



BOAS PRÁTICAS APLICADAS A LABORATÓRIOS DE CONTROLE DE QUALIDADE DE MINÉRIO DE FERRO¹

Jayne da Conceição Camponez²
Liana Joncew³

Resumo

Os laboratórios de controle de qualidade têm um papel fundamental nas empresas, pois os resultados analíticos influenciam praticamente em todas as decisões tomadas nas diferentes fases dos processos produtivos. O objetivo deste trabalho é apresentar exemplos de boas práticas desenvolvidas pelos laboratórios da Diretoria de Ferrosos Sudeste da Vale para garantir a qualidade analítica, confiabilidade metrológica, segurança nas análises e sustentabilidade.

Palavras-chave: Laboratório; Boas práticas; Confiabilidade metrológica; Garantia da qualidade.

GOOD PRACTICES APPLIED FOR IRON ORE QUALITY CONTROL LABORATORIES

Abstract

The quality control laboratories have a key role in business, because the analytical results practically influence in all decisions taken at different stages of production processes. The aim of this paper is to present examples of good practices developed by the laboratories of the Southeast Ferrous Minerals Department of Vale to ensure analytical quality, metrological reliability, laboratory safety and sustainability.

Key words: Laboratory; Good practices; Metrological reliability; Quality assurance.

¹ Contribuição técnica ao 40º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 11º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 19 a 22 de setembro de 2010, Belo Horizonte, MG.

² Administradora, Tecnóloga em Normalização e Qualidade Industrial, Gerência de Laboratórios do Sistema Sudeste, Vale, Brasil.

³ Engenheira Química, Gerente dos laboratórios do Sistema Sudeste, Vale, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A responsabilidade pela qualidade dos produtos de uma empresa envolve direta ou indiretamente todas as áreas da organização, independentemente do serviço que prestam ou do local onde estejam.

Para dominar qualquer processo é necessário estudá-lo, compreendê-lo e medi-lo. Neste contexto fundamenta-se o importante papel dos laboratórios de controle de qualidade nas organizações. Os laboratórios trabalham essencialmente com medições que servem de base às ações necessárias à garantia da qualidade dos produtos e serviços, que são colocados num mercado cada vez mais dinâmico e competitivo.

Decisões importantes são tomadas com base nas informações geradas pelos laboratórios que estão presentes praticamente em todas as etapas do processo produtivo, a saber: sondagem, frente de lavra, processo produtivo, pesquisa tecnológica, carregamentos de trens e embarques de navios, ou seja, da pesquisa à comercialização.

As consequências de decisões errôneas ou não-ótimas embasadas em má informação podem ser enormes e ter sérias implicações, inclusive legais, não importando, do ponto de vista da culpabilidade, se houve dolo ou não.

Os resultados das análises influenciam na determinação do tamanho e valoração das reservas minerais, no tempo de vida útil da mina, na definição das rotas de tratamento dos minérios e na comercialização dos produtos finais.

O objetivo deste trabalho é apresentar exemplos de boas práticas desenvolvidas pelos laboratórios da Diretoria de Ferrosos Sudeste da Vale para garantir a qualidade analítica, confiabilidade metrológica, segurança nas análises e sustentabilidade.

Serão apresentados alguns exemplos de boas práticas, como: Programa para Garantia e Controle da Qualidade Analítica (relatório QA/QC), Ferramenta para Controle da Produtividade da Mão de Obra (Plano Mestre e PCD – Plano de Controle Diário), modelos aplicados para Gestão do Conhecimento (*Book* de Melhorias e *Workshops* Técnicos), Curso Específico de Segurança em Laboratórios e Práticas para Controle Ambiental (ETEL - Estação de Tratamento de Efluente de Laboratório).

2 DESENVOLVIMENTO

A seguir serão apresentados exemplos de boas práticas desenvolvidas pelos laboratórios da Diretoria de Ferrosos Sudeste da Vale que têm permitido melhoria contínua, maior credibilidade frente aos clientes, segurança na tomada de decisão e sustentabilidade.

2.1 Programa para Garantia e Controle da Qualidade Analítica (relatório QA/QC)

O programa para a garantia e controle da qualidade analítica deve ser estabelecido de maneira a avaliar o desempenho das principais etapas ou processos percorridos pela amostra de sondagem. Ter esse programa bem estabelecido é fundamental porque normalmente todas as decisões tomadas a respeito de projetos minerais, desde a fase exploratória até o fechamento da mina, estão baseadas em medidas obtidas a partir do material amostrado.⁽¹⁾ Sabe-se bem que essas decisões envolvem significativo montante de dinheiro e as consequências de decisões errôneas ou

medias fundamentadas em má informação podem ser enormes e trazer sérias implicações, inclusive legais.

O programa de QA/QC (*Quality Assurance/Quality Control*) detecta problemas, avalia impactos, viabiliza ações preventivas e corretivas e ajuda a manter os processos controlados, reduzindo riscos. Esse programa também é útil para demonstrar confiabilidade e profissionalismo nas auditorias internacionais de reservas, que acontecem periodicamente.

Várias são as fontes de erros ou falhas durante um processo analítico. Cabe aos laboratórios conhecê-las e buscar sua eliminação, onde viável, ou sua redução ao mínimo aceitável. Essas falhas podem ser: *falhas humanas* (troca de amostras, erros de transcrição da informação etc), *negligências* (contaminação, limpeza ineficiente, perda de amostra, quebras de protocolos etc), *incapacidade* (quarteamentos mal feitos, pesagens errôneas, calibrações incorretas etc) e finalmente, *sabotagens ou fraudes* (falsificação, adulteração de resultados etc).

O relatório de QA/QC é um documento elaborado periodicamente e no caso da Gerência de Laboratórios do Sistema Sudeste Vale, trimestralmente. Cada etapa do processo analítico é avaliada verificando as principais fontes de erro. Cada verificação é devidamente documentada com cópias das cartas de controle, certificados dos padrões, resultados de precisão e exatidão, ações preventivas, falhas detectadas e ações corretivas, repetições analíticas, relatórios de calibração dos equipamentos envolvidos nas análises no trimestre correspondente, entre outros.

Como um roteiro básico, sugerimos a elaboração do relatório baseando-se nas 24 etapas a seguir:

1. Quantificar o volume de amostras recebidas e analisadas no período.
2. Identificar as minas de origem de cada amostra.
3. Definir as metodologias analíticas para os ensaios.
4. Especificar as condições para ensaio granulométrico: massas, peneiras, peneiramento a seco ou a úmido, base natural ou seca.
5. Definir parâmetros de controle da britagem, peneiramento, pulverização (*top size* de saída, por exemplo), perdas de massa no processo e ajuste peneiramento manual-mecânico.
6. Evidenciar padrões utilizados e respectivos certificados.
7. Evidenciar fechamentos analíticos e o tratamento recebido, quando for *outlier*.
8. Evidenciar diário de bordo com registro de anormalidades.
9. Evidenciar procedimentos para garantia da limpeza adequada de equipamentos.
10. Validar os dados analíticos informados – cálculos, fechamentos e consistência. Para volumes de até 50 amostras/mês checar no mínimo 10% das amostras. Para volumes de 51 a 200 amostras/mês checar no mínimo 5% e para volumes acima de 201 amostras/mês checar no mínimo 2%. Encontrando anormalidade, essa será corrigida e 100% dos dados referentes ao período serão checados.
11. Evidenciar participação em programas de proficiência laboratorial e ações tomadas quando desvios são detectados.
12. Evidenciar resultado da duplicata de “campo” (β_{spm} – precisão de todo o processo incluindo amostragem, preparação e análise). 1 a cada 50 amostras.
13. Evidenciar resultado da duplicata de “brita” (β_{pm} – precisão da preparação e análise – etapas exclusivas do laboratório). 1 a cada 20 amostras.

14. Evidenciar a duplicata de “polpa” ou material pulverizado (β_m – precisão do ensaio químico). 1 a cada 10 amostras.
15. Evidenciar a duplicata “analítica” em cada batelada.
16. Evidenciar Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ).
17. Avaliar o banco de dados geral obtido no trimestre – existe algum viés? Quantificar e qualificar (tomar decisão: aceitar ou não).
18. Evidenciar calibração e/ou verificação de todos os equipamentos envolvidos nas análises.
19. Validar os resultados informados via sistema informatizado.
20. Evidenciar testes comparativos entre técnicas analíticas utilizadas – pastilha prensada RX versus pastilha fundida; via úmida versus análise instrumental.
21. Anexar relatórios ou atas de visita da equipe de Geologia ao laboratório.
22. Relacionar, quando aplicável, pendências do relatório emitido no trimestre anterior.
23. Relacionar equipe técnica responsável pela elaboração do relatório de QA/QC.
24. Definir lista de distribuição para controle/emissão desse documento técnico.

2.2 Ferramenta para Controle da Produtividade da Mão de Obra

Atualmente qualidade, produtividade e redução de custos são prioritários para as empresas. Como o custo de um laboratório é representado principalmente pela mão de obra, iniciativas visando ganhos de produtividade são cada vez mais valorizadas. Uma das formas mais eficazes de administrar melhor é adotar ferramentas administrativas específicas que possibilitam identificar e eliminar os desperdícios.⁽²⁾ A medida do desempenho é importante, pois ações são direcionadas para os processos cujo desempenho está aquém de suas potencialidades. O desempenho do trabalhador pode ser acompanhado por sua resposta de produtividade.

Como a maioria das atividades realizadas pelos laboratórios de controle da qualidade da produção é rotineira, optou-se por medir a produtividade da mão de obra usando ferramentas da administração baseadas no Estudo de Tempos e Movimentos de Taylor (pai da administração científica).

Essas ferramentas, chamadas Plano Mestre e Plano de Controle Diário (PCD), permitem calcular o número de empregados necessários para trabalhar na rotina de um laboratório e também medir a produtividade diária da equipe, respectivamente. Elas têm como base o estabelecimento do “tempo padrão” de cada tarefa executada na rotina do laboratório. Como medir o “tempo padrão” das tarefas?

Primeiramente é fundamental mapear todas as atividades rotineiras realizadas no laboratório. Com auxílio de um cronômetro mede-se o tempo necessário para a realização de cada tarefa (faz-se pelo menos três medições e tira-se a média). Como o objetivo é determinar a produtividade da mão de obra, mede-se apenas o tempo do homem envolvido na atividade, excluindo-se o tempo de equipamentos (mede-se a hora efetivamente trabalhada).

De posse do tempo padrão de cada tarefa e do volume de atividades executados por mês é possível estimar o número de empregados necessários para trabalhar no laboratório. Este cálculo é registrado no Plano Mestre e leva-se em consideração 2% de absenteísmo, 8,3% de férias, 15% de improdutividade e 5% de treinamentos. Ver exemplo de Plano Mestre na Figura 1.

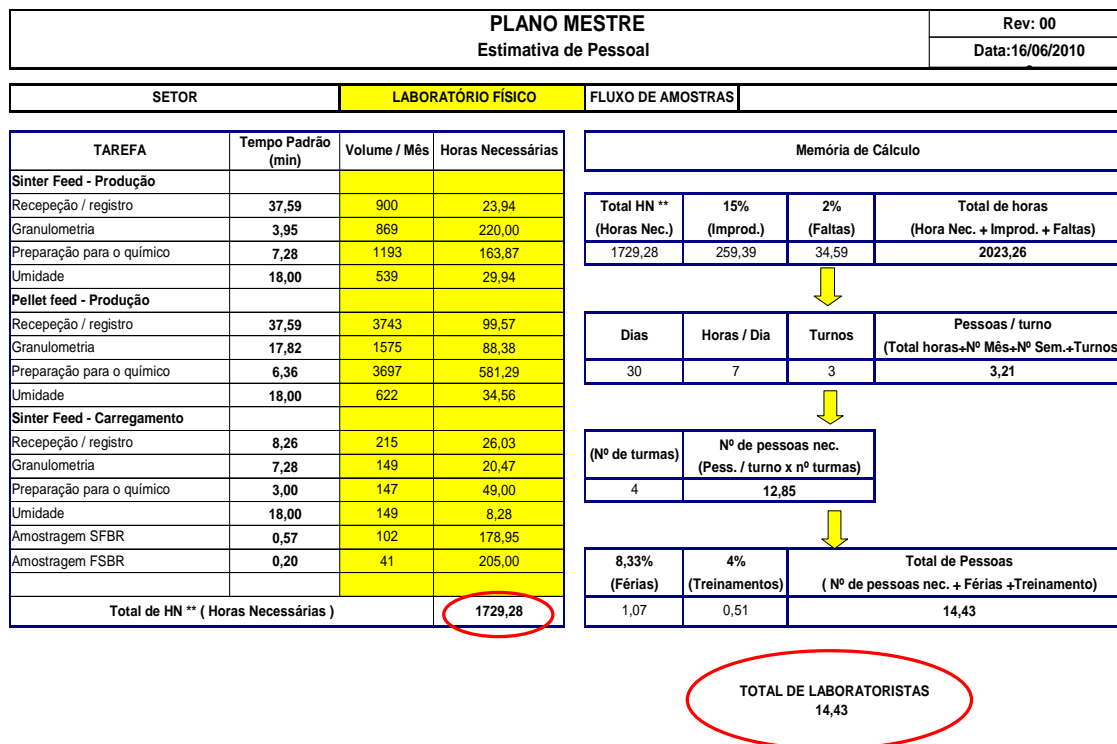


Figura 1– Exemplo de Plano Mestre.

Para acompanhar a produtividade diária o gestor usa a ferramenta PCD (Plano de Controle Diário), que permite calcular as “Horas Produtivas” da equipe com base no tempo padrão de cada atividade. Dividindo-se o volume de tarefas realizadas no dia pelo tempo padrão têm-se as “Horas Produtivas”. Dividindo-se as “Horas Produtivas” pelas “Horas Disponíveis” (com base no número de empregados) tem-se a “produtividade diária”. Espera-se uma produtividade mínima de 85%. Exemplo de PCD encontra-se na Figura 2.

PLANO DE CONTROLE DIÁRIO - PCD																
Laboratório Físico - 26 de Maio a 25 de Junho / 2010																
Dia	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pessoas Indiretas		1	1			1	1	1					1	1	1	1
Pessoas Diretas	26	27	28	26	26	28	28	27	25	24	24	22	25	25	26	26
Ausentes (Férias/Folga/Atestado)	12	10	9	12	12	9	9	10	13	14	14	16	12	12	11	11
Horas Normais	182	189	196	182	182	196	196	189	175	168	168	154	175	175	182	182
Horas Extras																
Treinamento (horas)																6
Horas Disponíveis	182,0	189,0	196,0	182,0	182,0	196,0	196,0	189,0	175,0	168,0	168,0	154,0	175,0	175,0	182,0	176,0
Horas Produtivas	166,0	177,1	175,1	160,8	174,2	181,7	175,3	169,7	157,6	151,8	156,2	147,6	155,7	162,6	165,5	170,1
Produtividade(%)	91,2	93,7	89,3	88,4	95,7	92,7	89,4	89,8	90,1	90,3	93,0	95,8	89,0	92,9	90,9	96,7
Dia	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Média
Pessoas Indiretas	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1,0
Pessoas Diretas	26	23	23	25	25	25	26	25	23	23	25	25	25	25	24	25,2
Ausentes (Férias/Folga/Atestado)	11	15	15	12	12	12	11	12	15	15	12	12	12	12	13	12,2
Horas Normais	182	161	161	175	175	175	182	175	161	161	175	175	175	175	168	176,4
Horas Extras					8											
Treinamento (horas)				9										5		6,7
Horas Disponíveis	182,0	161,0	161,0	166,0	183,0	175,0	182,0	175,0	161,0	161,0	175,0	175,0	175,0	170,0	168,0	176,0
Horas Produtivas	167,8	149,5	158,8	162,6	164,2	170,3	166,5	163,5	147,4	158,7	173,0	173,7	166,5	169,9	155,9	164,4
Produtividade(%)	92,2	92,9	98,6	98,0	89,7	97,3	91,5	93,4	91,5	98,6	98,9	99,3	95,1	99,9	92,8	93,4

Figura 2 – Exemplo de PCD – Plano de Controle Diário.

O Plano Mestre é uma excelente ferramenta que permite ao gestor estimar de forma rápida e precisa o número de empregados necessários para trabalhar na rotina de um laboratório ou mesmo a mão de obra necessária para a implantação de novos projetos. O PCD possibilita o acompanhamento diário da produtividade e orienta otimizações na rotina de trabalho. Essas ferramentas são utilizadas pelos laboratórios sudeste há mais de vinte anos e foram validadas em diversas auditorias.

2.3 Modelos Aplicados para a Gestão do Conhecimento

2.3.1 *Workshops* técnicos

Especialistas e técnicos dos laboratórios reúnem-se para discutir e implementar novas metodologias analíticas, resolver problemas operacionais e padronizar procedimentos técnicos entre os diversos laboratórios da gerência.

No encontro cada um expõe sua experiência, suas dúvidas e o seu procedimento padrão. Após a discussão é elaborado um Plano de Ação para que as melhorias sejam alcançadas. Auditorias periódicas são realizadas para verificar o cumprimento das ações definidas nos *workshops*.

Em média, são realizados dois desses encontros técnicos por ano (ver fotos *workshops* 2009 na Figura 3).

Alguns exemplos de itens discutidos nos *workshops*:

- Preparação de padrões para o equipamento de raios-X: seleção de amostras, preparação, definição dos elementos químicos a serem analisados, seleção dos laboratórios participantes e testes estatísticos a serem aplicados;
- Metrologia: conceitos, interpretação de certificados de calibrações dos equipamentos dos laboratórios, identificação de fontes de incertezas, erros detectados em calibrações, utilização de MRC (Material de Referência Certificado);
- Novas Tecnologias para Tratamento de Efluente Ácido de Laboratório: alternativas de reuso do efluente, utilização deste como água de processo na usina para garantir sustentabilidade ambiental; e
- Análise de Fe II por Dicromatometria: apresentação de melhorias no método para torná-lo mais robusto e menos suscetível a interferências.



Figura 3 – *Workshops* Técnicos Gerência Laboratórios Sistema Sudeste/2009

Os principais ganhos obtidos com a realização destes *workshops* são: qualificação e valorização dos técnicos, troca de experiências, melhoria da precisão analítica, eliminação de vícios e padronização das atividades.

2.3.2 Book de melhorias

Para divulgação das melhores práticas adotadas em todos os laboratórios da Diretoria de Ferrosos Sudeste da Vale foi criado o *Book* de Melhorias. Mensalmente é feito um levantamento e registro das ações mais relevantes executadas nos laboratórios em termos de qualidade, custo, atendimento, segurança, moral e meio ambiente. No final do ano, estas ações são compiladas em um *book* que circula pelos laboratórios com o intuito de gerar conhecimento, documentar as boas práticas e incentivar a implantação de melhorias em toda a gerência.

Esse *book* representa um registro histórico importante de tudo que aconteceu em cada laboratório ao longo do tempo. Isso possibilita a perpetuação do conhecimento. Ele é elaborado numa linguagem simples e objetiva. Por meio de uma abordagem didática, relata, sempre que possível e através de fotos, o cenário “antes da melhoria” e “depois da melhoria”. Na Figura 4 têm-se exemplos de ações divulgadas no *Book* de Melhorias da gerência no ano de 2009.

Gerência de Laboratórios – Ferrosos Sudeste


Qualidade / Custo / Meio Ambiente

Implementação da metodologia de pastilha fundida calcinada para determinação do Fe-total por Espectrometria de Fluorescência de Raios-X

Foi implementada a metodologia de análise química via Espectrometria Fluorescência de Raios-X com o uso de pastilha fundida em amostras pré calcinadas de minério de ferro. Anteriormente, não era utilizada a informação do ferro total da pastilha fundida, sendo necessário realizar o ensaio de ferro total via úmida.

Ganhos:

- Redução do custo anual em torno de R\$ 135.000,00, menor risco de acidente com manuseio de ácidos e menor impacto ambiental com redução de 50% na geração de efluente bruto.



Novembro - 2009

Gerência de Laboratórios – Ferrosos Sudeste

Segurança

Reforma do RSD (Divisor Rotativo) de 240 kg

Reforma do equipamento RSD com adaptação dos dispositivos de segurança - proteção lateral e proteção da correia.

Ganhos:

- Maior segurança para o laboratorista eliminando o risco de acidente por contato com as partes móveis (carrossel e correia transportadora).



Antes



Depois

Abril -2009

Figura 4 – Exemplos de ações divulgadas no *Book* de Melhorias 2009.

2.4 Curso Específico de Segurança em Laboratórios

A área de prevenção de acidentes passou, nos últimos anos, por uma grande evolução. Vários fatores contribuíram para isso. Maior rigor no cumprimento da legislação, perdas passaram a ser mensuradas, maior acesso a informações e estatísticas relativas à segurança do trabalho, danos materiais e de imagem da organização passaram a ser foco dos relatórios de sustentabilidade afetando, inclusive, o valor do negócio da empresa.⁽³⁾ No entanto, por que em alguns casos, o trabalhador opta por realizar sua atividade em condição insegura?⁽⁴⁾ Em alguns casos, podemos inferir que se trata de uma atividade feita de forma “errada” e que foi assumida como óbvia e normal ao longo do tempo. Um processo errado que tem em si uma série de condições inseguras que somente serão vistas por quem de fato conheça os parâmetros reais de prevenção.⁽⁵⁾ Considerando também a queda na qualificação dos profissionais hoje lançados no mercado onde, por exemplo, alguns cursos técnicos são obtidos em apenas 1,5 anos, as empresas precisam focar ainda mais os aspectos preventivos de suas atividades específicas.

No caso da Vale, todos os empregados, incluindo terceirizados, estagiários e *trainees*, obrigatoriamente passam por um relevante programa inicial de treinamento sobre segurança do trabalho, antes de irem para as respectivas áreas de atuação. Esse programa garante, também, uma reciclagem periódica pré-definida com todo esse público citado acima. No entanto, foi constatada a necessidade de aplicação de um treinamento específico, detalhado e focado nas atividades rotineiras laboratoriais.

Como nos laboratórios trabalham empregados de diferentes níveis de qualificação, em função da sua diversidade de atividades, o desafio seria a montagem de um programa de formação ou treinamento de segurança específico em laboratório, que pudesse ser interiorizado por cada empregado Vale, estagiário, trainee ou prestador de serviço. Assim, optamos por trabalhar na dimensão cognitiva através de fotos e abordagem lúdica mostrando o “certo” e o “errado”. Alguns exemplos dessa prática são apresentados a seguir (Figuras 5 a 10):

- A utilização dos EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) específicos – luvas específicas para manuseio de reagentes químicos e máscaras para proteção facial são obrigatórias no manuseio de alguns reagentes.



Figura 5 – Utilização dos EPI's específicos.

- Uso do jaleco – os jalecos devem ter mangas longas, comprimento até o Joelho e ser de fácil abertura. O trabalhador deve usá-lo sempre fechado.



Figura 6 – Uso do jaleco

- Cuidado com a exaustão – a eficácia da exaustão nas capelas é garantida pelo uso da guilhotina fechada ao máximo permitido. Essas devem ser mantidas fechadas durante o tempo em que não estão sendo utilizadas.



Figura 7 – Cuidado com a exaustão

- Cuidado relativo ao cabelo – devido aos riscos do uso dos cabelos soltos (contaminação, derramamento, prender ou agarrar etc) os mesmos devem permanecer presos durante toda a jornada de trabalho.



Figura 8 – Cuidado com o cabelo.

- Alimentação – alimentação nunca deve acontecer nos salões de análise. Para tal, sempre deve ser utilizada a copa.



Figura 9 – Alimentação no laboratório.

- Simulação da execução de atividades básicas sem o uso das mãos - avaliação do grau de dificuldade encontrado.



Figura 10 – Simulação de impedimento do uso das mãos

2.5 Práticas para Controle Ambiental (ETEL – Estação de Tratamento de Efluente de Laboratório)

A necessidade de um maior controle ambiental dos processos industriais está cada vez mais prioritária nas organizações. Os laboratórios analíticos, nesse contexto de sustentabilidade, vêm atuando no sentido de minimizar ou mesmo eliminar os impactos ambientais causados pelos seus efluentes gerados. Historicamente, a prática mais utilizada nos laboratórios de minério de ferro, consistia na simples neutralização dos efluentes ácidos. Essa neutralização era realizada através da adição de hidróxido de sódio até pH em torno de 7 ou então através da passagem do efluente por um leito de dolomita antes de ser descartado no corpo hídrico.⁽⁶⁾ Embora o volume gerado de efluente laboratorial seja muito pequeno, ele apresentase contaminado em diferentes tipos de possíveis poluentes, principalmente metais pesados decorrente das análises químicas de compostos inorgânicos.

Desde 2000 os laboratórios da Vale, Sistema Sudeste, implementaram estações de tratamento de efluentes (ETEL), objetivando a remoção desses poluentes indesejáveis. Essas estações consistem em processos de coagulação, floculação, neutralização acompanhada de aeração forçada. A adição de alcalinizante, juntamente com a aeração forçada (ar comprimido filtrado), forma um meio oxidante de pH alcalino, aumentando a precipitação dos metais pesados. Em alguns casos essa precipitação/sedimentação é auxiliada por um floculante catiônico. O precipitado é decantado formando um lodo que é então destinado à incineração.

A eficiência dessas estações era da ordem de 84%, significando que 16% dos elementos monitorados no efluente tratado, tais como boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro e manganês apresentavam valores de concentração superiores aos limites da legislação ambiental vigente. Com o comprometimento de melhorar a qualidade do tratamento dos efluentes gerados, foi formado um grupo de trabalho Seis Sigma categoria *Yellow Belt*, composto por técnicos especializados para estudar o processo. Assim, pela aplicação das ferramentas Seis Sigma foi possível aumentar a eficiência de remoção dos contaminantes no efluente para patamares de 99% a 100%.

Hoje é praticado o reuso do efluente tratado dos laboratórios como água industrial no processo de beneficiamento, garantindo a sustentabilidade ambiental.

3 CONCLUSÃO

Sendo os laboratórios analíticos componentes fundamentais de praticamente toda a cadeia produtiva, o compromisso de seus gestores tem que ser com a melhoria contínua da confiabilidade em todos os seus aspectos de qualidade, custo, segurança e meio ambiente.

Com os exemplos apresentados neste trabalho espera-se incentivar o uso de práticas simples, de fácil implementação, baixo custo e que auxiliam na otimização dos processos analíticos, na garantia de sustentabilidade e que comprovadamente melhoram o nível de proficiência dos laboratórios.

REFERÊNCIAS

- 1 LEITE, Albano. Programa de controle e garantia da qualidade (QA/QC) aplicado a pesquisa e exploração mineral, notas de aula. In: Treinamento QA/QC, 2009, Belo Horizonte, MG.
- 2 ROSA, Eurycibiades B.; PEREIRA, Marco Antônio C.; TORTATO, Ubiratã; BRUNSTEIN, Leo. Análise da Produtividade da mão de obra em uma empresa de produção de bens de consumo: estudo de caso. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. www.marco.eng.br/publicacoes. Acesso em: 19 jul.2010.
- 3 SPINELLI, Almir; NASCIMENTO, Maria da Graça; CAMPOS, Sílvia D. Manual e regras básicas de segurança para laboratórios. Universidade Federal de Santa Catarina. Coordenadoria de Gestão Ambiental – GR. 1998, SC.
- 4 Moraes JR, Cosmo Palásio de. Ato Inseguro: o que há por traz disto?. www.cpsol.com.br/website/artigo. Acesso em: 19 jul. 2010.
- 5 BAADER, Wilhelm J.; CAPURRO, Margareth de L. Manual de segurança para química, microbiológica e radiológica. Universidade de São Paulo, IQUSP, 1995, SP.
- 6 PENNA, Renata G.; REZENDE, Sabrina V.;VIEIRA, Flávio T. R..Estação de tratamento de efluentes líquidos no laboratório de Alegria. In: II Seminário de Laboratórios de Minério de Ferro da CVRD, 2002, Itabira, MG.