

CONCEITOS INOVADORES EM PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE LABORATÓRIOS FÍSICOS, QUÍMICOS E METALÚRGICOS, AMOSTRAGENS E CONTROLE DA QUALIDADE DESDE A AMOSTRAGEM ATÉ O RESULTADO DOS ENSAIOS¹

Wladimir Monteiro Lopes²

José Carlos Leite³

Reinaldo Dantas Novaes⁴

Resumo

O trabalho aborda os conceitos mais atuais e relevantes para que se tenha uma execução de laboratório e torre de amostragem, com toda a qualidade requerida, conforme normas e padrões. Fornece elementos que devem ser considerados durante os processos de contratação, projeto e implantação do prédio do laboratório e dos sistemas de amostragem de minérios, e como estes influem sobre a produção da planta e seus produtos.

Palavras-chave: Laboratório; Projeto; Amostragem; Qualidade.

INNOVATIVE CONCEPTS FOR DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PHYSICAL, CHEMICAL AND METALLURGICAL LABORATORY AND QUALITY CONTROL OF SAMPLES FROM A SAMPLING METHODE UP TO THE OUTCOME OF ASSAY RESULTS

Abstract

The work addresses the most current and relevant concepts in order to have a laboratory and sampling tower, with all quality required, standards and patterns. Provides elements that should be considered during the tendering process, engineering design and erection of the laboratory building and sampling systems of ore and how these influences over the production of the plant and its products.

Key words: Laboratory; Engineering design; Sampling; Quality.

¹ Contribuição técnica ao 43º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 14º Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 1º Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 1 a 4 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Engenheiro mecânico, diretor da Vidywal. São Paulo, SP, Brasil.

³ Arquiteto, gerente de projetos da Vidywal. São Paulo, SP, Brasil.

⁴ Engenheiro mecânico, gerente de negócios da FLSmidth. Belo Horizonte, MG, Brasil.

1 A IMPORTÂNCIA DO LABORATÓRIO NA CADEIA DE PRODUÇÃO

Continuamente temos presenciado mudanças que têm impactado o curso normal das economias mundiais. A atual regra do mercado exige preparo, competência e qualidade.

Até alguns anos atrás, poucos laboratórios eram planejados e implantados dentro da estrutura funcional prioritária da empresa. Muitas vezes a empresa instalava-se sem laboratório algum, e só após algum tempo é que se dava conta da sua necessidade. Resultavam situações em que este laboratório era então instalado em uma área já existente, a ser adaptada de forma improvisada.

Com o passar do tempo o laboratório passou a ganhar importância dentro das empresas, principalmente nos dias atuais em que qualidade, produtividade e redução de custo, passam a ser determinantes nas atividades empresariais, tornando o laboratório indispensável para a obtenção desses quesitos.

O laboratório passa a ser ferramenta de trabalho indispensável para o nível decisório da empresa, prestando serviços com qualidade, confiabilidade e garantia.

A diferença principal do enfoque é que o laboratório deixa de ser “centro de despesas” para ser “centro de benefícios”, pois além de reduzir ou otimizar custos de processo, permite a utilização de matérias primas alternativas, passando a ser o detentor da informação sobre a qualidade do produto, o que é fundamental no mundo atual.

2 GESTÃO DE PROJETOS

A Gestão de Projetos é um assunto no qual as empresas estão mais interessadas, visto que o ambiente de negócios está cada vez mais competitivo e, quem quiser sobreviver precisa inovar, criar novos produtos, lançar campanhas de *marketing* inovadoras, construir fábricas mais modernas e seguras, atualizar processos internos, relacionar-se melhor com seus clientes, etc.

Todas as atividades empresariais dependem de especializações, e uma das razões pelas quais o Brasil ainda não é um país desenvolvido deve-se à sua baixa capacidade de gerir especialidades de forma eficaz.

No Brasil, já começam a surgir instrumentos normativos a respeito do assunto. Uma gestão bem feita, aumenta as chances de sucesso de execução dos projetos, minimiza seus riscos e custos. Não é difícil enxergar a enorme aplicabilidade desta gestão nos Projetos de Laboratórios.

Esquemáticamente indicamos como realizar uma boa Gestão de Projetos.



Figura 1. Atividades envolvidas na gestão de projetos.

Atividades descritas na Figura 1:

- tempo: define e controla prazos;
- risco: faz a identificação e gestão dos riscos;
- custo: controla a execução do projeto dentro dos parâmetros orçamentários previstos;
- contratação e suprimento: executa o processo da aquisição de produtos e a contratação de serviços envolvidos;
- escopo: faz gestão dos limites do projeto. aquilo que está definido deve ser entregue, o que não está definido, e que tenha surgido no meio do processo, deve ser avaliado quanto à sua conveniência de inserção;
- RH: cuida da gestão das pessoas que executam o projeto;
- qualidade: assegura que aquilo que deve ser entregue, esteja dentro das especificações previstas;
- comunicação: coleta, armazena, processa e divulga as informações, de forma a manter todos os envolvidos atualizados sobre o andamento do projeto; e
- integração: integra todas as partes que compõem o projeto.

Não existe uma solução universal para a implantação de laboratórios.

Cada caso deverá ser analisado por empresas ou especialistas de domínio amplo em todas as disciplinas requeridas.

Atualmente as palavras são flexibilidade, segurança, modernidade, versatilidade e principalmente visualizando a qualidade.

A substituição de práticas analíticas por automação e robótica, impõe projetos flexíveis adaptáveis a novas tecnologias.

É de suma importância que o *layout* de um laboratório seja concebido, como regra geral, por técnicos com vasta experiência, sempre levando em consideração que o laboratório deve ser projetado de “dentro para fora”.

3 DIMENSIONAMENTO, PROCESSO, E OPERAÇÕES UNITÁRIAS DAS INSTALAÇÕES

Ao se planejar o laboratório, deve-se levar em conta aspectos que visam estabelecer como o laboratório vai se relacionar com os demais setores da empresa.

Esta análise permitirá definir seu posicionamento ótimo, considerando o fluxo das amostras, de que tipo serão, e quais os cuidados que deverão ser tomados desde o seu ponto de coleta até a sua análise. Deverá também ser observado quais consumíveis serão necessários, com que frequência e de que forma serão entregues. Isto poderá ou não implicar em cuidados especiais com vias de acesso, áreas de estacionamento, etc.

É importante notar que o laboratório não pode ser isolado do restante da empresa, e que devem ser previstos meios de acesso e comunicação com ele, até porque, muitas vezes seu contato com as áreas produtivas é intenso e ágil, contemplando inclusive o acesso do público externo. Hoje, o laboratório passa a ser também uma ferramenta de *marketing*, evidenciando a qualidade garantida do produto. Muitas vezes as empresas de engenharia delegam o projeto de um laboratório para a gerência de construção civil, pensando erroneamente tratar-se simplesmente de mais um dos prédios administrativos, desconhecendo que a qualidade e a certificação que nortearão a elaboração do projeto, são fundamentais ao seu sucesso. Para tanto, é necessário definir o processo, o programa básico, os organogramas físico e funcional (equipamentos e pessoas), a infraestrutura e as áreas de apoio.

Destacamos algumas questões para melhorar o planejamento:

- Amostras, ensaios e análises
 - quais as formas, os volumes e as frequências.
- Materiais de consumo
 - quais os reagentes utilizados;
 - que materiais de consumo são utilizados;
 - existe almoxarifado local ou central;
 - qual a frequência de solicitação de produtos ao almoxarifado; e
 - sistemas de controles manuais ou automatizados.
- Rotina de trabalho
 - quantidade e duração dos procedimentos dos ensaios e análises;
 - apresentação dos resultados;
 - possibilidade de contaminação entre as áreas (Laboratórios físico / químico / metalúrgico).

Na elaboração do projeto, devemos levar em conta os diversos aspectos do que será o dia a dia deste laboratório, qual será a sua finalidade, quais serão as rotinas de trabalho, quando e como serão emitidos os relatórios destas atividades.

Deverá estar sempre presente a preocupação em prever, não apenas os equipamentos e instalações hoje necessários, mas também as ampliações e modificações futuras.

A quantidade de pessoas envolvidas, bem como o seu nível hierárquico, deverá ser observado, prevendo-se até, se for o caso, refeitórios, vestiários e áreas de lazer.

A definição dos reagentes, já nesta fase, é bastante importante, pois determinará o revestimento adequado para cada área do projeto.

A definição da lista de equipamentos é fundamental. É importante que tanto os usuários quanto os responsáveis pelo empreendimento percebam que esta lista é a base dos projetos de "layout", de condicionamento térmico, elétrico, hidráulico, utilidades e definição do mobiliário.

Uma das classificações que poderemos adotar é separar os laboratórios em dois grandes grupos:

- pesquisa e desenvolvimento;
- controle de qualidade.

O segundo grupo é o mais difundido em nosso país, face inclusive a grande presença de Cias. Multinacionais em cujas matrizes, são desenvolvidas as técnicas a serem transferidas posteriormente para as suas filiais.

Não é difícil aceitar que os laboratórios do tipo "a" deverão ter características distintas em função da necessidade de mudanças de "layout", produtos distintos que serão manuseados com o passar do tempo, equipamentos variados ao longo do trabalho, enquanto que os do tipo "b" poderão ser mais "rígidos", face ao fato de terem rotinas preestabelecidas.

4 ASPECTOS RELEVANTES QUANTO À SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E ERGONOMIA NOS LOCAIS DE TRABALHO

A segurança deve estar presente em cada decisão do projeto. Além desta premissa, deve ser atendida a legislação local para extintores, hidrantes, sinalização, detectores de gás, fumaça e calor, alarmes, sistemas automáticos de combate a incêndio, etc.

É necessário no início do projeto, que o setor de segurança da empresa seja consultado, de modo a compatibilizar as especificações e normas internas já estabelecidas.

As premissas de segurança, normalmente, levarão em consideração os seguintes aspectos:

- especificações dos materiais utilizados;
- rotas de acesso e saídas de emergências;
- portas corta fogo, por exemplo, entre os laboratórios, administração e almoxarifado de produtos químicos, se situadas em um mesmo prédio;
- acondicionamento de reagentes;
- utilização de coifas de captação direta e capelas, nas operações em que houver risco ao usuário;
- níveis de ruídos permitidos e EPI's necessários;
- normas e procedimentos em caso de acidentes;
- chuveiros e lava-olhos de emergência;
- refrigeradores para acondicionamento de produtos inflamáveis com baixo "flash point"; e
- meio ambiente.

5 DIRETRIZES PARA AS DISCIPLINAS: ARQUITETURA, CIVIL, MECÂNICA, ELÉTRICA, TI/TELECOM, CLIMATIZAÇÃO, TRATAMENTO DO AR, TRATAMENTO DE EFLUENTES, UTILIDADES, AUTOMAÇÃO E CONTROLES.

5.1 Arquitetura / Civil

É no projeto de arquitetura que se define como será o laboratório (Figura 2), os fluxos de trabalho e o porte do edifício, baseado na experiência dos projetistas especializados. Na definição do "layout", alguns pontos básicos deverão ser observados, tais como: fluxograma do trabalho, equipamentos utilizados, áreas para a guarda de amostras. Algumas considerações podem auxiliar a definir um arranjo funcional, como por exemplo:

- utilização de mobiliário específico adaptado para instalações elétricas e utilidades (Figura 5);
- posicionar as capelas longe das rotas de acesso e circulação. São nelas que os acidentes e explosões tendem a ocorrer;
- prever circulação adequada para pessoas, equipamentos e trabalhos de manutenção;
- nos laboratórios há uma grande demanda por áreas de apoio (áreas técnicas) onde devem ser instalados painéis elétricos, lavadores de gases, sistemas de ar condicionado, exaustores, sistemas de TI, compressores de ar especiais, armazenamento de gases especiais, tratamento de esgoto, etc. Certifique-se de haver espaço suficiente em projeto para estas necessidades (Figura 3); e
- é primordial que nesta fase já se disponha de uma lista dos equipamentos que serão utilizados, mesmo aqueles cuja compra só venha a ser executada no futuro. Essa lista dará origem à área necessária de bancadas, capelas e áreas de infraestrutura que, por sua vez, definirá o espaço necessário no projeto arquitetônico (Figura 4).

5.2 Elétrica / TI / Telecom

É importante que o projeto elétrico do laboratório, contemple a localização e a carga dos equipamentos, painéis, encaminhamento das redes, memoriais descritivos,

quantitativos, aterramento dos circuitos de iluminação e força, e instalações a prova de explosão. Devem ser atendidas, dentre outras, a NR 10⁽¹⁾ e as normas ABNT NBR 5410,⁽²⁾ ABNT NBR 5413,⁽³⁾ ABNT NBR 5418⁽⁴⁾ e ABNT NBR 5419.⁽⁵⁾

Um laboratório normalmente é projetado para ter vida útil de 15 anos, prevendo futuras expansões.

Considere a necessidade do sistema de emergência para iluminação, alguns equipamentos críticos de análise e “no break”.

Hoje os equipamentos de análises, usualmente são dotados de saídas de dados diretamente ao sistema de TI do laboratório. É necessário prever uma rede de dados para todo o laboratório.

5.3 Projeto Hidráulico / Utilidades

As instalações hidráulicas e de utilidades, a exemplo das instalações elétricas, adotam os mesmos conceitos para o dimensionamento.

A solução deve se aproximar mais de uma instalação industrial. A instalação deverá preferencialmente, ser aérea e aparente. Isto permitirá maior flexibilidade para manutenção, remanejamento ou ampliação.

O esgoto merece maior cuidado, pois muitas vezes contém resíduos sólidos em grande quantidade, assim como produtos por vezes bastante agressivos. Deve-se também atentar à temperatura do esgoto.

É interessante prever caixas de inspeção para serviços de desobstrução da rede.

Por vezes o laboratório será dotado de três a quatro sistemas de coleta de esgoto: sanitário, químico (ácido ou básico), oleoso (óleos e solventes, principalmente em refinarias e afins) e sólidos (resultado de lavagem de locais com extrema poeira ou suspensões, prevendo caixa de decantação).

Os efluentes são na maioria das vezes simplesmente coletados e/ou enviados para a estação de tratamento de efluentes da planta. Quando esta não existir, há necessidade de tratamento antes de lançar na rede pública ou no meio ambiente. Deve-se atentar também para a necessidade de coleta por empresa cadastrada nos órgãos competentes.

Além das preocupações normais com o projeto hidráulico, devem ser especificadas redes de gases especiais em função da pureza requerida, limpeza, tipos de solda e conexões da instalação.

5.4 Projetos de Tratamento do Ar (Exaustão, Ventilação e Temperatura)

Os sistemas de tratamento do ar, normalmente representam um problema quando não considerados no projeto do prédio.

Considere-se que a vazão de apenas uma capela gira ao redor de 40m³/min de acordo com seu tamanho e utilização. Caso isto não seja levado em conta no cálculo da vazão de ar condicionado, a capela ou o conjunto de capelas inviabilizará o funcionamento adequado do ar condicionado, impactando em um funcionamento ineficiente das capelas e por sua vez aumentando as chances de contaminação do ambiente, podendo acarretar doenças ocupacionais dos analistas.

A renovação do ar deve fazer parte das premissas de projeto. Sistemas de condicionamento de ar que não renovam o ar do ambiente, principalmente os do tipo “split”, são desaconselháveis nos locais das capelas, armazenamento de produtos químicos ou gases.

A definição quanto à lavagem dos gases e partículas retiradas é função dos limites de emissão impostos pela legislação local e pelo Conama.

Todos os aspectos de ventilação e exaustão devem estar claramente definidos já na fase de dimensionamento e concepção arquitetônica.

5.5 Automação e Controle

A nova tendência de uso da instrumentação eletrônica digital envolvendo sistemas de controles para automação, abre uma perspectiva de aplicação totalmente desafiadora para novos projetos e sistemas de controle de processos e laboratórios envolvendo:

- controle de temperatura e umidade dotados de “*dampers*” automáticos para regulação e adequação de fluxo;
- sistema de troca automática de garrafas de gases; e
- controle de acesso ao laboratório.

Em alguns casos o monitoramento de certas condições do laboratório implica em redução de paradas não programadas e até na garantia de resultados. Há equipamentos que para efetuar análises precisam, por exemplo, de condições específicas de temperatura e umidade. Para garantir que estas condições de climatização estejam dentro destes padrões, é crucial a automação e instrumentação do sistema de ar condicionado, monitorando sempre como estão estas condições dentro do ambiente de trabalho, efetuando automaticamente as correções necessárias e em caso de falha do sistema ou necessidade de manutenção, disparando alarmes.

São muitas as possibilidades e o objetivo aqui é lembrar que elas existem, e que contribuem em geral para garantir a qualidade, deixando o laboratório preparado para a sua certificação.



Figura 2. Laboratório da Mina de Brucutu.



Figura 3. Exemplo de espaço técnico.



Figura 4. Lab. Metalúrgico – Omã.



Figura 5. Lab. Químico – Brucutu.

6 ROBÓTICA EM LABORATÓRIOS

Visando uma maior rapidez, segurança, qualidade e confiabilidade diversos laboratórios no mundo implantaram ou estão implantando a robótica.

Algo que até 5 anos atrás seria considerado como inatingível em termos de custo e manutenção, hoje está se tornando imprescindível para alguns laboratórios, principalmente considerando que há uma solução dimensionada e adequada para cada necessidade.

Em geral, procura-se combinar equipamentos semiautomatizados em células de processo. Isto pode ser feito ao integrar um triturador de amostras e um separador em uma única máquina, onde uma amostra grande é inserida e uma pequena porção representativa é entregue ao operador para que ele faça o manuseio.

Outro exemplo é o pulverizador de amostras combinado com uma prensa. O desempenho destes equipamentos será otimizado ao integrar os equipamentos semiautomatizados em uma disposição circular flexível, com um robô manuseando as amostras. Isto pode ser obtido em uma instalação com um triturador/separador, um ou mais pulverizadores, prensas e máquina de fusão de amostras, integradas a um analisador de raios-x. Outro mecanismo análise poderá incluir o ensaio a fogo (TGA) e também a secagem das amostras no início do processo

O laboratório robotizado em varias células oferece inúmeras vantagens. Dentre elas estão:

- a preparação das amostras é flexível, e baseada em receitas de preparação de amostras individuais;
- a operação não linear permite um rápido acompanhamento das amostras;
- é possível agregar equipamentos para atender novas necessidades como o dimensionamento de partículas;
- evita eventuais influências de fatores humanos (baixa produtividade ou danos por operação incorreta de equipamento);
- altíssima disponibilidade e especialidade na execução de tarefas repetitivas; e
- se uma alta capacidade for necessária, mais células podem ser integradas para assegurar altos níveis de desempenho, repetição e qualidade.

6.1 Projetos de Laboratórios Automatizados

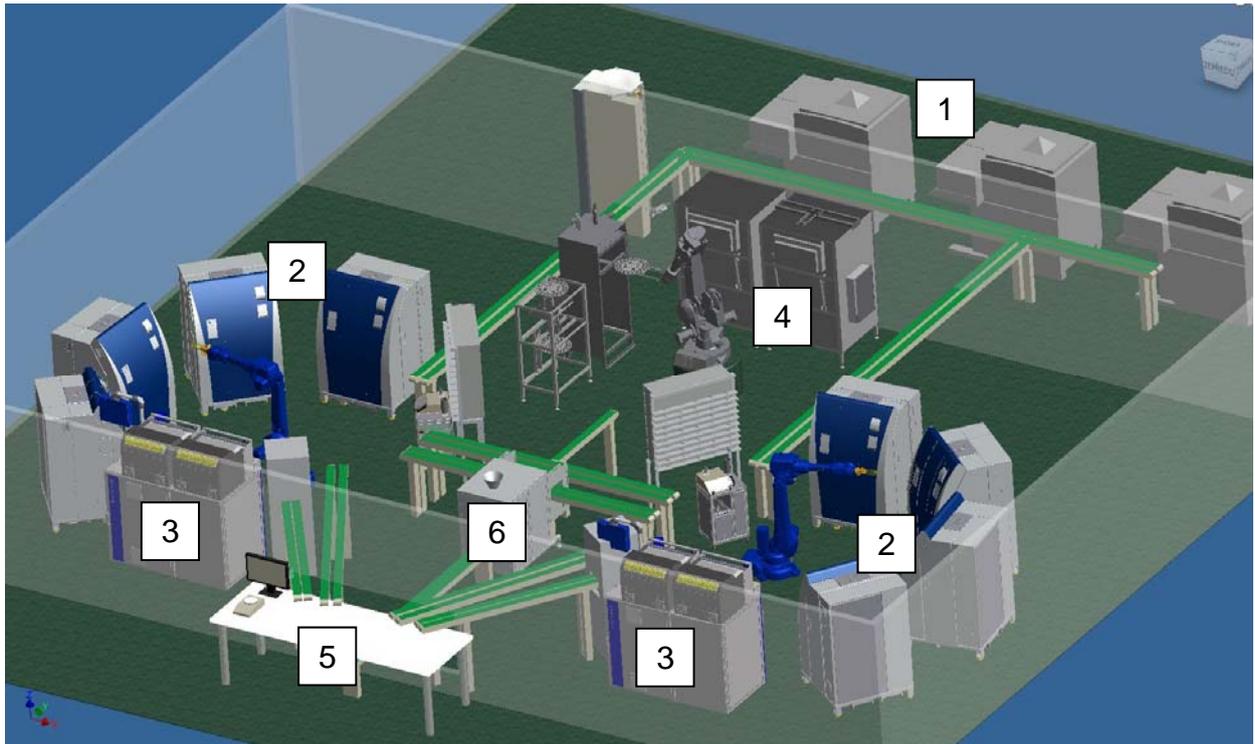
Normalmente a primeira etapa do projeto de automação de um laboratório se concentra no fluxo de amostras e no volume de análises demandadas.

A fase de preparação da amostra bruta é perfeitamente integrável ao sistema, e poderá ser entendida como uma expansão do sistema.

6.2 Exemplos de Células de Preparação de Amostras

A robotização sempre atende ou excede os requisitos de capacidade definidos nos documentos de processos normatizados (Figura 6).

É geralmente utilizada a abordagem celular. No exemplo a seguir, a estrutura básica inclui duas células idênticas e redundantes para a preparação de pastilhas prensadas e fundidas, e uma única célula de análise termo-gravimétrica (TGA). Uma visão geral da configuração é mostrada na Figura 6.



Legenda: 1 - Entrada de Amostra; 2 - Pulverização e Prensagem; 3 - Fusão; 4 - Análise Termogravimétrica (TGA); 5 - Análise de Raios-X (XRF); 6 - Armazenamento e Embalagem de Amostras.

Figura 6. Perspectiva de um laboratório de preparação e análise organizado em células.

7 SEGURANÇA PESSOAL E DOS EQUIPAMENTOS

A segurança das pessoas que trabalham em um laboratório automatizado é fundamental e imprescindível nas considerações de um projeto, considerando que a preparação em curso deve ser interrompida no caso de uma pessoa adentrar na célula robotizada.

O projeto do exemplo possui células redundantes. Nesse caso, uma barreira física é prevista isolando as células, o que permitirá que se realizem serviços em uma célula enquanto a outra permanece em funcionamento normal.

Isso facilita a manutenção de rotina ou corretiva dos equipamentos, além de garantir a segurança dos executantes. Também agiliza o comissionamento durante o fornecimento, pois uma célula poderá ser completamente comissionada e colocada em operação, enquanto se processam em segurança, outros trabalhos na outra célula.

Empresas usuárias e pretendentes para a implantação de robótica:

- Vale - Itabira;
- Vale - S11-D;
- Vale - São Luiz;
- Vale - Carajás; e
- Samarco.

7.1 Princípios Internacionais de Amostragem

Independente do tamanho do lote, isto é, para o menor lote, 15.000 toneladas, referenciado pela Norma ISO 3082,⁽⁶⁾ ou para um navio "mineralero" de 400.000 toneladas, em ambos os casos, esse lote de material será representado, ao

final de todo o processo de preparação da amostra, por apenas alguns gramas, seja na análise por Raios-X ou por Via Úmida.

Devido a esse fato, o processo de coleta de amostras, bem como os processos subsequentes de preparação dessa amostra, divisões e cominuições, devem ser executados de forma minuciosa e de acordo com as normas referentes a cada um. Somente assim a amostra final analisada, por qualquer método, será aceita como representativa do lote inteiro.

Portanto, ótimos laboratórios de análise, utilizando-se de equipamentos com alto grau de precisão dos resultados, se tornam inúteis se as amostras analisadas não forem representativas.

8 NORMAS PARA AMOSTRAGEM DE MINÉRIOS

O processo de amostragem do minério de ferro é muito bem definido e estabelecido na norma internacional ISO 3082,⁽⁶⁾ traduzida e adaptada no Brasil pela ABNT com o título de: Aspectos da NBR ISO 3082⁽⁶⁾ – minérios de ferro – procedimentos de amostragem e preparação de amostra.

Seguir a norma, seja a internacional ou a nacional, é condição suficiente para a obtenção de uma amostra representativa.

Para melhor entendermos a amostragem, vamos definir:

- *Lote* é uma quantidade definida de material cuja qualidade se quer determinar;
- *Amostra* é uma parte de um lote, obtida pela união de diversos incrementos e destinada a representar um lote nas operações subsequentes. Uma amostra não é apenas uma parte qualquer do lote: seu posicionamento, delimitação e extração de respeitar certas regras que a teoria da amostragem pretende estabelecer. A amostragem é normalmente realizada em estágios progressivos: uma amostra primária é extraída do lote, então uma amostra secundária é extraída da primária e assim, sucessivamente;
- *Incremento* é um grupo de partículas extraídas de um lote, em um único movimento do equipamento de amostragem. É importante notar a diferença entre incremento e amostra, a qual é obtida pela união de diversos incrementos.

O processo de amostragem deve ser conduzido de forma a assegurar que todas as partículas componentes do lote tenham a mesma chance de ser coletadas e, assim, fazer parte da amostra. Além disso, a coleta dos incrementos deve ser conduzida de forma aleatória e em número e quantidade que assegure a representatividade da amostra, sendo que o número de incrementos estará sempre ligado à variação da qualidade do minério, bem como ao tamanho do lote a ser representado, e a quantidade, massa de cada incremento, ao tamanho máximo das partículas que compõem o material. Essas duas dimensões definirão o tamanho da amostra final.

Quando se coleta incrementos para a formação de uma amostra, algumas regras devem ser seguidas, assegurando assim que não ocorra a introdução de "vícios" no processo, o que compromete a representatividade da amostra. Vícios comuns em amostragem são, por exemplo:

- perda de parte da amostra coletada;
- desvio de materiais granulados devido à velocidade excessiva do cortador;
- abertura incorreta do cortador;
- coleta de apenas parte do fluxo por posicionamento incorreto do cortador; e
- geometria do cortador inadequada o que impede a coleta de todo o material passante.

A amostragem pode ser conduzida de forma manual, mecânica e automática, sendo essa última realizada por meio de equipamentos automatizados que podem ser ajustados para realizar as coletas de forma a assegurar os seguintes benefícios, quando comparada às outras formas:

Segurança: maior efetividade e eficiência para garantir a saúde e a segurança dos operadores através do uso de sistemas automatizados;

Acurácia: incrementos coletados por equipamentos cuidadosamente construídos que sempre funcionam de maneira exata e repetitiva;

Velocidade, trajetória e ângulo do cortador não sujeito às variações inerentes à amostragem manual;

Confiabilidade: fatores externos, tais como indisposição do operador, desinteresse, distração ou falha de treinamento, são eliminados;

Repetibilidade: resultados idênticos são obtidos para todos os incrementos coletados sob condições idênticas, como por exemplo, vazão de material, distribuição granulométrica, umidade, etc.;

Economia: apesar de inicialmente ser mais oneroso para instalar, a acurácia da amostragem automática é uma poderosa ferramenta para o controle de qualidade e gerenciamento de processos, mistura de produto, negociação de preços e disputas comerciais;

Após a instalação de um sistema de amostragem novo, da adequação de um sistema já existente ou substituição do material a ser amostrado, a precisão (*ISO 3085:2002 - Iron ores - Experimental methods for checking the precision of sampling, sample preparation and measurement*)⁽⁷⁾ e o vício de amostragem (*ISO 3086:2006 - Iron ores - Experimental methods for checking the bias of sampling*)⁽⁸⁾ deverá ser verificada.

8.1 Preparação de Amostra

Por preparação entendem-se os processos de divisão e cominuição da amostra, que são muitas vezes, repetidos até a obtenção da porção de ensaio, ou seja, a parte da amostra que, na sua totalidade, é, de fato, submetida ao ensaio específico.

As etapas de preparação, também claramente definidas na ISO 3082,⁽⁶⁾ estão sujeitas às mesmas regras do processo de amostragem, ou seja, garantia de que todas as partículas terão a mesma oportunidade de fazer parte da alíquota retirada na etapa de divisão, aleatoriedade na escolha das frações, etc.

Da mesma forma, os equipamentos de preparação de amostras deverão ser concebidos para evitar a segregação do material, perda de parte da amostra, contaminação de uma amostra com a anterior ou com a da posterior, descaracterização da amostra antes da realização do ensaio, etc.

Um exemplo clássico de vício na preparação de amostras se dá nos processos de divisão, o uso de métodos manuais ou mesmo de ferramentas manuais, apresenta uma imprecisão muito grande. Os divisores rotativos são reconhecidamente os mais precisos, desde que usados de forma adequada, ou seja, assegurando-se que toda a massa alimentada seja despejada no carrossel continuamente enquanto esse dá, ao menos, vinte voltas a uma velocidade periférica determinada em norma.

Atualmente várias plantas de minério de ferro e laboratórios têm automatizado seus processos. As vantagens e benefícios dessa troca são a melhoria na segurança do pessoal, qualidade da amostra, retorno do investimento através de: redução no tempo de análise, redução da necessidade de repetição de análises (repetibilidade) e aumento da acurácia das análises (confiabilidade).

9 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE AMOSTRAGEM E SUAS INSTALAÇÕES

Nas Figuras 7 a 10, estão expostos alguns equipamentos integrantes de um sistema de amostragem.

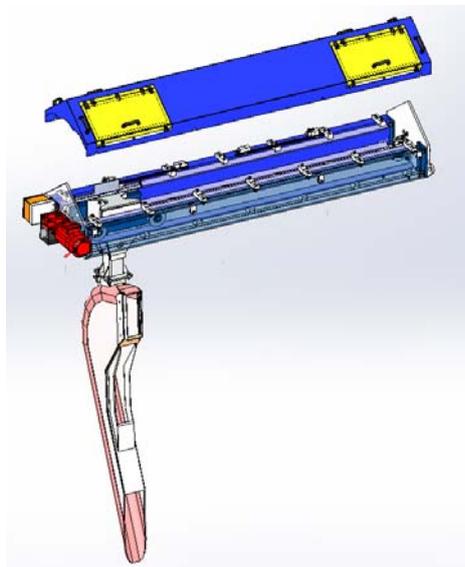


Figura 7. Amostrador Linear.

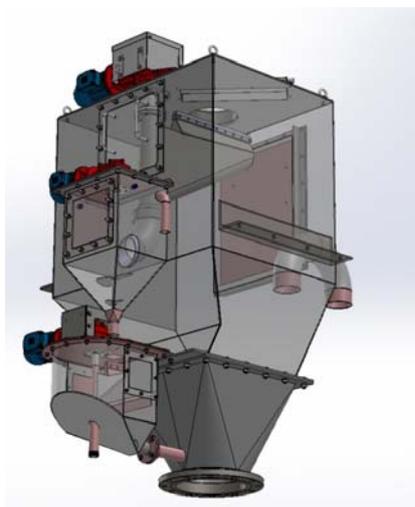


Figura 8. Amostrador Arcual.

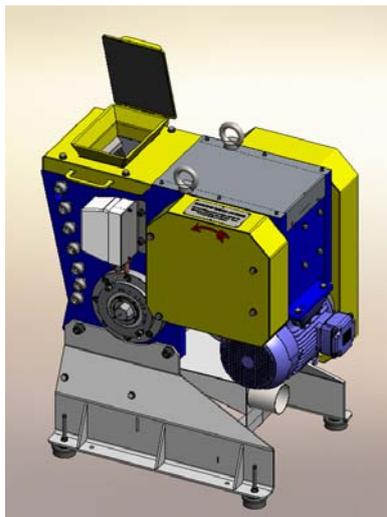


Figura 9. Britador de Mandíbulas.

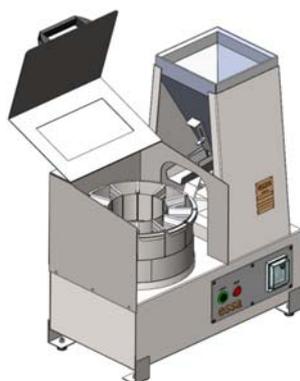


Figura 10. Divisor Rotativo.

REFERENCIAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NR10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Rio de Janeiro.
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: Iluminação de Ambientes de Trabalho.
- 4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5418: Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas.
- 5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419: Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas .
- 6 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 3082: Iron Ores - Sampling and sample preparation procedures.
- 7 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 3085:2002: Iron ores - Experimental methods for checking the precision of sampling, sample preparation and measurement.
- 8 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 3086:2006: Iron ores - Experimental methods for checking the bias of sampling.