

ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA LABORATÓRIO

Neilton S. Tapajós, Quézia S. Alencar & Danila C. Vulcão

Coordenação de Mineração/Instituto Federal do Pará /Lab. Beneficiamento. Av. Almirante Barroso 1155. Bairro. São Brás Belém/Pa. CEP 66093-020. Tel. 91 3201-1766. Cel. 91 8837-6269. E-mail: neilton.tapajos@ifpa.edu.br

RESUMO

O uso de procedimentos operacionais é um elemento indispensável na organização da indústria de mineração por conter uma descrição detalhada de todas as operações necessárias para realização de uma atividade, ou seja, este roteiro permite que, em empresas cujos colaboradores trabalhem em turnos diferentes, que possam ser executadas a mesma tarefa de uma única forma. A partir dessa concepção de mercado de trabalho e com objetivo de aproximar cada vez mais o egresso do curso técnico em mineração do ambiente da empresa, permitindo desta forma a execução de atividades laboratoriais com nível mais elevado, capacitando sobre o ponto de vista de controle e instrumentação, foram conduzidos estudos para produção de roteiros técnicos definidos como: procedimentos operacionais de laboratório, estabelecendo o ponto de partida na execução de ensaios de cominuição, análise granulométrica e determinação de densidade de minério nas dependências do laboratório de Beneficiamento do Instituto Federal do Pará, onde foram identificados os principais passos a serem adotados na descrição da operação, avaliados as diferentes técnicas que podem estar envolvidas na preparação de amostra e conduzido experimentos com diferentes matérias-primas a fim de confirmar a metodologia final que foi descrita. Como principais resultados até o presente momento estão: a elaboração de procedimentos operacionais de laboratório, em sua primeira versão, que traduzem não mais o experimento do ponto de vista acadêmico, mas, reproduz em escala menor a condição de trabalho; o incremento na formação acadêmica do egresso que desperta para a gestão da qualidade e controle de processo; melhorias na avaliação de resultados de experimento e adequação da infra-estrutura do laboratório de beneficiamento de minérios do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará.

PALAVRAS-CHAVE: Procedimento operacional, Controle de processos, Ensaios de laboratório.

ABSTRACT

The use of operational procedures is essential in the organization of the mining industry because it contains a detailed description of all the operations necessary to perform an activity, this script allows, in companies whose employees work in different shifts, which can be performed the same task in a single form. From this conception of the labor market and in order to bring more of the egress technical course in the environment of the mining company, thereby enabling the implementation of laboratory activities with higher level, enabling the point of view of control and instrumentation, studies were conducted for the production of technical roadmaps defined as: operating procedures, laboratory, setting the starting point for the implementation of the testing of comminution, size analysis and determination of density of ore in the laboratory facilities to benefit from the Federal Institute of Pará, where they identified the main steps to be taken in describing the operation and evaluated the different techniques that may be involved in the preparation of samples and conducted experiments with different raw material in order to confirm the final methodology that was described. The main results so far are: the development of laboratory procedures in its first version, which no longer reflect the experiment from the academic, but plays on a smaller scale the conditions of work, the increase in academic of egress that awakens to the quality management and process control, improvements in the evaluation of results of experiment and adequacy of the infrastructure of the laboratory for processing ore from the Federal Institute of Education Science and Technology of Pará

KEY WORDS: Operational Procedures, process control, testing laboratory.

1. INTRODUÇÃO

Uma tendência observada nas últimas décadas é que os laboratórios de ensaios das instituições públicas sejam eles: físico ou químico tornem-se, cada vez mais, referência nos diversos segmentos de análise, razão pela qual segundo Silva (1999) a implantação do Sistema de Qualidade em laboratórios de ensaio constitua uma ação relativamente recente e surge com objetivo de reconhecer os estudos mútuos sobre as características analíticas, realizadas por diferentes instituições e mesmo do setor privado.

A implementação do Sistema de Qualidade compreende adequar atividades, utilizando ferramentas comprovadamente eficazes, buscando a definição e o monitoramento de rotinas, além de promover a centralização da documentação com o caráter de definir o fluxograma do processo. Os grupos macros de atividades são: procedimentos operacionais padrão, aplicação de ferramentas para: controle, rastreabilidade e monitoramento de todo o processo; treinamento e capacitação para técnicos e funcionários envolvidos nas operações do sistema.

O *Procedimento Operacional Padrão (POP)* é, pois, um documento que expressa o planejamento do trabalho repetitivo que deve ser executado para o alcance da meta padrão. De acordo com Duarte, R.L. (2005) um POP tem o objetivo de normatizar e minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais, para o funcionamento correto do processo, ou seja, um procedimento padrão coerente permite ao usuário que a qualquer momento as ações tomadas por ele garantam que a qualidade seja a mesma, de um turno para outro, de um dia para outro. Assim, aumenta-se a previsibilidade de seus resultados, minimizando as variações causadas por imperícia e adaptações aleatórias.

A finalidade da elaboração de procedimentos operacionais de laboratório (POL) para o Laboratório de Beneficiamento de Minérios (LABEM) do Instituto Federal do Pará – IFPA é permitir a reprodução dos experimentos em escala menor das condições de trabalho sob o ponto de vista acadêmico. Desta forma o egresso do curso técnico em mineração está cada vez mais próximo do ambiente da empresa. Isto representa um incremento na formação acadêmica e desperta o profissional para as necessidades do mercado de trabalho, bem como, para conceitos como gestão da qualidade e controle de processo.

Estão associadas ainda aos resultados, melhorias na avaliação e planejamento de experimento contribuindo para a adaptação das componentes curriculares envolvidas nas práticas que passam a usufruir de modelos gerados como padrões. Outra contribuição é a adequação da infra-estrutura do laboratório, o que pode possibilitar maior integração da Instituição com a sociedade através da prestação de serviço, fato observado em muitos laboratórios públicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dos ensaios foram escolhidas três espécies minerais, provenientes do acervo existente para práticas laboratoriais sendo estas: caulim, bauxita e granito. Os procedimentos escolhidos para padronização compõem a fase inicial da preparação de minérios para análises de caracterização química ou tecnológica (britagem e peneiramento) e também a realização do levantamento das primeiras informações acerca das propriedades físicas (densidade).

A britagem se deu em dois estágios, primário e secundário, utilizando os britadores de mandíbulas com aberturas de alimentação e produto exibidos na tabela 1. Para cada espécie mineral o material proveniente da britagem secundária foi conduzido à classificação granulométrica feita por peneiramento utilizando um agitador mecânico e a série de peneiras 25,4; 12,7; 7,93; 4; 2; 0,5 e 0,297 mm para o procedimento. A última prática realizada foi a determinação da densidade das rochas através do método de volume deslocado empregando proveta graduada de 25 ml

Durante a realização das atividades foram feitas observações, sobre a forma de condução de cada experimento para os diferentes tipos de materiais de maneira a encontrar possíveis discordâncias que deveriam estar contidas no passo-a-passo, para que se pudesse elaborar o roteiro padrão de execução das atividades, que daria origem ao procedimento de laboratório.

Tabela 1: Abertura dos britadores primários e secundários

BRITADOR DE MANDÍBULAS	ABERTURA DE ALIMENTAÇÃO	SET ABERTURA DO PRODUTO GAPE
PRIMÁRIO	200 mm	40 mm
SECUNDÁRIO	90 mm	10 mm

3. RESULTADOS

Na tabela 2, são apresentados os resultados do ensaio de densidades das rochas utilizadas na prática, verificando-se que houve pequenas variações quanto aos valores, distribuídos em uma série de 10 ensaios. Tanto o caulim quanto o granito tiveram suas densidades médias dentro dos valores padrões, enquanto que a da bauxita sofreu pequena variação, porém não de forma significativa. Comprova-se então, que este método de determinação de densidade é uma ferramenta eficaz, permitindo a obtenção de dados claros e reais para o processo. A partir desses dados passou-se a construção do POL para o experimento específico.

Tabela 2: Determinação da Densidade por Volume Deslocado na Proveta.



Ensaio	Amostras								
	Caulim (g/cm ³)			Bauxita (g/cm ³)			Granito (g/cm ³)		
	Inicial	Média	Padrão	Inicial	Média	Padrão	Inicial	Média	Padrão
01	2,93	2,62	2,6	2,23	2,44	2,6	2,67	2,61	2,55 a 2,75
02	2,50			2,50			2,68		
03	2,70			2,42			2,43		
04	2,32			2,38			2,63		
05	2,60			2,57			2,54		
06	2,95			2,54			2,62		
07	2,95			2,42			2,73		
08	2,33			2,44			2,77		
09	2,50			2,52			2,52		
10	2,40			2,40			2,48		

Na tabela 3 é exibida apenas a distribuição granulométrica do granito e da bauxita correspondentes a série de peneiras citada. Analisando os valores é possível observar que as malhas 12,7 e 25,4 mm retêm a maior e menor massa respectivamente para ambas as amostras, enquanto que a peneira 7,93 mm acumulou um valor "intermediário" de massa nos dois casos. Com base nesses aspectos e de posse da curva granulométrica gerada pode-se concluir que a série de peneiras utilizada reproduz com confiança os resultados através do método de classificação granulométrica por peneiramento de forma coerente.

Tabela 3: Distribuição Granulométrica do Granito e Bauxita.

Granito					Bauxita			
malha (mm)	Peso (g)	Percentagens			Peso (g)	Percentagens		
		Retido	Acumulado	Passante		Retido	Acumulado	Passante
25,4	21,65	2,18	2,18	97,82	15,2	1,52	1,52	98,48
12,7	406,5	40,91	43,09	56,91	383,24	38,28	39,79	60,21
7,93	159,76	16,08	59,17	40,83	174,2	17,40	57,19	42,81
4	147,27	14,82	73,99	26,01	154,12	15,39	72,59	27,41
2	82,81	8,33	82,32	17,68	91,74	9,16	81,75	18,25
0,5	81,55	8,21	90,53	9,47	101,07	10,09	91,84	8,16
0,297	26,05	2,62	93,15	6,85	24,71	2,47	94,31	5,69
Fundo	68,08	6,85	100,00	0,00	56,96	5,69	100,00	0,00
Total	993,67				1001,24			

É apresentado abaixo como modelo dos POL's gerados para cada um dos procedimentos envolvidos nesta primeira etapa do projeto de padronização e adequação do LABEM o resultado final para experiência de determinação da densidade por volume deslocado.

	Procedimento Operacional de Laboratório			Página 1 de 4
Código CM-POL-LBM 001	Data Emissão FEV/2009	Data de vigência DEZ/2009	Próxima Revisão	Versão n°. 01
ÁREA EMITENTE: Laboratório de Beneficiamento de Minérios (LABEM) – IFPA				
Processo: Laboratório Físico				
Tarefa: Determinação da densidade por volume deslocado.				

Resultado (s) esperado (s):

Determinação da densidade de minérios/minerais pelo método de volume deslocado em proveta graduada (25 ml).

Autoridade do Executante:

Solicitar ao responsável a requisição de materiais, sempre que não houver quantidade suficiente para a realização do procedimento.

Solicitar a manutenção dos equipamentos utilizados no laboratório, quando não funcionarem adequadamente.

Registro das Revisões:



N°.	Conteúdo	Motivo

Autores: Quézia da Silva Alencar e Danila Carvalho Vulcão

Bolsistas do Projeto de Pesquisa



Supervisão: Neilton da Silva Tapajós

Prof. Orientador

		Procedimento Operacional de Laboratório			Página 2 de 4
Código CM-POL-LBM 001	Data Emissão FEV/2009	Data de vigência DEZ/2009	Próxima Revisão	Versão n.º 01	
ÁREA EMINENTE: Laboratório de Beneficiamento de Minérios (LABEM) – IFPA					
Processo: Laboratório Físico					
Tarefa: Determinação da densidade por volume deslocado.					

Recursos Necessários

Item:	Quantidade	Unidade
Balança analítica		
Fragmento de minério		
Pinça		
Pratos de alumínio		
Provetta graduada (25 ml)		
Pisseta com água		

	Procedimento Operacional de laboratório			Página 3 de 4
Código CM-POL-LBM 001	Data Emissão FEV/2009	Data de vigência DEZ/2009	Próxima Revisão	Versão n°. 01
ÁREA EMITENTE: Laboratório de Beneficiamento de Minérios (LABEM) – IFPA				
Processo: Laboratório Físico				
Tarefa: Determinação da densidade por volume deslocado.				

DENSIDADE

Densidade é a massa por unidade de volume de uma substância. O cálculo da densidade é feito pela divisão da massa do objeto por seu volume. O volume de um corpo é a quantidade de espaço ocupada por esse corpo. O volume tem unidades de tamanho cúbicas (por exemplo, cm^3 , m^3 , in^3 , etc.).

$$\text{Densidade} = \frac{\text{massa(g)}}{\text{volume(ml)}} \quad \text{onde: densidade (g/cm}^3\text{)}$$

A densidade existe para determinar a quantidade de matéria que está presente em uma determinada unidade de volume. Podemos caracterizar uma substância através de sua densidade. A densidade dos sólidos e líquidos é expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm^3).

PRÁTICA DE DENSIDADE



O aluno deverá observar durante o processo, variáveis que podem afetar nos resultados da densidade, como o comportamento do corpo sólido quando introduzido na proveta contendo água, que comumente tem a geração de bolhas.

Procedimentos

- 1ª Separar em uma bandeja dez amostras de minério;
 - 2ª Pesas as amostras em uma balança analítica tendo auxílio de uma pinça para tal;
 - 3ª Determinar um volume de água na proveta (ml) usando uma pisseta;
- Obs.: Para cada determinação da densidade de uma amostra deve-se trocar a água utilizada;
- 4ª Inserir uma amostra por vez na proveta anotando o volume de água deslocado (figura 1);
- Obs.: Ao inserir a amostra na proveta incline-a em aproximadamente 30° para evitar a geração de impacto entre a amostra e a proveta. E antes de anotar o valor do volume deslocado bata levemente na proveta para eliminar possíveis bolhas de ar;
- 5ª Tendo os valores de massa e volume calcule as densidades;
 - 6ª Com as densidades das dez amostras calcule a média aritmética e construa um gráfico representativo;
- Ao término desta prática limpe e guarde os materiais utilizados.



Figura 1 - Inserção da amostra na proveta

	Procedimento Operacional de Laboratório				Página 4 de 4
Código CM-POL-LBM 001	Data Emissão FEV/2009	Data de vigência DEZ/2009	Próxima Revisão	Versão n.º 01	
ÁREA EMITENTE: Laboratório de Beneficiamento de Minérios (LABEM) – IFPA					
Processo: Laboratório Físico					
Tarefa: Determinação da densidade por volume deslocado.					

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o término da operação no laboratório cada equipe deverá organizar o ambiente de trabalho deixando limpo e guardando os materiais utilizados durante o ensaio.

É importante que todos os alunos mantenham-se atentos às alterações que podem ocorrer durante o ensaio. O professor poderá auxiliar e esclarecer sobre as dúvidas quanto à conduta a seguir durante cada etapa, não devendo, porém interferir nas decisões dos alunos favorecendo o despertar de liderança, garantindo o desenvolvimento técnico profissional.

Cada grupo de alunos deverá está envolvido dentro e fora de aula para execução das atividades que irão gerar o relatório técnico do experimento conforme o roteiro apresentado em sala.

Documentos Adicionais:

POL - Procedimento Operacional de Laboratório de Britagem;

POL - Procedimento Operacional de Laboratório de Peneiramento

4. CONCLUSÃO

Com base nos levantamentos feitos a cerca da elaboração e execução de um Procedimento Operacional foi possível realizar as práticas, observando as técnicas envolvidas e gerando as primeiras versões do documento que deverá integrar a rotina das atividades do LABEM. A partir da construção desse documento POL, estabeleceu-se condições para realizações das práticas, chegando-se a um padrão de execução que abre espaço para expansão da relação empresa escola por meio da prestação de serviço.

Foi demonstrada uma metodologia para o controle de processos no âmbito do beneficiamento de minérios, ressaltada a importância de se padronizar as práticas laboratoriais visando as vantagens que a adoção de um POL pode trazer desde uma Instituição que utiliza laboratórios como parte integrante da capacitação profissional, até a uma empresa que visa aperfeiçoar o processo produtivo.

O bom desempenho da atividade deve-se à correta interpretação por parte do executante sobre o que está expresso no roteiro, além de sua sensibilidade profissional, estando focado na prática que está sendo desenvolvida e às possíveis oscilações que podem ocorrer durante a execução da mesma.

5. REFERÊNCIAS

- Campos, V. F. TQC: gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1994.
- Chaves, A.P. Teoria e prática do tratamento de minérios. 2ª Ed. São Paulo. Signus Editora, 2002.
- Costa, R. C. & Batista, J. E. Manual de Boas Práticas e Procedimentos Operacionais Padronizados. Prefeitura Municipal de Vitória, 2004.
- Duarte, L. R. Procedimento Operacional Padrão – A importância de se padronizar tarefas nas BPLC. Belém-PA, Rondônia, 2005.
- Fundação Oswaldo Cruz. Sistema de Gestão Procedimento Operacional Padrão (POP). 2007.
- Longo, R. M. Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação. Texto para Discussão. Brasília: Janeiro, 1996.
- Luz, A. B et al. Tratamento de Minérios, 3ª Ed. Rio de Janeiro. CETEM/MCT, 2002.
- Neto, J. B. Procedimento operacional padrão. Goiânia: Maio, 2008.
- Petrovich, S. O. et al. Elaboração de procedimento operacional padrão (POP) para uso na preparação de soluções utilizadas nas aulas de Química Analítica Qualitativa. Natal-RN: Setembro, 2007.
- Rosenberg, F. J & Silva, A. M. Sistemas de qualidade em laboratórios de ensaios: guia prático para a interpretação e implementação da ABNT ISSO/IEC Guia 25. Rio de Janeiro. Qualitymark Editora, 1999.
- Sampaio, J. A., França, S. C. A. e Braga, P. F. A. Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais. Rio de Janeiro. CETEM/MCT, 2007.
- Sant'Agostinho. L. M. & Kahn, H. Metodologia para caracterização tecnológica de matérias primas minerais. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 069. São Paulo. 1997.
- Silva, J. G. Procedimento Operacional Padrão. 2005
- Valadão, G. E. S. & Araújo, A. C. Introdução ao tratamento de minérios. Belo Horizonte. UFMG. 2007.