



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

---



## **Projeto Pedagógico**

# **PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CAPACITAÇÃO NA ÁREA DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS EM COLABORAÇÃO COM A VALE/ITV**

**Ouro Preto — MG**  
**Janeiro de 2019**

## Sumário

1. Nome do curso e área do conhecimento .....	3
2. Introdução.....	3
3. Justificativa .....	4
4. Objetivo .....	5
5. Coordenação.....	5
6. Carga horária .....	6
7. Conteúdo programático .....	6
8. Corpo docente .....	6
9. Metodologia.....	7
10. Infraestrutura física .....	7
11. Sistema de avaliação .....	7
12. Custeio e Gestão Financeira.....	8
<b>ADENDO A — Planilha de Custos .....</b>	<b>9</b>
<b>ADENDO B — Ementário das Disciplinas do Curso.....</b>	<b>11</b>



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 PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CAPACITAÇÃO NA ÁREA DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS EM COLABORAÇÃO COM A VALE/ITV**

### **1. Nome do curso e área do conhecimento**

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
E CAPACITAÇÃO NA ÁREA DE TRATAMENTO DE  
MINÉRIOS

30200008 - Engenharia de Minas

Curso Presencial

### **2. Introdução**

O grupo de pesquisa em tratamento de minérios da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) propõe por meio deste um plano pedagógico referente a uma ação de desenvolvimento tecnológico e capacitação, endereçada aos profissionais VALE, com interveniência do ITV.

Dentro deste contexto, pretende-se desenvolver as habilidades dos profissionais técnicos da empresa para o desenvolvimento de processos inovadores nas áreas de processamento físico e físico-químico de bens minerais e de seus resíduos, por meio de uma formação dirigida, e multidisciplinar, dentro do ambiente colaborativo do trinômio: centro de pesquisa/empresa/universidades.

A ação terá duas fases. A fase I (a qual será detalhada a seguir), compreende atividades de capacitação com 135 h de formação que fomentem ações de inovação e pesquisa científica e tecnológica aplicadas ao ambiente produtivo da VALE/ITV, a ser formalizado ainda em 2019. A

fase II, que envolve as ações de pesquisa e desenvolvimento complementares, a ser implementada a partir de 2020, será detalhada em um segundo instrumento.

### **3. Justificativa**

Por muitos anos o setor mineral desenvolveu seus processos baseado na replicação de conhecimentos adquiridos na prática em seu meio produtivo. Essa replicação acaba por interferir negativamente na qualidade dos processos que são únicos e possuem suas peculiaridades. Portanto, a implementação e inovação e tecnologia no setor mineral se faz necessária para que os processos sejam otimizados e a empresa se torne competitiva no mercado mundial.

Para isso, as grandes companhias do setor, como a Vale, tem investido em centros de pesquisa como o Instituto tecnológico Vale. Além disso, a empresa investe na relação com as universidades, sabidamente centros de desenvolvimento de pesquisa, inovação e tecnologia. Essa relação com as universidades pode ser estabelecida de diversas formas. Uma delas pode ocorrer por meio de fornecimento de capacitação pelas universidades aos engenheiros da empresa para que estes sejam capazes de aperfeiçoar e otimizar processos.

A falta de mão-de-obra capaz de empregar inovação e tecnologia aos processos minerários 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 Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação na Área de Tratamento de Minérios em Colaboração com a VALE/ITV é um programa que é proposto com o objetivo de ajudar a sanar esses problemas no meio produtivo da empresa. Propõem-se um curso de capacitação com três módulos de 45 horas, fornecido pelos professores do PPGEM/UFOP, voltado à capacitação de pessoal e fomento à aplicação de inovação e tecnologia aos processos.

O estabelecimento deste tipo de parceria oferece vantagens para a universidade, sociedade e meio produtivo. Do ponto de vista da universidade, a parceria trás vantagens em relação à contribuição para a melhoria de seus indicadores e por sua inserção no meio produtivo por meio da lei de inovação. O projeto está inserido no Plano de Desenvolvimento institucional (PDI) da UFOP, em que as atividades as atividades de incentivo à inovação são contempladas. Além disso, os módulos de capacitação terão atividades voltadas ao incentivo de desenvolvimento de projetos voltados à tecnologia, que podem gerar publicações científicas.

O desenvolvimento tecnológico tradicionalmente confere segurança aos processos, o que impacta e beneficia diretamente a sociedade que acaba por se inserir neste meio produtivo, seja como força de trabalho ou como comunidade circunvizinha aos complexos minerários. Esse fato confere ao projeto grande relevância e interesse social, o que reafirma a importância do desenvolvimento de projetos desse tipo.

Por fim, o meio produtivo tem suas atividades aperfeiçoadas, garantindo a otimização de seus processos e propiciando a redução de seus impactos sociais e ambientais.

#### **4. Objetivo**

##### 4.1. Objetivo geral

O Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação na Área de Tratamento de Minérios em Colaboração com a VALE/ITV tem por objetivo geral habilitar profissionais técnicos para o desenvolvimento de processos inovadores nas áreas de processamento físico e físico-químico de bens minerais e de seus resíduos, por meio de uma formação dirigida e multidisciplinar. Com isso, pretende prover aos profissionais formação para desenvolvimento de inovação em seu meio produtivo visando maior competitividade da VALE/ITV no setor mineral.

##### 4.2. Objetivos específicos

- Fornecer módulo de 45 horas relacionado a temática de físico-química interfacial;
- fornecer módulo de 45 horas relacionado a aplicação de técnicas estatísticas multivariadas aplicada à processos;
- fornecer módulo de 45 horas relacionado estudo do manuseio de graneis na mineração;
- Desenvolvimento das habilidades voltadas à ações de inovação por meio de aulas teóricas, aulas práticas laboratoriais, seminários técnicos, visitas técnicas, assistências extra-classe, estudos de casos, desenvolvimento de projetos, entre outros.

#### **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 3 módulos de 45 horas (de 60 minutos de duração), que ocorrerão nos meses de maio, setembro e outubro, totalizando 135 horas de aula. Cada disciplina será ministrada em uma quinta-feira, duas sextas-feira e dois sábados, 9 horas cada dia, totalizando 45 horas.

## 7. Conteúdo programático

O currículo do curso do Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação na Área de Tratamento de Minérios em Colaboração com a VALE/ITV foi organizado em 3 módulos, que abordam os tópicos essenciais para desenvolvimento de ações de inovação e pesquisa científico-tecnológica no científica no setor. As ementas e programação das atividades didáticas ao longo do curso podem ser consultadas no *Adendo B*.

**Quadro I – Matriz Curricular**

<b>CÓDIGO</b>	<b>MÓDULO</b>	<b>CRÉDITO</b>	<b>CARGA HORÁRIA (Horas)</b>	<b>DOCENTE RESPONSÁVEL</b>
A definir	Físico-química interfacial tecnológica	03	45	José Aurélio Medeiros da Luz
A definir	Estatística multivariada aplicada a processos minerários	03	45	Tatiana Barreto dos Santos
A definir	Tecnologia no manuseio de graneis	03	45	José Margarida da Silva
	<b>TOTAL</b>	<b>09</b>	<b>135</b>	

O elenco de disciplinas propostas tem caráter voltado ao desenvolvimento de ações de inovação e pesquisa científica e será ofertado por professores pertencentes ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral.

## 8. Corpo docente

O corpo docente do Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação na Área de Tratamento de Minérios em Colaboração com a VALE/ITV é composto por professores da Universidade Federal de Ouro Preto, todos com formação em nível de doutorado e experiência no setor mineral. A seguir, a relação dos professores a princípio alocados para o projeto (como instrutor e/ou orientador) é a seguinte:

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

José Margarida da Silva, M. Sc., Dr.

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

## **9. Metodologia**

O curso será subsidiado por conjunto de metodologias de ensino pautadas na teoria e na prática, voltadas à formação para o desenvolvimento de atividades voltadas à inovação e pesquisa científico-tecnológicas. Ela irá basear-se em aulas teóricas, aulas práticas laboratoriais, seminários técnicos, visitas técnicas, assistências extra-classe, estudos de casos, 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 referente as atividades de cada módulo será permanente durante o curso. Os professores dos módulos estarão disponíveis aos alunos e prestarão orientação presencial e/ou à distância, através da Internet.

## **10. Infraestrutura física**

Para que os módulos do curso do programa de desenvolvimento tecnológico e capacitação seja ministrado, a infraestrutura considerada (salas e projetores) será fornecida pela VALE/ITV, em suas instalações em Ouro Preto ou Santa Luzia, Minas Gerais.

## **11. Sistema de avaliação**

A proposta pedagógica do Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação na Área de Tratamento de Minérios em Colaboração com a VALE/ITV 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.

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).

Assim, o aluno que cumprir as exigências mínimas de frequência e aproveitamento será considerado apto a receber declaração de aprovação no módulo realizado, expedido pela Universidade Federal de Ouro Preto.

## 12. Custeio e Gestão Financeira

O custeio integral do do Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação na Área de Tratamento de Minérios em Colaboração com a VALE/ITV, está detalhado no *Adendo A*, incluindo todas as despesas com:

- Retribuição à UFOP e custo operacional da fundação interveniente;
- Adicional variável referente aos docentes que ministraram os módulos;
- Despesas referentes a material de consumo, material permanente, financiamento de publicações e aquisição de livros.

A gestão financeira caberá à interveniente: *Fundação Gorceix* ou *FUNDEP – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa*, a definir.

## 13. Resultados esperados

- Habilitação dos profissionais técnicos da VALE para para o desenvolvimento de processos inovadores nas áreas de processamento físico e físico-químico de bens minerais e de seus resíduos, por meio de uma formação dirigida e multidisciplinar.
- Que a inovação seja fomentada no meio produtivo da empresa visando maior competitividade da VALE/ITV no setor mineral.
- Contribuição aos indicadores de produção científica da Universidade Federal de Ouro Preto por meio do desenvolvimento de projetos nos módulos ministrados.



## **ADENDO A — Planilha de Custos**

**Planilha de custos ( 3 módulos; total de 12 meses de duração)**

<b>Categoria</b>	<b>Especificação</b>	<b>Valor</b>
<i>Custos indiretos da UFOP</i>	Retribuição à UFOP (10%)	R\$15.000,00
	Ressarcimento à UFOP (30%)	R\$ 30.000,00
<i>Custo operacional</i>	Fundação de Apoio (10%)	R\$ 15.000,00
<i>Rubricas</i>	Remuneração dos docentes que ministraram os módulos	R\$ 49.950,00
<i>Material de consumo</i>	Vidrarias	R\$ 3.000,00
	Reagente de laboratório	R\$2.000,00
<i>Serviços de terceiros</i>	Finciamto de publicações e aquisição de livros	R\$10.050,00
<i>Material permanente</i>	Dois desktops	R\$ 16.000,00
	Um notebook	R\$6.000,00
	Projetor de dados de 4.000 lúmens	R\$ 3.000,00
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>R\$150.000,00</b>

# **ADENDO B — Ementário das Disciplinas do Curso**

## 1. Físico-química interfacial tecnológica

### PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina: <b>FÍSICO-QUÍMICA INTERFACIAL TECNOLÓGICA</b>		Código:
Departamento: <b>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS</b>		Unidade: <b>ESCOLA DE MINAS</b>
Professor responsável: <b>JOSÉ AURÉLIO MEDEIROS DA LUZ</b>	Nº Créditos <b>03</b>	Carga horária semestral: <b>45</b>

### 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
10. Diagramas de equilíbrio
11. Aplicações tecnológicas de propriedades interfaciais no tratamento de minérios

### 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 BPCC 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.

## 2. Estatística multivariada

### PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina <b>ESTATÍSTICA MULTIVARIADA APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS</b>		Código
Departamento <b>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS</b>		Unidade <b>ESCOLA DE MINAS</b>
Professor responsável: Tatiana Barreto dos Santos	Nº de Créditos 03	Carga Horária Semestral 45

### EMENTA

Introdução  
Análise de Componentes Principais  
Análise Fatorial  
Análise de Agrupamentos  
Análise Discriminante

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 1. Conceitos iniciais:** conceitos básicos de estatística multivariada, normalidade multivariada, classificação de técnicas multivariadas, tipos de técnicas multivariadas, base de dados e diretrizes para análise multivariada e diretrizes.
- 2. Análise de Componentes Principais:** definição, componentes principais exatas extraídas da matriz de covariâncias, estimação das componentes principais (matriz de covariâncias), análise de componentes principais via matriz de correlação, critérios para determinação do número de componentes principais, aplicação da técnica na análise de dados e melhoria de processos minerários.
- 3. Análise Fatorial:** definição, modelo ortogonal, estimação do número de fatores, métodos de estimação da matriz de cargas fatoriais (componentes principais, fatores principais e máxima verossimilhança), comunalidades, especificidade, estimação dos fatores, rotação de fatores, medidas de ajuste do modelo (KMO e MSA), aplicação da técnica na análise de dados e melhoria de processos minerários.
- 4. Análise de Agrupamentos:** medidas de similaridade e dissimilaridade, técnicas de construção de grupos, técnicas hierárquicas aglomerativas (método de ligação simples, de ligação completa, de ligação média, do centróide e de Ward), técnicas não hierárquicas (k-means), aplicação da técnica na análise de dados e melhoria de processos minerários.
- 5. Análise Discriminante:** estimação da regra de classificação para duas populações, avaliação da qualidade de ajuste da regra de discriminação, estimação da regra de classificação para k populações, funções discriminantes canônicas de Fisher, regressão logística, aplicação da técnica na análise de dados e melhoria de processos minerários.

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

HAIR, J.F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 2009, 688 p.

MINGOTI, Sueli Aparecida (2005). Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. 1. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG.

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

RENCHER, A. C. , Methods of multivariate analysis. New York: John Wiley, 1995.

ANDERSON, T. W. An introduction to multivariate statistics. New York: John Wiley, 1984.

JOBSON, J. D. Applied multivariate data analysis. vols I. e II, New York: Springer Verlag, 1992.

JOHNSON, R. A. , WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 4 ed. New Jersey. Prentice Hall Inc. 1998.

HOSMER, D.W.; LEMESHOW, S. Applied Logistic Regression. New York: John Wiley, 2ª Edição, 2000.

### 3. Fluxo de material fragmentado

#### PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina Tecnologia no manuseio de graneis		Código
Departamento <b>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS</b>		Unidade ESCOLA DE MINAS
Professor responsável: JOSÉ MARGARIDA DA SILVA	Nº de Créditos 03	Carga Horária Semestral 45

#### EMENTA

Conceitos básicos (material granular, material fragmentado, manuseio de materiais); Estocagem em pilhas; Estocagem em silos; Propriedades de fluxo de materiais fragmentados; Problemas de fluxo; Fluxo de material fragmentado em escavações subterrâneas; Projeto de fluxo

#### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

--

#### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CHAVES, A. P.; FERREIRA, F. M. Estocagem e Homogeneização. EPUSP. 1996. GOMIDE, R. Operações com sistemas sólidos granulares. Operações Unitárias. São Paulo. 1983.  
KELLY, E. G.; SPOTTISWOOD, D. J. Dry Solids Handling. International to Mineral Processing. New York. Jon Wiley, pp. 367-379. 1982.  
KVAPIL, R. The mechanics and the design of sublevel caving systems. In: GERTSCH, R. E. e BULLOCK, R. L. Techniques in Underground Mining. SME, pp. 621-653. 1998.



ODA, M.; IWASHITA, K. Mechanics of granular materials: an introduction. Balkema Publishers. 400 pp. 1999.

SILVA, J. M. Estudo do fluxo de material fragmentado em mineração subterrânea, com uso de modelos físicos. Tese de doutorado. Área de Concentração Tecnologia Mineral. CPGEM/UFMG. 209pp. 2005.

THOMSON, F. M. Storage and flow of particulate solids. In: Fayed, M. E.; Otten, L. Handbook of Powder Science and Technology, 2nd. ed., pp. 389-486. 1997.

JANELID, I.; KVAPIL, R. Sublevel Caving. In: International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, v.3, pp. 129-153. 1966.

KVAPIL, R. Gravity flow of granular materials in hoppers and bins – part I. In: International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, v. 2, pp. 35-41. 1965 a.

KVAPIL, R. Gravity flow of granular materials in hoppers and bins in mines – part II: coarse materials. In: International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, v. 2, pp. 277- 304. 1965 b.

JUNG, S. I.; BISWAS, K.; LEE, H. Understanding rock flow mechanism in ore pass using Working Model 2D. NARMS-TAC 2002, Hammah (ed), pp. 1283-1287. 2002.

MUSTOE, G. A numerical and experimental study of the performance and safety issues for ore pass systems ; acessada em 17/09/2002.

RUPPRECHT, S. M. Optimizing stope ore passes in ultra deep layouts. MINE PLANNING AND EQUIPMENT SELECTION, 2001, pp. 377-383. 2001.

SILVA, J. M.; GRIPP, M. F. A.; LUZ, J. A. M. Parâmetros para o projeto de fluxo por gravidade de material fragmentado. II Congresso Brasileiro de Mina Subterrânea, Belo Horizonte. IBRAM. 2002. 12p.

SILVA, J. M.; LUZ, J. A. M. Fluxo de material particulado em sistemas confinados. XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios, Recife (PE). 2002. 8p.

SILVA, J. M.; LUZ, J. A. M. Aspectos reológicos do escoamento de materiais granulares. XXX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios, Florianópolis. 2004. 5p.

SILVA, J. M.; NEME, M. B. Aspectos de segurança na extração e no escoamento de materiais fragmentados em minas subterrâneas. I Semana Ibero-americana de Engenharia de Minas, São Paulo. 2004. 6p.

SILVA, J. M. Abordagens no projeto de escoamento por gravidade de material fragmentado em minas subterrâneas. I Semana Ibero-americana de Engenharia de Minas, São Paulo. 2004. 9p.

SILVA, J. M. A simulação do fluxo por gravidade de materiais fragmentados em mineração, com uso de modelos físicos. III Congresso Brasileiro de Mina Subterrânea, Belo Horizonte. 2004. 12p.

LUZ, J. A. M.; SILVA, J. M. Rheological behavior of dense granular media. International Congress of Mechanical Engineering, Ouro Preto. 2005.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

