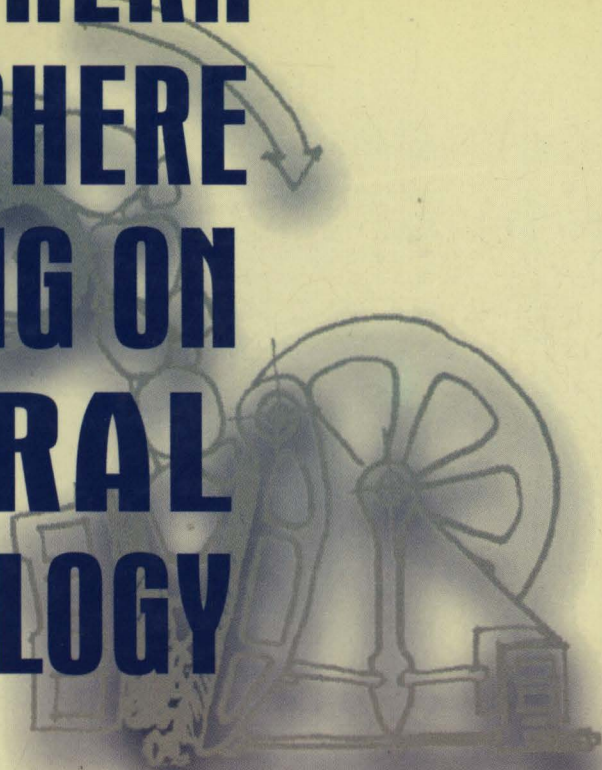


# VI SOUTHERN HEMISPHERE MEETING ON MINERAL TECHNOLOGY



3  
VOLUME

XVIII ENCONTRO  
NACIONAL DE  
TRATAMENTO DE  
**M**INÉRIOS E  
METALURGIA  
EXTRATIVA



Rio de Janeiro, May 2001  
CETEM • PUC-RIO • UFRJ

VI Southern Hemisphere Meeting  
on Mineral Technology

XVIII Encontro Nacional de  
Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa

*Anais*

Rio de Janeiro – Brasil

27 de maio a 1º de junho de 2001

*6.000.000.974*

*ET00008742-9*

Editores

Roberto de Barros Emery Trindade  
Juliano Peres Barbosa  
Ricardo Melamed  
Adão Benvindo da Luz

*6.000.000.974*  
*6.000.000.974*  
*6.000.000.974*  
*6.000.000.974*  
*6.000.000.974*

**VI Southern Hemisphere Meeting on Mineral Technology**  
**XVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**

**Comitê Organizador**

Achilles Junqueira B. Dutra  
COPPE/UFRJ

Adão Benvindo da Luz  
CETEM/MCT

Juliano Peres Barbosa  
CETEM/MCT

Maurício Leonardo Torem  
PUC-Rio

Paulo Sérgio M. Soares  
CETEM/MCT

Roberto de B. Emery Trindade  
CETEM/MCT

Ricardo Melamed  
CETEM/MCT

Roberto C. Villas Bôas  
CETEM/MCT

*Fátima Engel*  
Composição e Execução Gráfica

*Vera Lúcia Ribeiro*  
Capa

*Rosely Pereira Romualdo*  
Secretária

**CETEM**  
**BIBLIOTECA**

Reg. N.º 830 Data 10/06/2001

**CETEM**

F. FONIO

17-B - 8989

COL. DE VOL VOL N.º

DATA 10/06/2001

REG. N.º

**BMB**

Southern Hemisphere Meeting on Mineral Technology (6: Rio de Janeiro: 2001)  
6<sup>th</sup> Southern Hemisphere Meeting on Mineral Technology, 27 May - 1 June 2001.  
Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

I. Beneficiamento de Minérios-Congresso. 2. Tecnologia Mineral-Congresso.  
3. Congressos e Convenções II. Encontro do Hemisfério Sul de Tecnologia  
Mineral (6: Rio de Janeiro: 2001) III. Encontro Nacional de Tratamento de  
Minérios e Metalurgia Extrativa (18: Rio de Janeiro: 2001)

ISBN 85-7227-140-6

CDD 622.7  
5727s  
2001

## NATIONAL ADVISORY COMMITTEE

Adriano Caranassios - CETEM/MCT  
Afonso Henrique Martins - UFMG  
Alexandre Guerra - UNIBANCO  
Ana Paula A. Oliveira - CETEM/MCT  
Antonio E. C. Peres - UFMG  
Armando C. Araújo - MBR  
Arnaldo Alcover Neto - CETEM/MCT  
Arthur Pinto Chaves - USP  
Carlos Adolpho M. Baltar - UFPE  
Donizetti A. do Carmo - IBAMA  
Eduardo A. Brocchi - PUC-RIO  
Eduardo Vale - Bamburra/RJ  
Fernando Lins - CETEM/MCT  
Fernando Zancan - SIECESC  
Francisco José Moura - PUC-RIO  
Francisco Lapido Loureiro - CETEM/MCT  
George Valadão - UFMG  
Gildo Sá - CETEM/MCT  
Hélio C. Moreira - BNDES  
Henrique Kahn - USP  
Ivo Andre Schneider - UFPE  
Jader Martins - UFOP  
Joel Weiss - FINEP  
José F. Sadeck - DNPM  
João A. Sampaio - CETEM/MCT  
Jorge Rubio - UFRGS

José Aury de Aquino - CDTN  
José Farias de Oliveira - UFRJ  
José Mendo M. Souza - IBRAM  
José Osaél Farias - PARANAPANEMA  
Laurindo Leal Filho - USP  
Lino Freitas - CVRD  
Luciano Ramos - CVRD  
Luís Alberto Teixeira - PUC-RIO  
Luís Antônio F. Barros - FOSFÉRTIL  
Luiz G. S. Sobral - CETEM/MCT  
Luiz Marcelo Tavares - UFRJ  
Luiz Sérgio L. Araújo - MILLENNIUM  
Maria José Salum - UFMG  
Marisa B. M. Monte - CETEM/MCT  
Milton C. Costantin - RIO CAPIM CAULIM  
Olavo Barbosa Filho - PUC-RIO  
Paulo Brandão - UFMG  
Paulo R. A. S. Lima - CVRD  
Samir Nahas - CPRM  
Sérgio Cabo - CADAM  
Reiner Neuman - CETEM/MCT  
Roberto J. Carvalho - PUC-RIO  
Rupen Adamian - UFRJ  
Themis Carageorgos - UENF  
Virgínia Ciminelli - UFMG

## INTERNATIONAL ADVISORY COMMITTEE

Adelino Taboada - RTZ, U.K.  
Ana M. Celeda - INTEMIN, Argentina  
Cesar O. Gomez - McGill University, Canada  
Claudio L. Schneider - University of Utah, USA  
Errol van Huyssteen - CANMET, Canada  
Fathi Habashi - Laval University, Canada  
Francis W. Petersen - Cape Technikon, South Africa  
Frank Lawson - Monash University, Australia  
George Demopoulos - McGill University, Canada  
Gordon Ritcey - Ritcey & Associates, Canada  
Jan Miller - University of Utah, USA  
John Meech - University of British Columbia, Canada  
John Ralston - IWRI - University South Australia  
John W. Bennett - ANSTO, Australia  
John Watson - University of Missouri, USA  
Mario Sanchez - Universidad de Concepción, Chile  
Miguel Diaz - Knight Piezold, United Kingdom  
Oswaldo Bascur - OSI Software, USA  
Paolo Massacci - University of Rome, Italy  
Prافula K. Jena - India

## CONCENTRAÇÃO DE MINÉRIO DE OURO DA FAZENDA PEDRA PRETA – PB UTILIZANDO CONCENTRADOR CENTRÍFUGO

*José Yvan Pereira Leite<sup>1</sup> e Francisco Freitas*

<sup>1</sup>Lab. de Processamento Mineral e de Resíduos – CEFET-RN  
Av. Salgado Filho, 1559 Tirol CEP: 59.015-000 Natal – RN - Brasil  
[jypleite@eol.com.br](mailto:jypleite@eol.com.br) ou [leite@cefet-rn.br](mailto:leite@cefet-rn.br)

### RESUMO

Este trabalho apresenta resultados da concentração de ouro em uma área de pesquisa, no município de Princesa Isabel–Pb-Br. Os ensaios de concentração foram realizados utilizando um concentrador centrífugo Maknelson, que operou com recuperações médias de 82%. Foi identificado nos concentrados do processo teores de óxido de titânio, óxido de tântalo e nióbio, os quais precisam receber uma maior atenção na pesquisa mineral.

**Palavras Chaves:** concentração gravítica, concentrador centrífugo, ouro, minerais densos.

### INTRODUÇÃO

A região do município de Princesa Isabel – PB, tem se caracterizado pela ocorrência de ouro, inclusive tendo pequenos empreendimentos mineiros em atividade e a presença do desenvolvimento de atividade garimpeira.

O objetivo do trabalho foi identificar a presença de ouro em área requerida para a pesquisa pela empresa Karlota Ltda, na qual existem área já lavradas por garimpeiros e, ao mesmo tempo, testar a eficiência da concentração de ouro utilizando um concentrador centrífugo Maknelson (KC-06).

As amostras coletadas para a realização deste trabalho foram fornecidas por técnico contratado pela Empresa, onde o mesmo realizou amostragem em áreas da Fazenda “Pedra Preta”.

A concentração gravítica voltou a ganhar atenção na década de 80 para a concentração de ouro (Lins et Alli, 1992). A aplicação no Brasil esteve restrita a pequenos empreendimentos, com exceção da pre-concentração de ouro utilizada pela Rio Paracatu Mineração.

Estudo comparativo entre os concentradores Knelson e Falcon foi realizado, mostrando que o Falcon tem maior eficiência e sendo associada ao número de G, que é em média 5 (cinco) vezes superior (Ancia na Frenay and Dandois, 1997).

Existe um bom número de trabalhos utilizando os concentradores centrífugos com eficiência para a concentração de ouro, cobre, tantalita, entre outros, os quais podem ser observados nos sites dos principais fabricantes no mundo (Sites na internet da Knelson e Falcon).

No Brasil se tem notícia de testes de concentração na CVRD, em Carajás-PA. No Estado do Rio Grande do Norte (RN) os concentradores centrífugos são aplicados para a concentração de ouro de rejeito de lixiviação em pilha, em Currais Novos, e de tantalita/columbita de pegmatitos, em Caiçara do Rio dos Ventos, respectivamente, o FM4 (Fabricado pela FAMAG) e o HJC1 (Fabricado pela Hidro Jet).

É observado nas plantas localizadas no Estado do RN que as mesmas precisam melhorar o layout de processo, tendo em vista a eficiência.

### METODOLOGIA

As amostras recebidas tinham massas médias de 250 kg e estas foram preparadas segundo o fluxograma de processo apresentado abaixo.

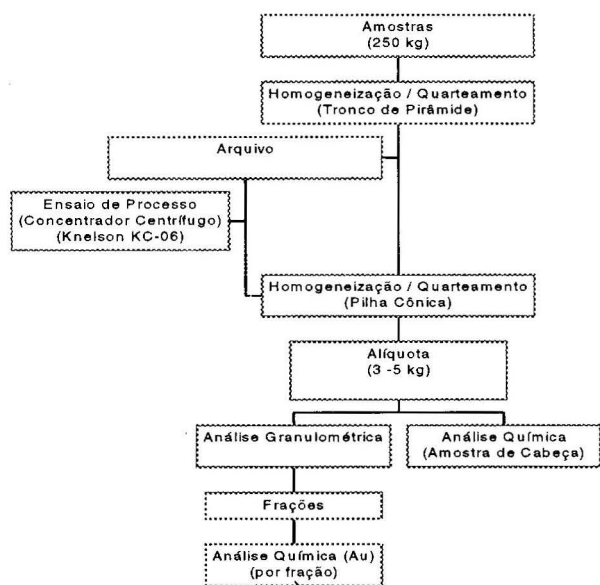


Figura 1 – Fluxograma dos ensaios de processo.

Os trabalhos de processo foram desenvolvidos no laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos do CEFET-RN e as análises químicas para ouro foram efetuadas utilizando o “fire assay” como metodologia e realizadas nos Laboratórios da Lakefield Geosol, em Belo Horizonte-MG.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras para a realização deste trabalho foram coletadas nas área indicadas no mapa mostrado abaixo.

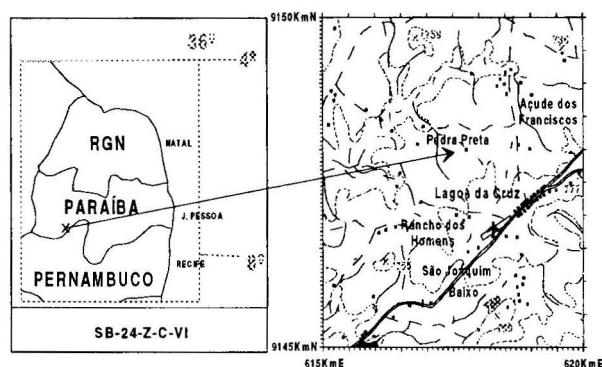


Figura 2 – Localização da área de coleta das amostras.

A tabela 1 apresenta os resultados das análises químicas para ouro das amostras.

Tabela 1 – Resultados das análises químicas para ouro das amostras de cabeça e compostas (análises granulométricas).

Amostra	Teor de Ouro (ppm)	
	(amostra de cabeça)	(composta – calc.)
GC	0,005	0,062
GB	0,042	0,332
TB	0,627	0,673
BB	4,24	2,834
RF	0,255	0,082

Legenda: GC – Grota da Cabra; GB – Grota da Barragem; TB – Trincheira da Barragem; BB – Banqueta do Barraco e RF – Rejeito do Formigueiro.

Analisando os resultados dos teores de ouro encontrados nas amostras, observa-se que estes devem ser objeto de ampliação de estudos de campo associados ao desenvolvimento de trabalhos de processo, devido a variação dos valores dos teores, que deve ser proveniente de efeito pepita nas amostras, observado visualmente, e dos resultados das análises químicas das frações granulométricas.

As amostras de cabeça foram submetidas a análise granulométrica com o objetivo de identificar as faixas em que o ouro está presente, visando definir qual o processo e equipamento mais adequado para a sua concentração.

A figura 3 apresenta os resultados de distribuição granulométrica em função da abertura da peneira para as amostras estudadas.

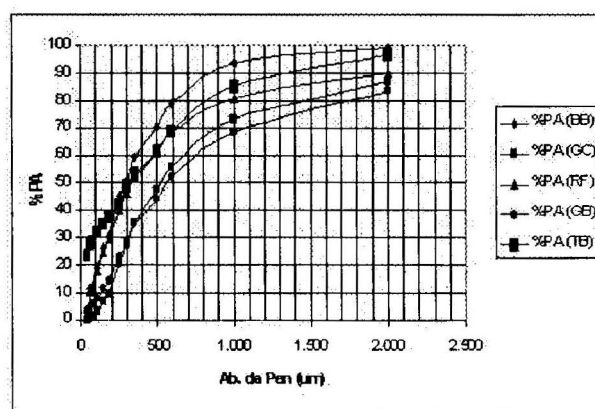


Figura 3 - Distribuição granulométrica das amostras.

A figura 4 apresenta a distribuição do teor de ouro em função da abertura da malha.

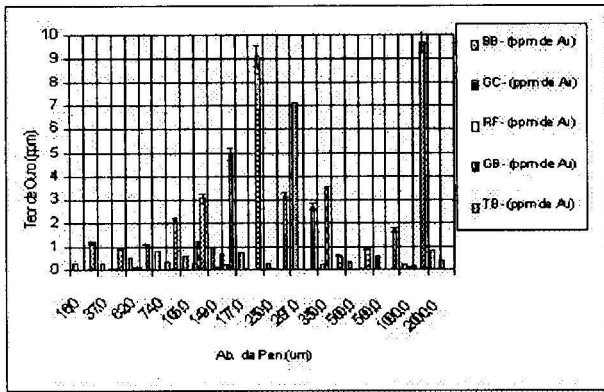


Figura 4 – Distribuição do teor de ouro em função da granulometria das amostras.

Observando a figura 4, nota-se que o ouro está presente em todas as faixas granulométricas, no entanto é mais proeminente nas frações de tamanho superior a 62  $\mu\text{m}$ .

Ensaio de concentração gravítica, utilizando bateia, foram realizados, sendo seu concentrado analisado por fluorescência de raios-X e seu resultado apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Análise química de concentrado de bateia.

Elemento/Óxido	Teor (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,40
CaO	0,70
Fe	24,50
K <sub>2</sub> O	0,46
MgO	0,63
MnO	1,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,20
SiO <sub>2</sub>	20,20
TiO <sub>2</sub>	40,30
Perda ao Fogo	< 0,01

Os resultados de análise química associado com observações da composição mineralógica, apresentam um teor de rútilo importante nos concentrados de bateia e também de óxidos de ferro, possivelmente na forma de limonita, pois em ensaios de separação magnética não foi observado a atração destes grãos.

A figura 5 apresenta uma relação entre o tamanho da partícula de ouro e os equipamentos que podem ser utilizados para sua concentração.

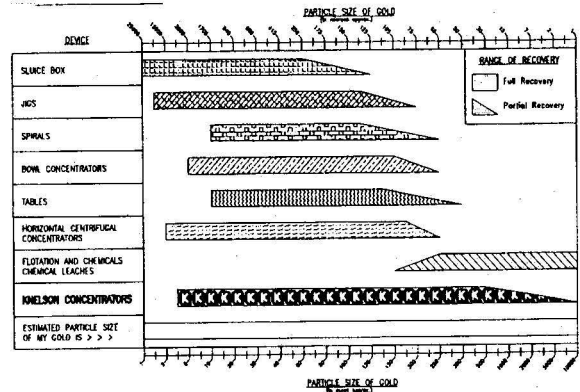


Figura 5 – Relação entre tamanho da partícula de ouro e equipamento de concentração (Catálogo Knelson).

Observando a figura 5 e relacionando os dados do tamanho das partículas de ouro encontradas neste trabalho, se pode utilizar os concentradores centrífugos, flotação e os processos hidrometalúrgicos. Como a composição mineralógica é simples e as partículas de ouro estão associadas ao quartzo, os concentradores centrífugos são os mais adequados para a amostra estudada.

Os ensaios de processo foram realizados usando a relação  $F/F_g$  igual a 70, taxa de alimentação de 1 t/h, vazão de água de fluidização de 6 m<sup>3</sup>/h e pressão de 15-25 psi.

Os ensaios de processo foram realizados após a otimização do concentrador centrífugo, sendo as amostras submetidas a duas etapas de concentração, conforme é mostrado na figura 6.

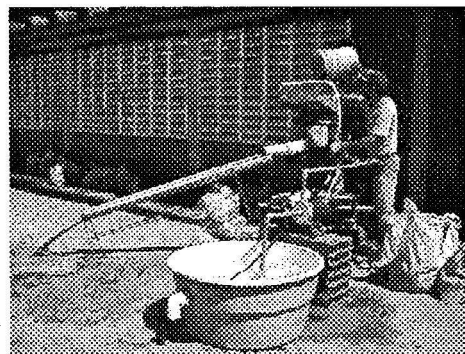


Figura 6 – Ensaios de processo com o concentrador Maknelson.

Os ensaios de concentração foram realizados com amostras de 25 kg, sendo que, ao final deste, a massa do concentrado variou entre 0,85 a 0,74 kg, tendo um grau de redução de massa entre 30-34 vezes. Os resultados dos ensaios de concentração estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de concentração.

Amostra	Teor de Au (ppm)		% R
	Concentrado	Rejeito	(ppm deAu)
GC	1,67	0,013	79,65
GB	2,81	0,073	80,09
TB	38,33	0,14	79,72
BB	16,66	0,479	85,35
RF	1,66	0,033	88,82

Observando os resultados da tabela 3, nota-se que a recuperação média de ouro nos ensaios foi de 82%. No entanto, os resultados dos teores sugerem a necessidade de um segundo estágio de concentração do concentrado, devido a descontinuidade do processo, provocado pelo “design” do aparelho utilizado. Este estágio tem como objetivo elevar o teor e reduzir a massa do concentrado. No LPMR do CEFET-RN está sendo desenvolvido um novo “design” de concentrador centrífugo, com fluxo contínuo e variação do número de G imprimido as partícula minerais que se deseja separar.

Os concentrados do Maknelson apresentam teores importantes de minerais densos escuros, sendo que parte destes eram de rútilo e de óxidos de ferro. Foi efetuada análise química por via úmida, nos laboratórios do Dep. de Engenharia de Minas – UFPB, com o objetivo de verificar teores de óxido de tântalo e nióbio nas amostras, pois havia algum indício. A tabela 4 mostram os resultados destas análises.

Tabela 4 – Teores de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nos concentrados do Maknelson.

Amostra	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
GC	2,49	7,03
GB	3,39	4,97
BB	2,94	4,75

Os resultados da tabela 4 indicam a presença de tantalita/columbita que pode ser importante para a implantação de uma planta piloto, pois se pode pre-concentrar os minerais densos e em outro estágio obter estes separadamente.

Os resultados deste trabalho levam a propor a implantação de uma planta piloto na área do projeto, baseada na concentração gravítica, tendo em vista ampliar o conhecimento de dados de pesquisa mineral auxiliados por dados gerados na planta piloto de processo. Na área do projeto, existe infra-estrutura básica como água, energia elétrica e já estão disponibilizado alguns equipamentos para sua implantação.

A associação do ouro com minerais de rútilo e o aparecimento de teores de óxido de tântalo e nióbio no concentrado pode viabilizar o processo em pequena escala.

O maior problema desta contextualização, está agregado à ausência de tradição mineral do grupo detentor da área de pesquisa, que deseja obter lucros imediatos com o empreendimento, através da negociação da área com outros investidores e/ou procurar sócios do setor para empreender o negócio.

## CONCLUSÃO

Este trabalho mostra a importância do desenvolvimento de pesquisa aplicada associada a pequenas empresas, possibilitando a geração de empreendimentos mineiros.

Os resultados da concentração de ouro com o concentrador centrífugo apresentou recuperações médias em torno de 82 % e a presença de teores de óxido de tântalo e nióbio, bem como o óxido de titânio. Deve haver ampliação de trabalhos de pesquisa geológica combinada com os ensaios de processo, através da instalação de uma planta piloto.

A geração de dados tecnológicos, em área em que a cultura mineral ainda não está presente, é um obstáculo aos empreendimentos; no entanto, se deve buscar parceiros para a implementação destes negócios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lins, F. F., Costa, L. S. N., Delgado, O. C. e Gutierrez, J. M. A., Concentrador Centrífugo: Revisão e Aplicações Potenciais. Rio de Janeiro. CETEM/CNPq. Pp. 32.
- Ancia, Ph., Frenay, J. and Dandois, Ph., Comparasion of teh Knelson and Falcon Centrifugal Separators. In: Mosley Int. Conf. Falmouth. 1997. Pp. 10.

Knelson Catalogo, The Gold Standard.

<http://www.knelson.com>

<http://www.concentrators.net>

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos agradecimentos à Empresa Karlota Ltda por permitir a divulgação dos resultados deste trabalho, bem como aos bolsistas do LPMR-CEFET-RN, os quais tanto contribuíram para o desenvolvimento de nossas atividades.