - Coppe/Ufrj. 2001, 316 p.	J. C. PINTO & P. L. C. LAGE
4	<i>Métodos numéricos aplicados</i> (3ª ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001, 1261 p.	W. H. PRESS ET <i>alii</i> .
5	<i>Flotation of iron ore</i> . In: Colás, Rafael & Totten, George E. (Ed.). Encyclopedia of Iron, Steel, and Their Alloys. CRC Press 2016. Pages 1249–1288.	J. A. MEDEIROS DA LUZ
	<i>Beneficiamento Gravimétrico</i> . Porto Alegre: UFGS, 2005.	C. H. SAMPAIO & L. M. TAVARES.

4. MIN719 Fenômenos Interfaciais

PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: FENÔMENOS INTERFACIAIS		Código: MIN719
Departamento: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS		Unidade: ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: JOSÉ AURÉLIO MEDEIROS DA LUZ	Nº Créditos 03	Carga horária semestral: 45

EMENTA

Tipos e caracterização das interfaces. Adsorção: conceitos, classificações, isotermas, películas monomoleculares. Tensão superficial. Propriedades elétricas das interfaces: dupla camada elétrica: nomenclatura e conceitos básicos, medida de potencial zeta e determinação de condições de carga zero.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Conceituação de interfaces
 2. Ligações químicas e moleculares
 3. Conceituação de adsorção
 4. Interface líquido-gás
 5. Interface líquido-líquido
 6. Películas superficiais insolúveis
 7. Interface sólido-gás
 8. Isotermas de adsorção
 9. Características elétricas das interfaces: dupla camada elétrica e potencial zeta
- Diagramas de equilíbrio

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- ADAMSON, A. *Physical Chemistry of Surfaces* (5th ed.). New York: John Wiley, 1990. 777 pp.
- LEJA, J. & RAO, S. R. *Surface chemistry of Froth Flotation* (2d. edition). New York: Kluewer/Plenum, 2004. 350 pp.
- LUZ, A. B. *et alii* (Ed.). *Tratamento de Minérios* (4ª ed.). Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 2004. 858 pp.
- LUZ, J. A. M. da. *Aspectos Físico-Químicos da Flotação*. Ouro Preto: DEMIN/UFOP, 2019.
- RABOCKAI, T. *Físico-Química de Superfícies* (Série de Química). Washington: OEA, 1979. 128 pp.
- SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. (Ed.). *Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais*. Rio de Janeiro: CETEM, 2007.
- SHAW, D. J. *Introdução à Química dos Coloides e de Superfícies*. São Paulo: Edgard Blücher, 1975. 185 pp.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- BALTAR, C. A. M. *Flotação no Tratamento de Minérios*. Recife: UFPE, 2008.
- FINCH, J. A. & DOBBY, G. S. *Column Flotation*. Printed in Grain Britain by BPC Wheatons Ltd, Exeter, July 1989. 180p.
- GAUDIN, A. M. *Flotation*. New York: McGraw - Hill Book Company, Inc. 1932. XV + 552 pp.

GLEMBOTSKII, V. A.; KLASSEN, V. I.; PLAKSIN, I. N.. Flotation. New York : Primary Sources, 1972. 633p.

KELLY, E. A., SPOTTISWOOD, D. J. Introduction to Mineral Processing. New York: John Wiley, 1982.

MASSARANI, G. Fluidodinâmica em Sistemas Particulados (2ª ed.). Rio de Janeiro: E papers, 2002; 152 pp.

MULAR, A. L. & BHAPPU, R. B. Mineral Processing Plant Design, 2nd edition, New York: SME, 1980.

MULAR, A. L.; BARRATT, D.J.; HALBE D.N. (Ed.) Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control (2 Volumes). Littleton: SME, 2002.

OLIVEIRA, M. L. M.; LUZ, J. A. M. da; LACERDA, C. M. M. Flotação de Minérios Fosfáticos (apostila). Ouro Preto: DEMIN/EM/UFOP, 2005.

WILLS, B. A.& NAPIER-MUNN. T. Will's Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral (7th ed.). New York: Elsevier, 2006.

5. **MIN707** *Projeto de Mineração Avançado*
PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: PROJETO DE MINERAÇÃO AVANÇADO		Código: MIN707
Departamento: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS		Unidade: ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: ADILSON CURI	Nº Créditos 03	Carga horária semestral: 45

EMENTA

Elaboração de um projeto de lavra. Dimensionamento de frota. Projeto de cava final. Utilização de programas acadêmicos e comerciais para otimização de cava. Aspectos geotécnicos e econômicos relacionados. Ênfase nos procedimentos de otimização da cava. Os procedimentos serão ilustrados com estudos de casos específicos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Etapas na elaboração de um projeto de lavra.
2. Dimensionamento de frota de desmonte e transporte;
3. Projeto de cava final;
4. Otimização computacional da configuração de cava;
5. Aspectos geotécnicos e econômicos como condicionantes da cava final.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- 01 PFLEIDER, E. (ED), Surface Mining, The American Inst. Of Min. Met. Inc., 1972, New York, 1061 p.
- 02 PETERS, W. C. Exploration and Mining Geology, John Wiley & Sons, 1978, New York, 696 p.
- 03 HUSTRULID, W. KUCHITA, M. Open pit Mine Planing & Design, A.A.Balkema, 1995, Rotterdam, 635 p.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- CURI, Adilson. Lavra de minas. São Paulo : Oficina de Textos, 2017. 462 p.
- CURI, Adilson. Minas a céu aberto: planejamento de lavra. São Paulo : Oficina de Textos, 2014. 232 p.

6. **MIN 741** **Manejo de Estéreis e Rejeitos de Mineração**
PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: MANEJO DE ESTÉREIS E REJEITOS DE MINERAÇÃO		Código: MIN741
Departamento: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS		Unidade: ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: WALDYR LOPES DE OLIVEIRA FILHO	Nº Créditos 03	Carga horária semestral: 45

EMENTA

Plano diretor de mina para rejeitos e estéreis. Estéreis de mineração: caracterização geotécnica. Disposição de estéreis em pilhas. Elementos de projeto de pilhas: estabilidade; drenagem; construção. Rejeitos de mineração: caracterização geotécnica. Disposição de rejeitos: fenômenos físicos; balanço de massas; Métodos de disposição: convencional; novas técnicas. Disposição convencional: estabilidade estrutural; tipo de contenções e layouts. Elementos de projeto de barragens convencionais. Elementos de projeto de barragens de rejeito. “Liners” e coberturas (fechamento) de reservatórios de rejeitos. Outros métodos de disposição: método subaéreo; disposição em lamass espessadas (TTD); disposição em pastas; cake; dry stacking.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Introdução;
2. Plano diretor de mina para rejeitos e estéreis;
3. Caracterização geotécnica de estéreis de mineração;
4. Disposição de estéreis em pilhas e seus critérios de projeto;
5. Estabilidade de pilhas: drenagem; construção.
6. Disposição de rejeitos: fenômenos físicos; balanço de massas; Métodos de disposição: convencional; novas técnicas.
7. estabilidade estrutural de pilhas: tipo de contenções e layouts. Elementos de projeto de barragens convencionais.
8. Elementos de projeto de barragens de rejeito. “Liners” e coberturas (fechamento) de reservatórios de rejeitos.
9. Outros métodos de disposição: método subaéreo; disposição em lamass espessadas; disposição em pastas.

BIBLIOGRAFIA

ABNT - Coletânea de Normas de Mineração e Meio Ambiente, 1993.

ABRÃO, P.C. - Sobre a Deposição de Rejeitos de Mineração no Brasil. REGEO'87, Rio de Janeiro, 1987.

Anais dos Simpósios Brasileiros sobre Barragens de Rejeitos e Disposição de Resíduos: REGEO'87 e 91(Rio de Janeiro), REGEO'95 (Ouro Preto), REGEO'99 (São José dos Campos), e REGEO'03 (Porto Alegre).

FELL, R., PHILLIPS, T. & GERRARD, C. – Geotechnical Management of Waste and Contamination, Balkema, 1993.

FELL, R., MACGREGOR, P. & STAPLEDON, D. – Geotechnical Engineering of Embankment Dams, A.A.Balkema, 1992.

KLOHN, E.J. - Tailings Dam Design, Colorado School of Mines, 1982. Proceedings of The Tailings Disposal Symposium (95', 96', 97' editions), A.A.Balkema, Fort Collins, Colorado, USA.

VICK, S.G. – Planning, Design and Analysis of Tailings Dams, John Wiley & Sons, N. York, 1983.

VAN ZYL, D.J.A. & VICK, S.G. - Hydraulic Fill Structures, ASCE Geotechnical Special Publication No. 21, 1988.

Wels, C. & Robertson, A.M. (2003) Conceptual Model for Estimating Water Recovery in Tailings Impoundments. Proceedings of the 10th International Conference on Tailings and Mine Waste, Vail, CO, USA, 87-94.

Welch, D. E. (2000) Tailings Basin Water Management, Chapter 43 In: Slope Stability in Surface Mining, W.A. Hustrulid, M.K. McCarter and D.J.A. van Zyl (Eds.) Society of Mining, Metallurgy and Exploration, Littleton, CO, pp. 391-398.

Ulrich, B., East, D.R. and Gorman, J. (2000) Subaerial Tailing Deposition - Design, Construction and Operation for Facility Closure and Reclamation, Tailings and Mine waste, Balkema, Rotterdam, pp. 29-37.

7. MIN755 Programação de Computadores Aplicada à Engenharia de Minas
PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES APLICADA À ENGENHARIA DE MINAS		Código: MIN755
Departamento: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS		Unidade: ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: ELTON DESTRO	Nº Créditos 03	Carga horária semestral: 45

EMENTA

Ambiente de desenvolvimento integrado e interface com o usuário. Gerenciar arquivos. Variáveis e vetores. Programação estruturada. Procedimentos, funções e eventos. Erros de compilação, lógica e execução. Blocos e as estruturas condicional e de repetição. Programação gráfica. Implementação de *software* aplicado à Mineração: áreas de Lavra e Processamento de Minerais.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. **Introdução ao curso:** Ambiente de desenvolvimento integrado. Ferramentas RAD (*Rapid Application Development*). Interface. Propriedades e eventos de um componente. Editor de códigos e formulários. Janela de uma aplicação / Formulários.
2. **Desenvolvimento de aplicações com interface gráfica:** Componentes para a criação de interface. Entrada de dados pelo usuário e exibição dos resultados do código implementado. Algoritmos e lógica de programação.
3. **Gerenciar arquivos:** Salvar o projeto atual, abrir um projeto existente e criar um novo projeto. Arquivos de um projeto. Compilação. Programa fonte e programa executável.
4. **Conceitos básicos:** Variáveis / tipos de variáveis, vetores, palavras-chave. Programação estruturada. Procedimentos e funções. Eventos. Erros de compilação, lógica e execução.
5. **Blocos de comandos / Estruturas condicionais / Estruturas de repetição:** Desvio condicional: *if-then-else* e *case of*. Laços: *for-do* / *while-do* / *repeat-until*.
6. **Desenhando em uma janela de aplicação:** Criar desenhos e gerenciar animações gráficas desenvolvidas utilizando o objeto *canvas* e suas propriedades.
7. **Implementação de programas de computador:** Desenvolvimento de aplicativos relacionados às atividades realizadas nas áreas de Lavra e Processamento de Minerais.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Ascêncio, A. F. G. & Campos, E. A. V. de. *Fundamentos da programação de computadores: Algoritmos, Pascal, C/C++ e Java*. 2ª ed., Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2007.
2. Cantù, M. *Dominando o Delphi 6: A Bíblia*. Makron Books Ltda., São Paulo, 2002.
3. Deitel, H. M. & Deitel, P. J. *C++: Como programar*. 5ª ed., Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2006.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. Deitel, P. & Deitel, H. *Java: Como programar*. 8ª ed., Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2010.
2. Leão, M. *Borland Delphi 4 for Windows 95/98/NT*. Axcel Books do Brasil, Rio de Janeiro, 1998.
3. Savitch, W. *Java: an introduction to problem solving & programming*. 4th ed., Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, 2005.
4. Sethi, R. *Programming Languages: concepts and constructs*. 2nd ed., Addison-Wesley Publishing Company, Reading, 1996.

8. **MIN721** *Separação Sólido-Líquido*

PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: SEPARAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO		Código: MIN721
Departamento: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS		Unidade: ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: ÉRICA LINHARES REIS	Nº Créditos 03	Carga horária semestral: 45

EMENTA

Sistemas particulados: colóides, finos e lamas; definições e terminologia. Dispersão e agregação: coagulação, floculação, floculação seletiva, teoria DLVO. Reagentes coagulantes, floculantes e dispersantes. Espessamento: aspectos teóricos e dimensionamento. Filtragem: aspectos teóricos e dimensionamento. Secagem.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Introdução ao curso;
2. Fundamentos termodinâmicos das interfaces;
3. Teoria DLVO e teoria DLVO estendida;
4. Aspectos distintivos da coagulação e da floculação;
5. Espessamento: princípios e tipos de espessadores;
6. Dimensionamento de espessadores;
7. Filtragem: princípios e tipos de filtros;
8. Dimensionamento de filtros;
9. Secagem: princípios e aplicações;
10. Termodinâmica da secagem.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- KELLEY, E. A., SPOTTISWOOD, D. J. Introduction to Mineral Processing. New York: John Wiley & Sons, INC., 1982.
- LUZ, A. B. et alli (Editores). Tratamento de Minérios. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995.
- LUZ, J. A. M. da & OLIVEIRA, Maria Lúcia M. de. Curso de Separação Sólido-Líquido (apostila). Ouro Preto: DEMIN/EM/UFOP, 2016.
- MASSARANI, G. Fluidodinâmica em Sistemas Particulados (2ª ed.). Rio de Janeiro: E?papers, 2002; 152 pp.
- SAVAROVSKY, L. Solid-Liquid Separation. 2nd edition, London. Butterworths, 1981.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- ANDERY, P. A. Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia in Memorian Professor Paulo Abib Andery. Recife: Fundação Instituto Tecnológico do estado de Pernambuco, 1980.
- GAUDIN, A. M. Principles of Mineral Dressing. New York: Mcgraw - Hill Book Company, Inc. 1975.

MULAR, A. L. & BHAPPU, R. B. Mineral Processing Plant Design, 2nd edition, New York: SME, 1980.

MULAR, A. L.; BARRATT, D.J.; HALBE D.N. (Ed.) Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control (2 Volumes). Littleton: SME, 2002.

PORTER, H. F et alii. Drying of Solids and Gas-Solids Systems. In: PERRY, R. H. & Green, D. Perry's Chemical Engineers' Handbook. New York: McGraw-Hill, 1984.

SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. (Ed). Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais. Rio de Janeiro: CETEM, 2007.

WILLS, B. A. & NAPIER-MUNN. T. Will's Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral (7th ed.). New York: Elsevier, 2006.