



AÇÕES DA FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UFPA DIANTE DO CENÁRIO INDUSTRIAL DE MINERAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ

Alexandre Luiz Amarante Mesquita – alexmesq@ufpa.br

André Luiz Amarante Mesquita – andream@ufpa.br

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Mecânica

Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá

CEP 66075-110 – Belém - Pará

Resumo: *A indústria extrativa e a de transformação mineral têm uma produção significativa no PIB paraense. Existem vários empreendimentos desenvolvidos e em desenvolvimento no Estado e atualmente mais da metade dos novos investimentos da indústria mineral ocorre no Estado Pará. Portanto, neste cenário, é grande a demanda por profissionais da área tecnológica nesse mercado industrial. Desta forma, a Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pará vem desenvolvendo ações no ensino e pesquisa de forma que o setor industrial seja suprido por profissionais com conhecimentos suficientes para tratar com atividades de processos na mineração. O presente artigo descreve algumas dessas principais ações.*

Palavras-chave: *Formação de recursos humanos, Engenharia Mecânica, Mineração.*

1. INTRODUÇÃO

A mineração tem forte participação na economia do Estado do Pará. Estima-se que a indústria extrativa e a de transformação mineral representem mais de 15% do PIB paraense (SIMINERAL, 2013). O Estado do Pará é o 2º maior produtor de minérios do Brasil, com 20% da produção brasileira (abaixo de Minas Gerais, com 40%) (SEICOM, 2013). Contudo, há a projeção de que num futuro próximo, o Estado do Pará deva assumir a liderança da produção nacional de minérios. Novos projetos estão sendo implantados. Atualmente mais de 60% dos novos investimentos da indústria mineral ocorre no Estado Pará.

Dentre esses novos investimentos destacam-se: pela Vale há a construção da nova usina de beneficiamento de minério de ferro, chamado Projeto Ferro Carajás S11D, localizado em Canaã dos Carajás, com produção estimada de 90 Mtpa de minério de ferro em 2016. Há também o Projeto Salobo, em Marabá, com produção estimada de 100 Mtpa de cobre em 2019, o Projeto Jacaré, da Anglo American, em São Felix do Xingú, com produção estimada de 35 Mtpa de ferroníquel (GONÇALVES, 2012). A Votorantim Metais irá desenvolver o Projeto Alumina Rondon (em Rondon do Pará), que inclui a usina de extração da bauxita e a refinaria de Alumina. A empresa norueguesa Hydro, que recentemente adquiriu as empresas Alunorte e Albrás

(beneficiadoras de alumina e alumínio, respectivamente) também irá expandir sua usina de extração de bauxita em Paragominas.

Devido a esse crescente investimento da indústria de mineração no Estado, há a crescente procura por profissionais qualificados na área tecnológica que possa trabalhar nas diversas atividades do setor mineral. Recentemente, a Secretaria de Indústria e Comércio do Estado do Pará (SEICOM) fez alguns estudos sobre a característica da mão de obra empregada no setor mineral o Estado do Pará. Segundo esse estudo, a distribuição percentual da mão de obra empregada no setor mineral paraense, segundo grau de instrução, é na maioria de nível médio (com 80,4%) e em seguida está a mão de obra com nível superior (14,7%), conforme mostra a Figura 1. Um dado importante é que da mão de obra de nível superior, apenas 30,7% é paraense (Figura 2), o que mostra que o profissional do Estado do Pará deve ser mais preparado.

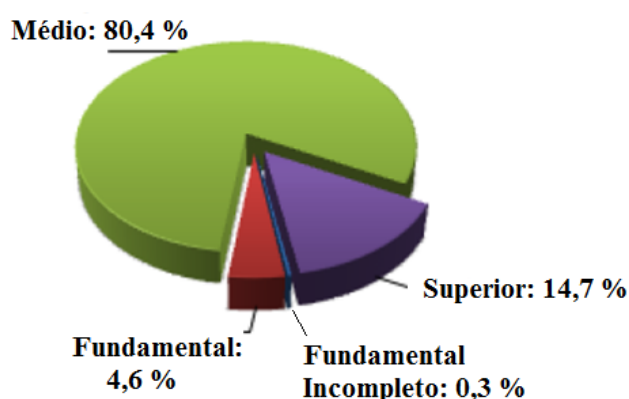


Figura 1 - Distribuição percentual da mão de obra empregada no setor mineral paraense, segundo grau de instrução (ENRIQUEZ, 2013).

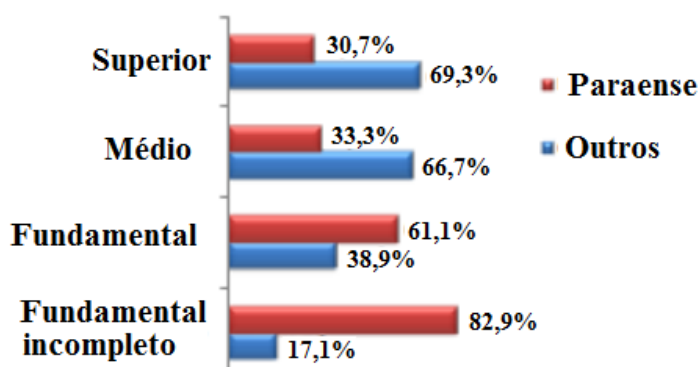


Figura 2 - Distribuição percentual da mão de obra empregada no setor mineral paraense, segundo grau de instrução e origem da mão de obra (ENRIQUEZ, 2013).

Diante deste cenário, a Faculdade de Engenharia Mecânica está desenvolvendo ações para alterar o quadro mostrado na Figura 2, fazendo com que a indústria de mineração absorva mais profissionais da região onde atua. Dentre essas ações está a alteração no PPC (Plano Pedagógico do Curso) com inclusão de novas disciplinas (de 60h) na grade obrigatória do curso e incentivar a pesquisa na área de tecnologias minerais.

2. AÇÕES DA FEM-UFPA PARA O FORTALECIMENTO DE MÃO DE OBRA PARA O SETOR DE MINERAÇÃO

As ações da FEM-UFPA correspondem à criação das disciplinas denominadas “Processos e Equipamentos de Mineração” e “Equipamentos de Elevação e Transporte” e mais o apoio a Projetos de Pesquisas desenvolvidos pelo quadro seu docente. Existem projetos de pesquisas financiados pela Vale, pela Eletronorte (que indiretamente beneficia as indústrias do alumínio que recebem a energia da hidrelétrica de Tucuruí) e atualmente estão em negociações convênios com empresas de grande porte do setor de mineração da bauxita e alumina. As disciplinas e alguns desses projetos de pesquisa são descritos a seguir.

2.1. Disciplinas Criadas para o Novo PPC

O objetivo da disciplina de “Processos e Equipamentos de Mineração” é proporcionar aos alunos o conhecimento dos processos minerais e dos equipamentos envolvidos. A ementa do curso corresponde a: 1) Lavra de Minas; 2) Britagem; 3) Moagem; 4) Peneiramento; 5) Bombeamento de Polpa; 6) Manuseio de Granulados (Armazenagem, Estocagem, Alimentação, Amostragem, e Disposição de Rejeitos); 7) Classificação; 8) Flotação e 9) Separação Gravimétrica.

No curso o aluno compreenderá os diferentes tipos de processos usados no beneficiamento de minérios, como por exemplo, variações no circuito de cominuição do beneficiamento de minério de ferro (Figura 3). Bem como compreender o princípio de funcionamento, dimensionamento, manutenção e segurança dos equipamentos envolvidos no processo, como ilustrado nas Figuras 4 e 5.

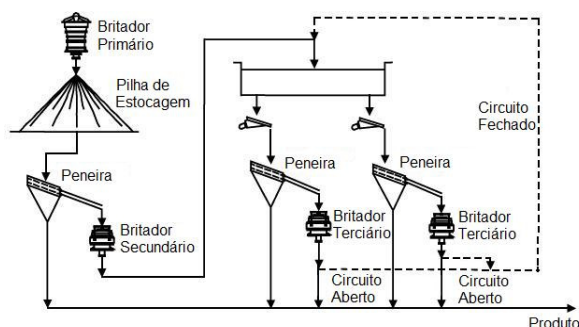


Figura 3 – Circuito de britagem aberta/fechada com três estágios (Boyed, 2003).

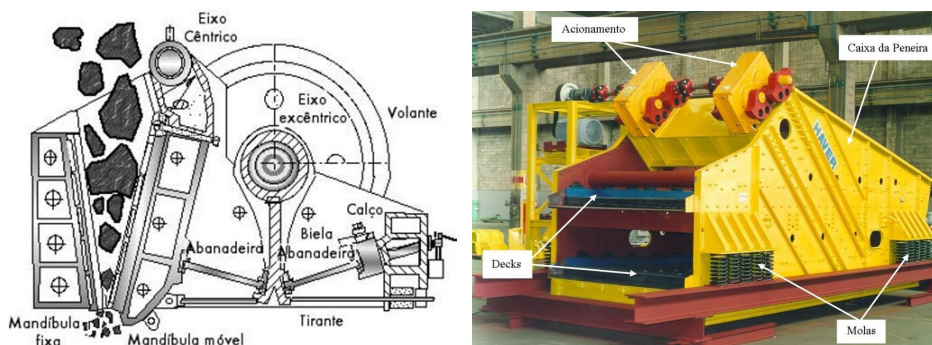


Figura 4 – Britador e peneira vibratória (Chaves e Peres, 2009; Iizuka, 2006).

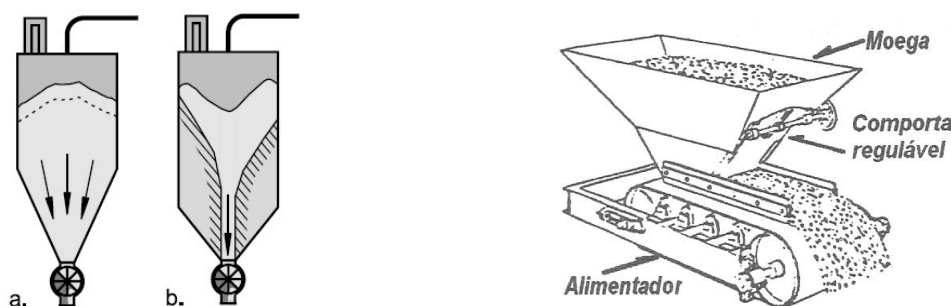


Figura 5 – Ilustrações das descrições de tipo de fluxos de granulados em silos e componentes de alimentadores de esteira (Schulze, 2007; Chaves *et al.*, 2011).

O objetivo da disciplina de “Equipamentos de Elevação e Transporte” é proporcionar ao aluno o conhecimento do princípio de funcionamento, dimensionamento, manutenção e segurança na operação das máquinas de elevação e transportes. A ementa desta disciplina consiste de: 1) Classificação das Máquinas de Elevação e Transporte; 2) Normas Técnicas; 3) Sistemas de Amarração de Cargas (Cordas, Cintas, Cabos de aço e Correntes); 4) Empilhadeiras; 5) Talhas e Pontes Rolantes; 6) Guindastes e Gruas; 7) Carregadores de Navios; 8) Transportadores Contínuos (Transportadores de Correia e Helicoidais); 9) Transportadores Aéreos e 10) Elevadores. As Figuras 6 e 7 ilustram alguns desses equipamentos que serão estudados.

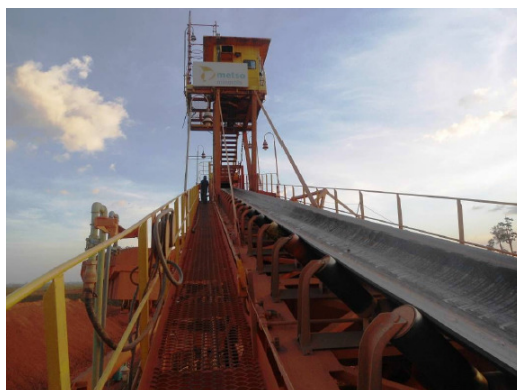


Figura 6 – Transportador de correia (Rocha e Macias, 2012)

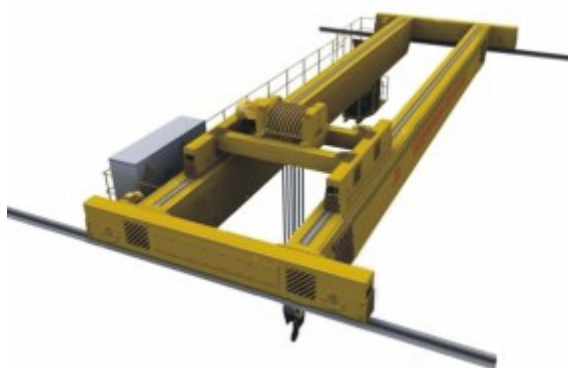


Figura 7 – Ponte rolante (S.G.O, 2013).

2.2. Projetos de Pesquisa

Vários projetos de pesquisa estão sendo desenvolvidos no Laboratório de Engenharia Mecânica sendo financiados por empresas mineradoras, de transformação mineral e por empresas de energia, as quais indiretamente beneficiam as indústrias do setor mineral, pois para algumas destas, há demanda de energia é grande. Dentre os projetos demandados pela indústria de mineração e de transformação mineral, destacam-se os seguintes projetos:

Recuperação dos revestimentos do moinho SAG

Este projeto é desenvolvido por pesquisadores e alunos da UFPA, UFU, UFC e UNICAMP sob a coordenação do Prof. Eduardo Braga e com um aporte de R\$ 1.419.860,00. O projeto visa à recuperação dos revestimentos de moinho SAG (Fig.8) da mina do Sossego (mina de cobre e ouro da Vale) no Pará.



Figura 8 – Moinho SAG na planta do Sossego (NEVES e SOARES JR, 2012).

Identificação, recuperação e acompanhamento de desgaste em tubulações no transporte pneumático de abrasivos soltos

Este projeto é coordenado pelo Prof. José Maria do Vale Quaresma e desenvolvido por alunos e professores da UFPA e USP com um aporte de R\$ 640.000,00 da empresa Vale.

Aplicação de Processos FCAW robotizado com adição de arame frio na construção naval

Com um aporte de R\$ 1.434.098,44 (edital FINEP) este projeto é desenvolvido por alunos e pesquisadores da UFPA, UnB e UFC, coordenado pelo Prof. Eduardo Braga e com aplicação no Estaleiro Rio Maguari.

Desenvolvimento de tecnologia em transporte de minérios

O projeto, que possui um valor aportado de R\$ 694.782,00 (Vale/Fapespa), visa principalmente o desenvolvimento de metodologias numéricas usando o Método dos Elementos Discretos (*Discrete Element Method – DEM*) para a simulação do escoamento de partículas nos processos usados no tratamento de minérios. O projeto é desenvolvido por Professores e alunos da FEM-UFPA e coordenado pelo Prof. André Mesquita. Alguns dos resultados obtidos da pesquisa são: desenvolvimento de

metodologias de projeto de otimização de chutes de transferência (Figura 9), estudo do modelo DEM que melhor representa o escoamento de partículas úmidas (com altas forças de coesão) (Fig. 10), análise de representatividade de formas de partículas e análise acoplamento DEM-CFD para estudos de leitos fluidizados (Figura 10). No trabalho de Mesquita et al. (2012) há maiores detalhes a respeito do desenvolvimento dessa pesquisa.

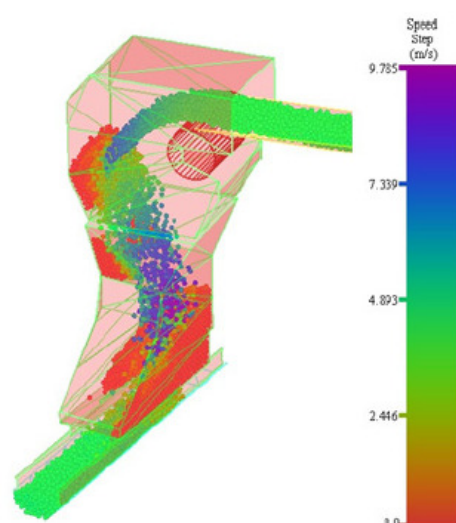


Figura 9 – Resultado de simulação numérica via DEM de escoamento de partículas em chute de transferência (NOGUEIRA *et al.*, 2011).

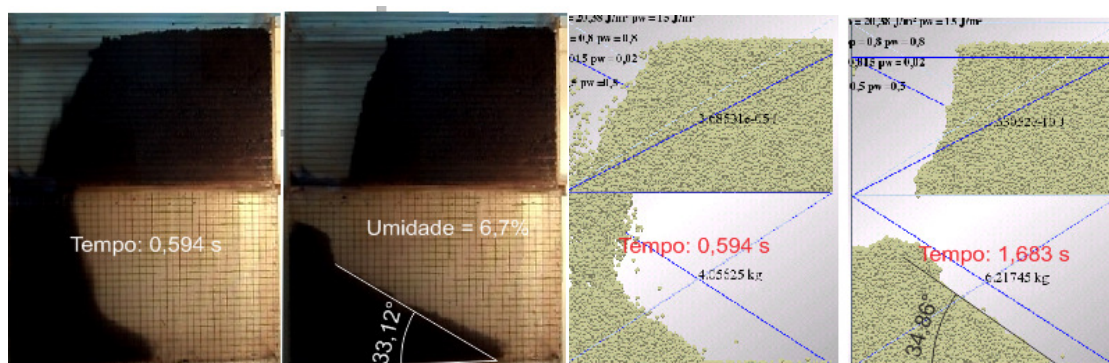


Figura 10 – Comparação do resultado numérico obtido como modelo JKR com o resultado experimental para *sinter feed* a 8,5% de umidade (CARVALHO, 2013).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta ações que a Faculdade de Engenharia Mecânica está desenvolvendo, por meio de ensino e pesquisa, no sentido de proporcionar vários benefícios na formação dos engenheiros graduados (e também pós-graduados) da região, dando condições para que o forte setor industrial seja suprido por profissionais com conhecimentos suficientes para tratar com atividades de processos na mineração.

Dentre as ações desenvolvidas destacam-se a criação de duas disciplinas fortemente aplicadas às atividades de mineração: “Processos e Equipamentos de Mineração” e “Equipamentos de Elevação e Transporte” e também desenvolvimento de projetos de pesquisa para o setor.

Agradecimentos

Os autores agradecem às empresas financiadoras dos projetos de pesquisa pelo suportes financeiro e em especial à empresa Vale pelo grande valor aportado nos vários projetos de pesquisas financiados.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOYED, K., Crushing plant design and layout considerations, Disponível em: <<http://technology.infomine.com/hydrometmine/papers/Kboyd.pdf>> Acesso em: 31 mai. 2013.

CARVALHO, L. C. S. Análise de modelos de coesão capilar para simulação de fluxo de materiais granulares aplicada ao manuseio do minério de ferro. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Instituto de Tecnologia - Universidade Federal do Pará, Belém – PA, 2013.

CHAVES, A. P.; FERREIRA, F.M.; DE LIMA, J.R.; CHIEREGATI, A.C.; PITARD, F.F., Teoria e prática do tratamento de minérios – vol. 5: manuseio de sólidos granulados, Editora Signus, 2011.

CHAVES, A. P.; PERES, A. E. C., Teoria e tratamento de minérios – Vol 3: Britagem, Peneiramento e Moagem, Signus Editora, 2009.

ENRIQUEZ, Maria Amélia, A importância do Plano de Mineração do Estado do Pará, Relatório da 5ª Oficina – Pesquisa e Inovação Tecnológica para o Desenvolvimento da Indústria Mineral. Disponível em <<http://seicom.pa.gov.br/galeria/eventos/plano-de-mineracao-getpalm/>> Acesso em 06 jun.2013.

GONÇALVES, R. Região Norte – perspectivas favoráveis. Inmine, São Paulo, ano VII, n.41, p.28, 2012.

IIZUKA, E. K., UNIVERSIDADE DE CAMPINAS, Faculdade de Engenharia Mecânica. Análise de tensões em peneiras vibratórias através de modelagem numérica utilizando o método dos elementos finitos e experimentalmente por extensometria, 2006. Dissertação (Mestrado).

MESQUITA, A. L. A; MESQUITA, A. L. A.; SANTOS, E. G.; CARVALHO, L. C. S.; GOMES, L. M.; FAGURY NETO, E.; MAFRA, M. P. A., Uso do método dos elementos discretos em manuseio de minérios e sua contribuição para a pós-graduação e graduação no curso de Engenharia Mecânica da UFPA, XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém-PA, 2012.

NEVES, Antônio C.; SOARES JR., Daniel L., Retirada manual de pebbles diminui em 55% o material movimentado, Minérios & Minerais, 2012. Disponível em <http://www.revistaminérios.com.br/Publicacoes/3989/Retirada_manual_de_pebbles_diminui_em_55_o_material_movimentado.aspx> Acesso em 06 jun, 2013.



NOGUEIRA, R. L.; PATROCÍNIO, M.; MENDES, P. J. S., GUIMARÃES, M. A.; DA SILVA, R. V. G.; MESQUITA, A. L. A; TREJO, A. M. M., Uma metodologia para a simulação de chutes de transferência – aplicação para minério de ferro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MINÉRIO DE FERRO, 12., Vitória/ES. Anais...Vitória:AMB, 2011

ROCHA, Denis M.; MACIAS, Pedro H. da S.; UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Projeto de transportadores de correia e chutes de transferência através de pacotes computacionais, 2012,.123p, Trabalho de Conclusão de Curso.

SCHULZE, D., Powders and bulk solids – behavior, characterization, storage and flow, Springer, 2007

SECRETARIA DE ESTADO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO E MINERAÇÃO-SEICOM, Mineração Paraense na TV Folha. Disponível em <<http://seicom.pa.gov.br/>> Acesso em 06 jun. 2013.

S.G.O. EQUIPAMENTOS DE ELEVAÇÃO DE CARGA. Disponível em <<http://sgoequipamentos.com.br/ponte-rolante/>> Acesso em 10 ago. 2013.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS MINERAIS DO ESTADO DO PARÁ – SIMINERAL, Economia Mineral. Disponível em <<http://simineral.org.br/economia-mineral/?id=14>> Acesso em 06 jun. 2013.

ACTIONS OF THE FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING AT UFPA IN FACE OF SCENARIO OF MINING INDUSTRY IN PARÁ STATE

Abstract: *The extractive and mineral transforming industries have significant production in Pará State (in Brazil). There are several developed mining projects and other large projects are still being developed. Currently more than half of new investments in the mining industry are in Pará State. Therefore, in this scenario, there is a great demand for professionals in this industrial market. Thus, the Faculty of Mechanical Engineering at Federal University of Pará has been developing actions in education and research so that the industrial sector is supplied by professionals with sufficient knowledge to deal with activities in mining processes. This article describes some of these key actions.*

Key-words: *Human resources training, Mechanical Engineering, Mining.*