

# REDUÇÃO DE TRANSBORDO OU GERAÇÃO DE RESÍDUO NO PROCESSO DE CONCENTRAÇÃO DE FERRO NA USINA CONCEIÇÃO DA VALE EM ITABIRA<sup>1</sup>

Ronaldo Barros Penna<sup>2</sup>

## Resumo

A usina Conceição está localizada em Itabira, tem capacidade produtiva de 23 milhões de concentrado de minério de ferro. Devido a variabilidade de qualidade do minério que alimenta a usina, ou seja minério tal qual encontrado na natureza, o processo pode sofrer descontroles. Estes descontroles geram transbordos (overflow) de polpa. O transbordo sempre é considerado resíduo, sendo todo ele direcionado por canaletas para um único local, reservatório ou *sump* denominado 6685. O reservatório 6685 é considerado o termômetro da usina, o seu transbordo significa excesso de geração de resíduo no processo da usina, por consequência assoreamento ou sedimentação de sólidos em uma das barragens da usina, denominada Rio de Peixe. A barragem do Rio de Peixe está inserida na comunidade, faz parte da área urbana da cidade de Itabira, é a principal captação de água da usina Conceição, sendo também fonte de água para consumo humano da cidade. Pelo elucidado acima, assoreamento na barragem do Rio de Peixe significa impacto sócio ambiental. Este trabalho tem como motivação reduzir a geração de resíduo na usina Conceição, principal fonte de assoreamento da barragem do Rio de Peixe.

**Palavras-chave:** Resíduo; Assoreamento; Barragem; Impacto sócio ambiental.

## REDUCTION OF OVERFLOW OR WASTE GENERATION IN THE CONCEIÇÃO PLANT CONCENTRATION OF IRON OF VALE IN ITABIRA

### Abstract

The Conceição plant is located in Itabira, has a production capacity of 23 million concentrated iron ore. Because of the variability of quality of ROM that feeds the plant, or mineral as it occurs in nature, the process may suffer lack. These uncontrolled generate transshipments (overflow) of pulp. The overflow is always considered as waste, and all of it directed by channels to a single location, tank or sump called 6685. The reservoir 6685 is considered the barometer of the plant, its overflow means excess waste generation in the plant, consequently sedimentation of solids in one of the dams of the plant, called the Rio de Peixe. The dam of the Rio de Peixe is part of the community is part of the urban area of Itabira City, It is the main water intake Conceição plant, and also a source of drinking water in the city. For elucidated above, sedimentation in the dam of the Rio de Peixe means environmental and social impact. This work is motivated by reducing the generation of waste at the Conceição plant, the main source of sedimentation of the dam the Rio de Peixe.

**Key words:** Waste; Sedimentation; Dam; Environmental and social impact.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 39º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 10º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 22 a 26 de novembro de 2009, Ouro Preto, MG.*

<sup>2</sup> *Engenheiro Sênior, Gerência de Tratamento de Minério, Usina Conceição, Vale, Brasil.*

# 1 INTRODUÇÃO

As usinas de tratamento de minérios são extremamente necessárias na atual produção de minério de ferro. Suas concepções variam desde a complexidade do processo até as capacidades de produção. Bastante característico na região do quadrilátero ferrífero, os minérios tem mudado suas características físicas químicas, tendendo a empobrecer. O empobrecimento do minério acarreta em usinas de concentração mais complexas e robustas, além de se localizarem em alguns casos muito próximas aos centros urbanos. A necessidade de processos e usinas mais complexas e robustas, conjugada aos impactos ambientais, faz com que tratar minério seja uma tarefa multidisciplinar e de grande responsabilidade.

A usina Conceição está inserida neste contexto, usina com 30 anos de operação e praticamente dentro da cidade de Itabira. Um dos pilares de sustentação de qualquer atividade industrial é a água, na usina Conceição, a principal captação se encontra na barragem do Rio de Peixe. Esta barragem recebe parte do resíduo da usina Conceição, vindo a assorear ao longo de tempo.

A barragem do Rio de Peixe está localizada na região urbana de Itabira, com vizinhos e clubes ao redor, além de ser um das fontes de água potável da cidade de Itabira.

Este trabalho busca reduzir a geração de resíduos na usina Conceição, com foco na excelência operacional e redução do impacto sócio ambiental.

# 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia Utilizada foi DMAIC / PDCA (Figura 1).

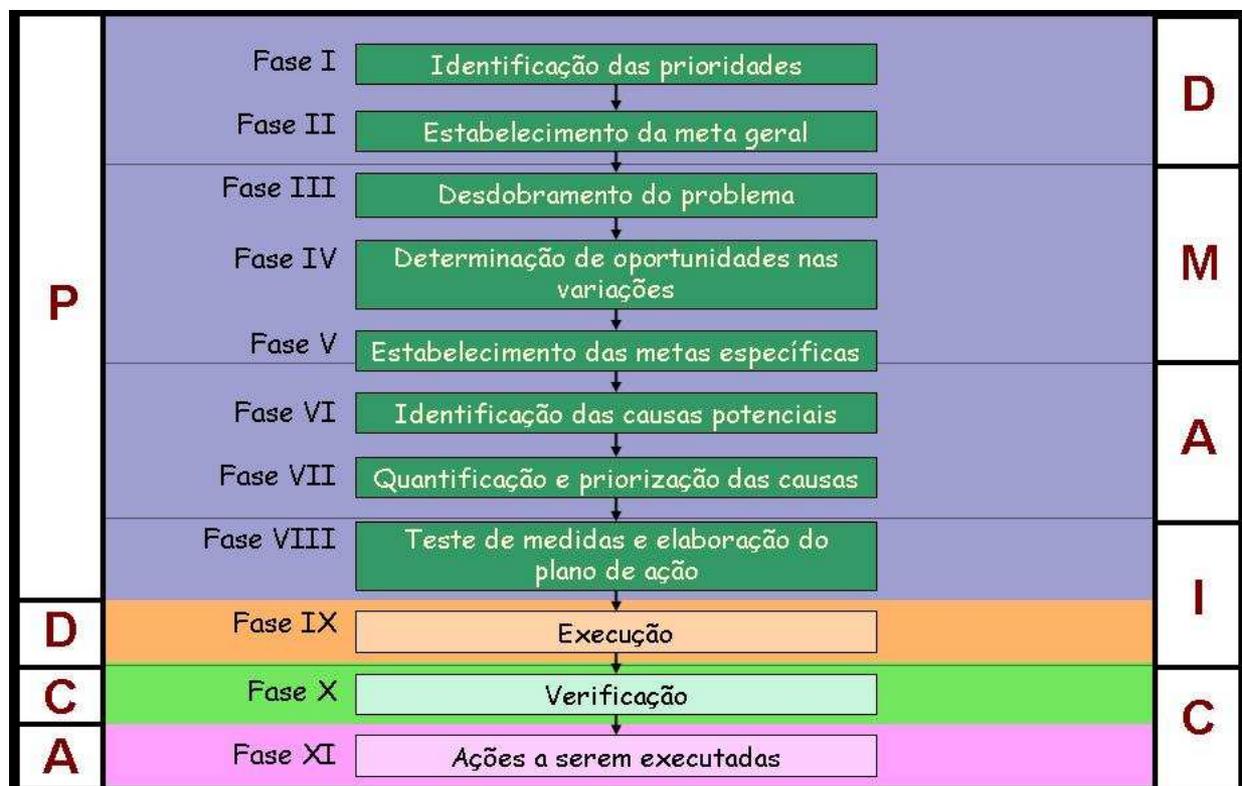


Figura 1 – Metodologia utilizada.

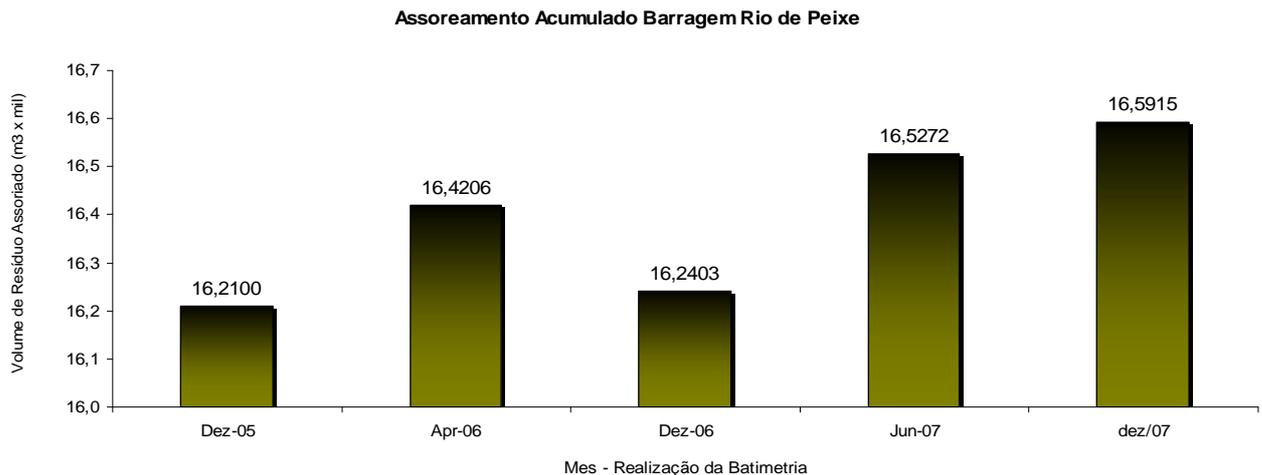
## 2.1 Fase I – Identificação das Prioridades

Esta fase teve como foco identificar os problemas prioritários da usina.

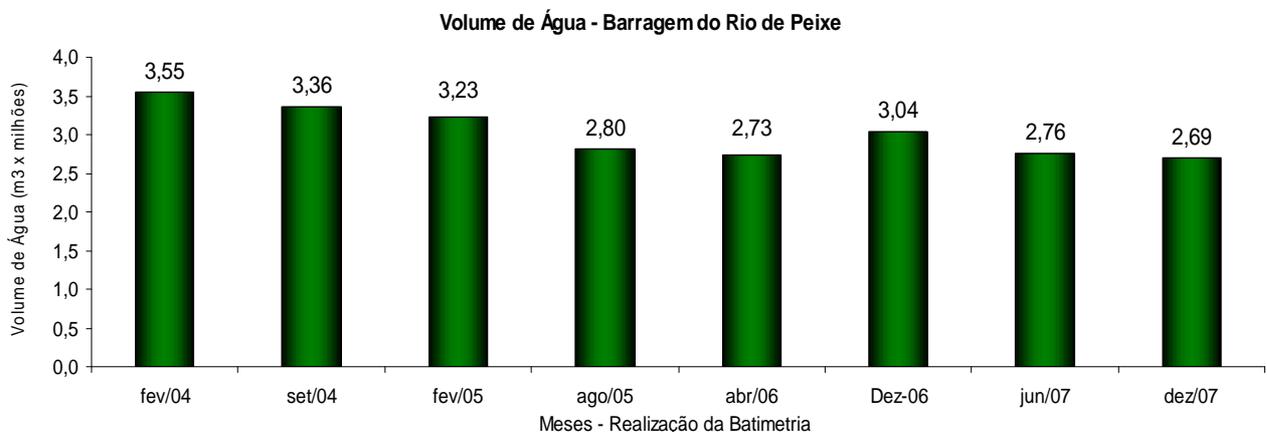
O problema desafio foi: **Alta Geração de Resíduo na Usina Conceição.**

Nos gráficos abaixo verificamos o comportamento do assoreamento da barragem do Rio de Peixe, devido geração de resíduo na usina Conceição e volume de água na mesma.

Fica bastante evidente o aumento do volume assoreado e a redução do volume de água, conforme Figuras 2 e 3.



**Figura 2** – Assoreamento da barragem do Rio de Peixe.



**Figura 3** – Volume de Água da barragem do Rio de Peixe.

Porque este problema foi priorizado?

- necessidade de redução do impacto sócio-ambiental por assoreamento; e
- necessidade de manutenção da reserva de água para a usina.

## 2.2 Fase II – Estabelecimento da Meta Geral

Foram levantadas informações sobre o percentual de tempo de overflow da usina, mais especificamente no sump 6685, este o termômetro da usina no que se refere à geração de resíduo. O levantamento de dados foi feito em 2006 e 2007.

De posse dos dados da Figura 4, foi definido o *benchmark* e a meta geral.

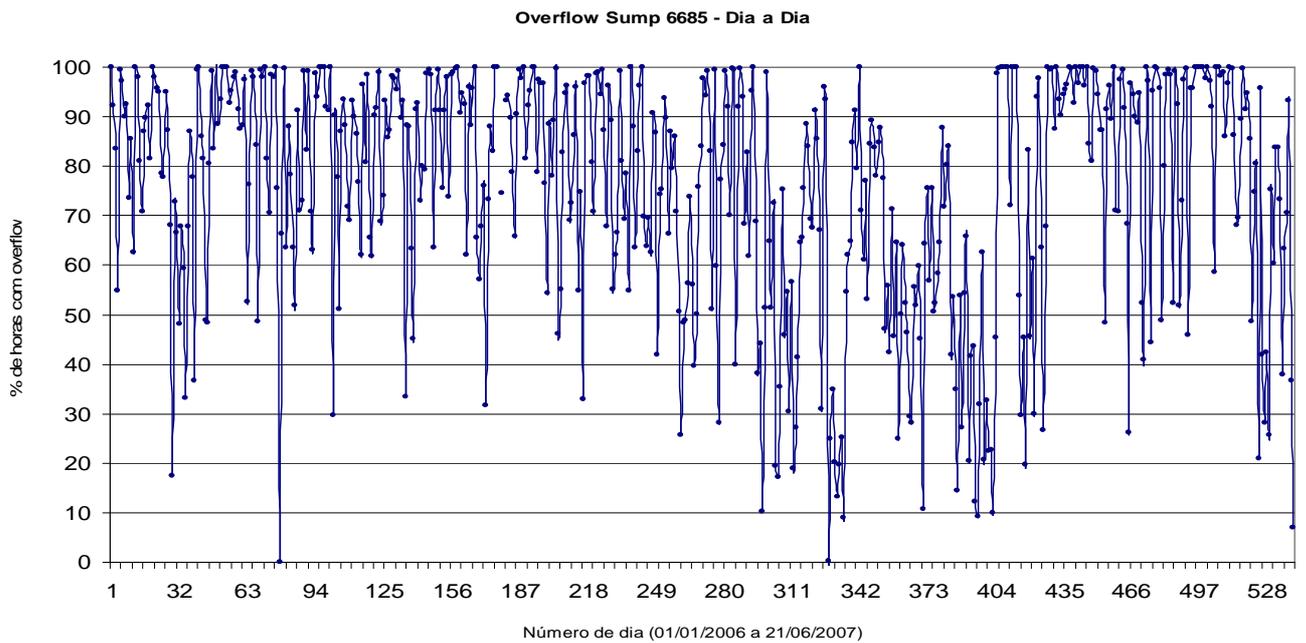


Figura 4 - % de tempo com overflow no sump 6685.

Meta Geral:

Reduzir em 47% o percentual mensal de horas com transbordo no sump 6685, de 75,46% (valor histórico) para 40% (benchmark), até julho de 2008, conforme Figura 5.

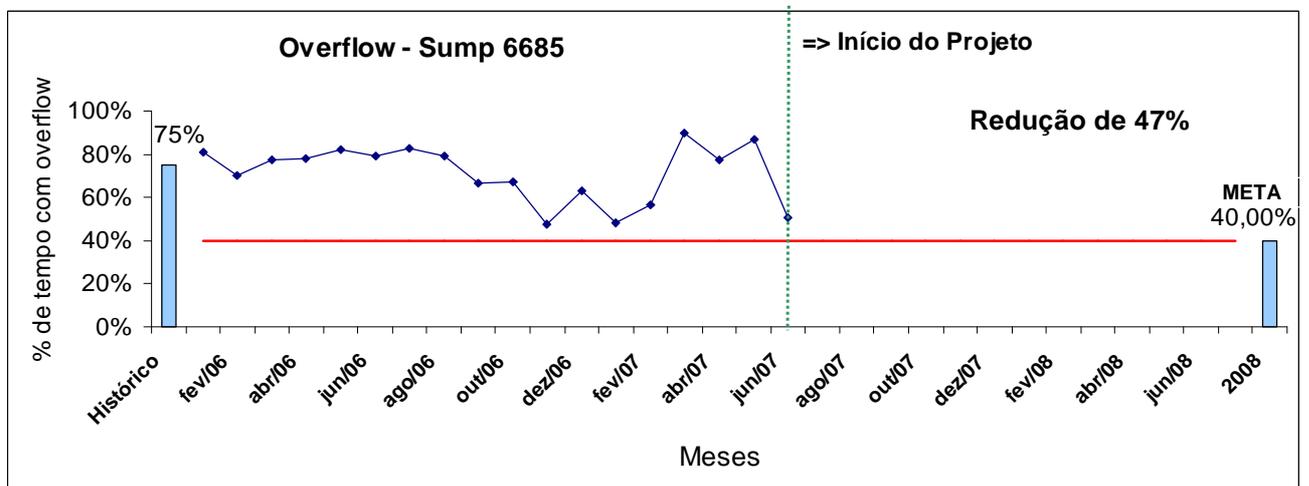


Figura 5 – Definição da Meta Geral.

### 2.3 Fase III – Desdobramento do Problema

Foram definidas duas frentes de trabalho, conforme Figura 6.

## Problema Gerador de Resíduo

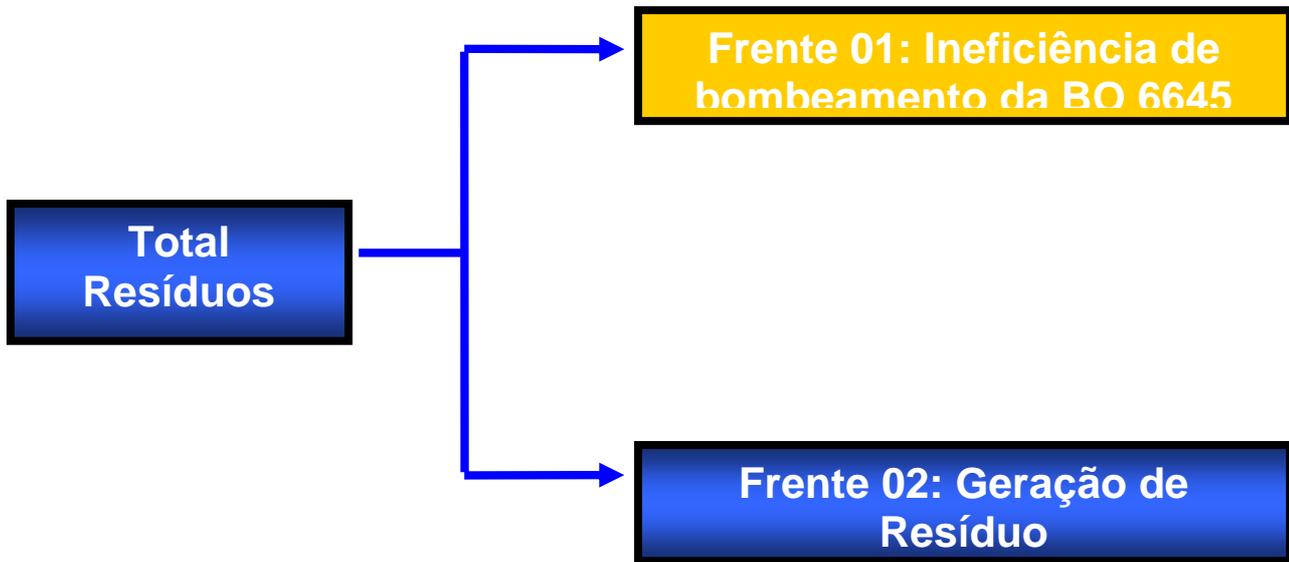


Figura 6 – Desdobramento do problema.

Para Frente 01: ineficiência de bombeamento da BO6645, não foi necessário desdobramento, somente o controle da vazão em  $600 \text{ m}^3/\text{h}$ , sendo esta a vazão ideal para atendimento ao processo.

Com relação à Frente 02: Geração de resíduo, o problema foi desdobrado até o nível de *overflow* em *sumps* nos processo da usina, chegando até às bombas de polpa. Foram feitas amostragens e medições de geração de resíduo por processo, conforme Figura 7.

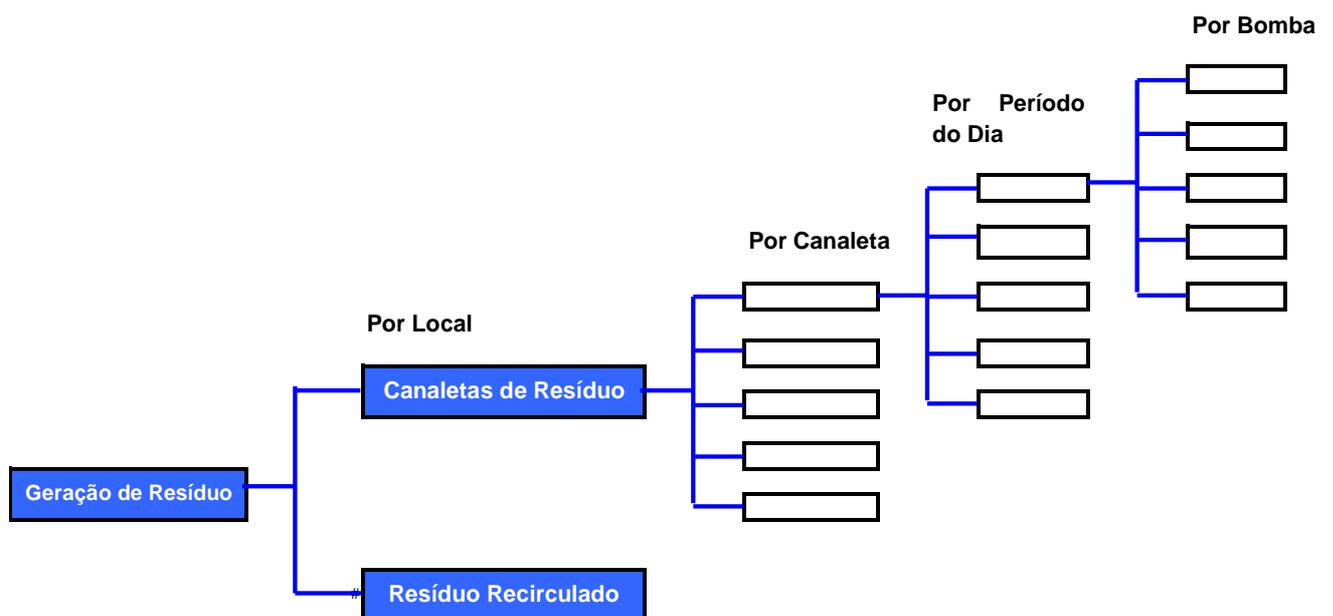


Figura 7 – Desdobramento do problema geração de resíduo.

Portanto os focos dados foram:

- Frente 01: Ineficiência no bombeamento da BO6645, *sump* 6685
- 2) Frente 02: Resíduo Recirculado; Canaletas de Resíduos, sendo que as canaletas de resíduos focadas foram: 02, 4A, 4B, 4C, 5A e 5B, referente aos processos: Granulados, jigagem e térreo.

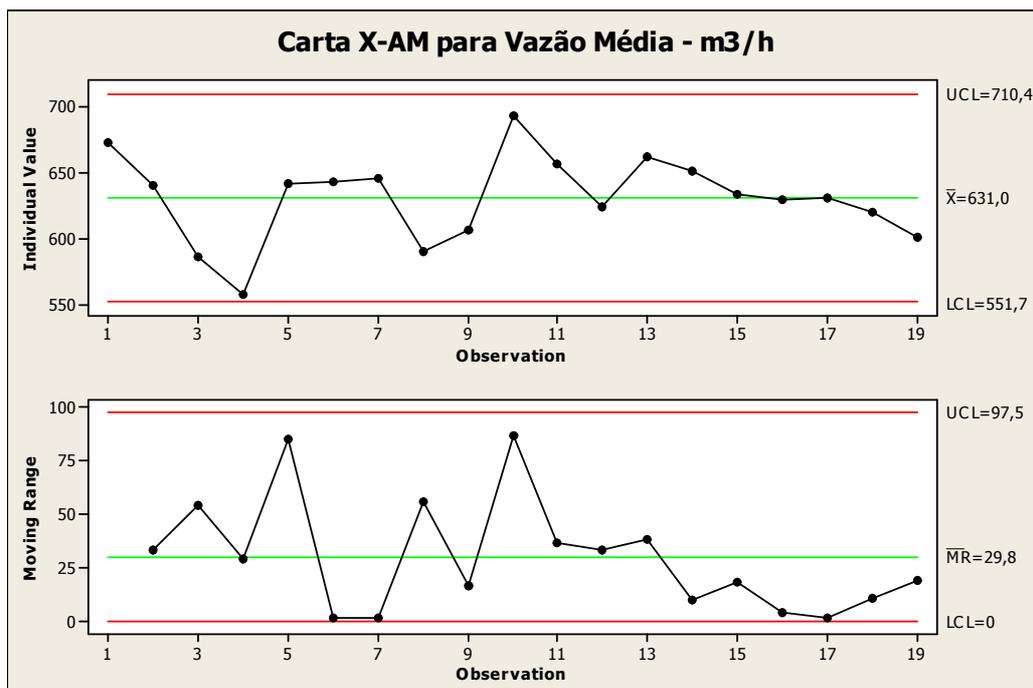
## 2.4 Fase IV – Oportunidades nas Varia es

Nesta fase, estudaremos as oportunidades nas varia es, para frente 01, descrita na fase III, foi levantada a varia o de vazão da BO6645, referente ao *sump* 6685. A vazão mínima estabelecida para esta bomba foi de 600 m<sup>3</sup>/h. Seguem na Tabela 1, as vazões medias mensais, em 2007 e 2008.

**Tabela 1 – Medi es da vazão da BO6645**

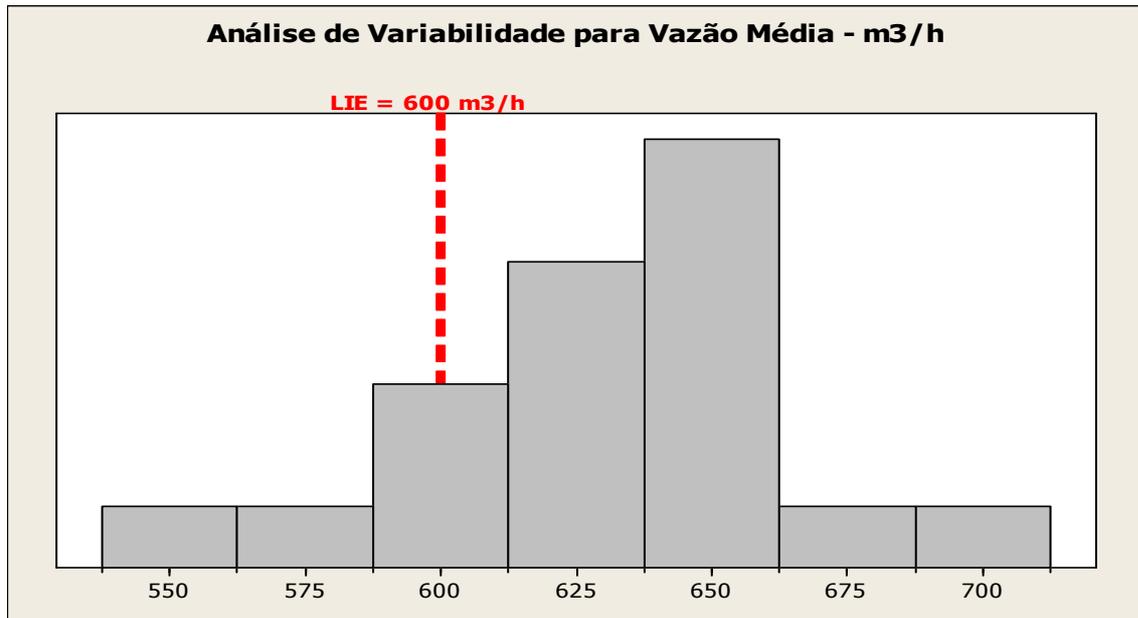
Mês	Vazão Média - m <sup>3</sup> /h
janeiro-07	673
fevereiro-07	640
março-07	586
abril-07	557
maio-07	642
junho-07	644
julho-07	646
agosto-07	590
setembro-07	607
outubro-07	694
novembro-07	657
dezembro-07	624
janeiro-08	662
fevereiro-08	652
março-08	634
abril-08	630
maio-08	631
junho-08	620
julho-08	601

Com os dados acima, foram feitas cartas X-AM para identifica o das causas, comuns ou especiais, conforme Figura 8.



**Figura 8 – Carta X-AM.**

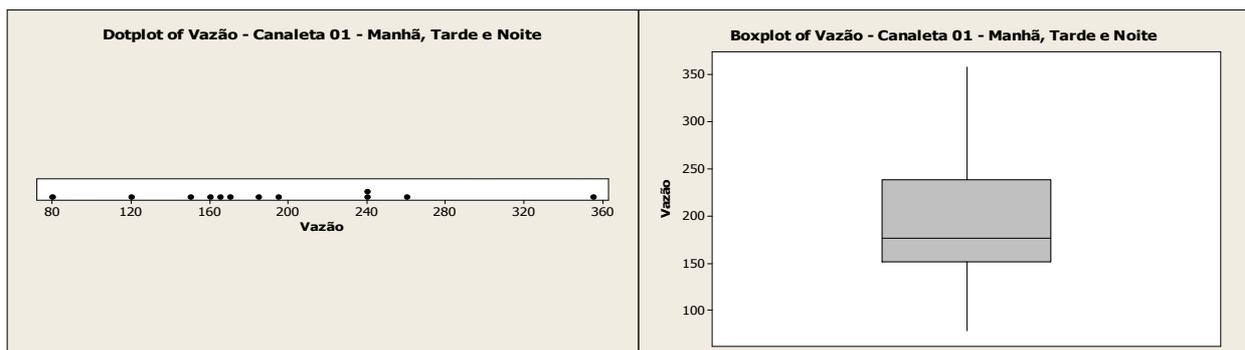
Os dados foram plotados também em um histograma para verificar a variabilidade da vazão (Figura 9).



**Figura 9** – Análise de variabilidade da vazão da BO6645.

Concluimos que o processo não atende a especificação estabelecida (alguns dados estão abaixo do valor mínimo permitido), fruto de uma variação natural do processo (sem causas especiais).

Para frente 02, descrita na fase III – Geração de resíduo nos processos (medidos nas canaletas) e recirculação de resíduos, foram feitos gráficos *dotplot* e *boxplot* com foco na identificação de causas comuns e especiais, segue exemplo da canaleta 01, onde a medição foi realizada durante todo o dia e por vários dias, conforme Figura 10.



**Figura 10** – Exemplo de gráfico *box* e *dotplot* para a vazão da BO6645.

A conclusão desta etapa foi que para a vazão de resíduo gerada, existem causas comuns e possíveis causas especiais. Posteriormente na análise de processo estas causas comuns serão tratadas de forma sistêmica e as causas especiais, investigadas pontualmente.

## 2.5 Fase V – Estabelecimento das Metas Específicas

Metas específicas estabelecidas:

- **Frente 01: Ineficiência de bombeamento da BO6645**
  - Manter vazão em mínimo 600m<sup>3</sup>/h.
- **Frente 02: Geração de Resíduo**
  - Reduzir em 37,8m<sup>3</sup>/h a vazão da canaleta do granulado, ou seja, uma redução de 20%, passando de 189m<sup>3</sup>/h para 151,20m<sup>3</sup>/h até 31/07/2008.
  - Reduzir em 299,6m<sup>3</sup>/h a vazão da canaletas da jigagem, ou seja, uma redução de 35%, passando de 856m<sup>3</sup>/h para 556,4 m<sup>3</sup>/h até 31/07/2008.
  - Reduzir em 364,15m<sup>3</sup>/h a vazão das canaletas do térreo, ou seja, uma redução de 35% passando de 1069m<sup>3</sup>/h para 694,65m<sup>3</sup>/h até 31/07/2008.
  - Reduzir em 350m<sup>3</sup>/h a vazão do resíduo recirculado, ou seja, uma redução de 70%, 500m<sup>3</sup>/h para 150m<sup>3</sup>/h até 31/07/2008.

## 2.6 Fase VI – Identificação das Causas Potenciais de Cada Problema

Frente 01: Ineficiência de bombeamento da BO6645, na fase anterior foi identificado a presença somente de causas comuns, para identificação das causas potenciais de cada problema foram feitas entrevistas e *brainstorming* com o pessoal de área (supervisores, operadores, técnicos, inspetores e mecânicos) com objetivo de verificar a causa da redução da vazão da BO6645 durante o intervalo de tempo entre manutenções preventivas. Foram feitos os testes dos porquês e os diagramas de causa e efeito.

As causas potenciais identificadas foram:

- bomba com velocidade periférica elevada;
- falta aderência ao plano de manutenção;
- bomba fora da curva de desempenho;
- necessidade de repotenciamento da bomba;
- baixa disponibilidade física do equipamento; e
- equipamento deve ser repotenciado.

Frente 02: Geração de resíduo, assim como na frente 01, foram feitas entrevistas e *brainstorming* com o pessoal de área (supervisores, operadores, técnicos, inspetores e mecânicos) com objetivo de verificar as causas geradoras de resíduo. Foram feitos também os testes dos porquês e diagramas de causa e efeito.

As causas potenciais identificadas foram:

- instrumentação inadequada e obsoleta por falta de manutenção;
- sobrecarga no processo devido aumento de produção;
- excesso de água no processo devido granulometria do minério; e
- recirculação de resíduo para o *sump* 6685.

## 2.7 Fase VII – Quantificação e Priorização das Causas Potenciais e Fundamentais

Nesta fase, foram definidas as causas fundamentais de cada problema ou de cada fator causal levantado nas fases anteriores. Foram feitos também os diagramas de causa e efeito para cada fator causal.

As causas fundamentais identificadas para a ineficiência de bombeamento da BO6645, frente 01, foi o desgaste do rotor, devido: Falta de aderência ao plano de manutenção preventiva e intervalo Inadequação entre as manutenções preventivas.

Para frente 02, Geração de resíduo, causas especiais, a causa fundamental identificada foi: Falta de manutenção preventiva na jigagem.

Para frente 02, Geração de resíduo, causas comuns ou sistêmicas, as causas fundamentais identificadas foram: Instrumentação com funcionamento inadequado, instrumentação obsoleta, sobrecarga no processo e recirculação de resíduo.

## 2.8 Fase VIII – Elaboração do Plano de Ação

De posse das informações das fases anteriores, foi elaborado um plano de ação.

## 2.9 Fase IX – Execução do Plano de Ação

Todas as ações propostas para frente 01 à ineficiência de bombeamento da BO6645 foram realizadas, podendo destacar a adequação do tempo entre as manutenções preventivas e aderência ao plano de manutenção preventiva com ações bastante efetivas.

Nem todas as ações propostas para frente 02 foram atacadas, algumas requeriam altos investimentos, o que não era o foco do trabalho. Algumas ações executadas e destacadas: adequação do funcionamento da instrumentação, redução de sobrecarga no processo, redução de recirculação de resíduo, aderência ao plano de manutenção preventiva da jigagem.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relembrando a Meta Proposta:

- Reduzir em 47% o percentual mensal de horas com transbordo no sump 6685, de 75,46% (valor histórico) para 40% (*benchmark*).

Ganho Esperado: Redução de impacto sócio-ambiental e aumento de reserva de água. Seguem os ganhos do projeto.

O indicador principal do projeto teve uma redução de 72% para um proposto de 47%, 35% a mais que a meta proposta, conforme Figura 11.

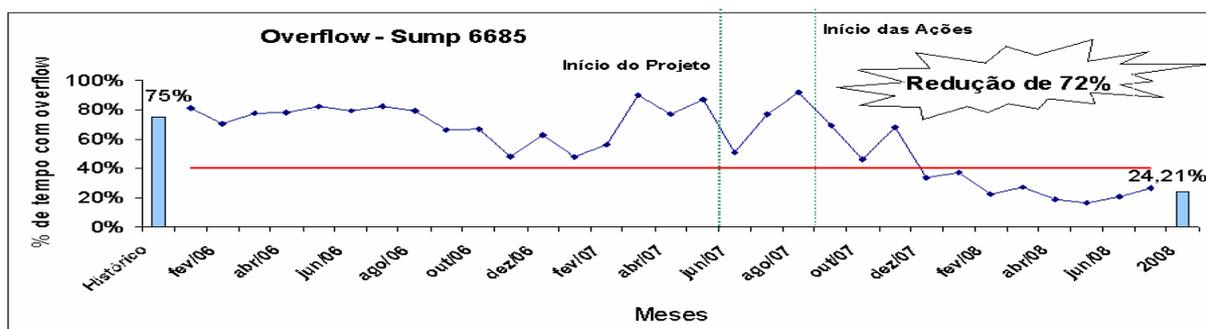


Figura 11 – Resultados alcançados.

### Assoreamento da Barragem do Rio de Peixe

O ritmo de assoreamento na Barragem do Rio de Peixe não foi crescente, quando comparamos junho e dezembro de 2007. Ou seja, houve assoreamento,

mas o ritmo não cresceu. Os resultados foram medidos por batimetria, conforme Figura 12.

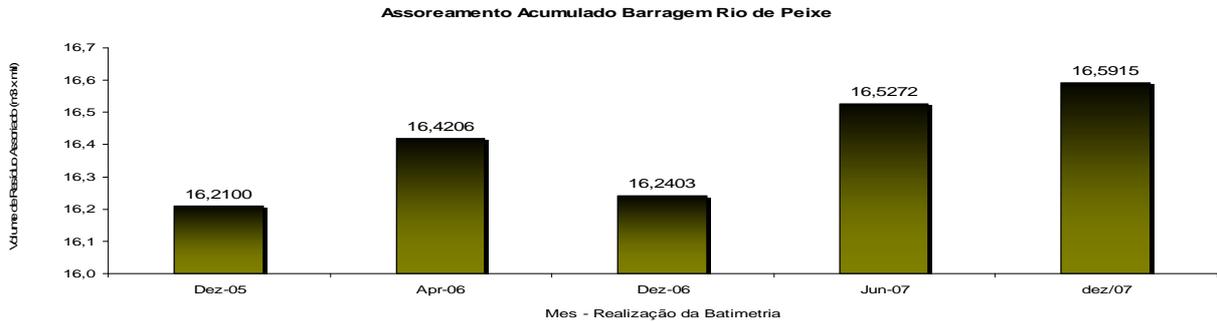


Figura 12 – Assoreamento acumulado barragem do Rio de Peixe.

### Volume de água na Barragem do Rio de Peixe

Foi mantido o nível de água (NA) na Barragem do Rio de Peixe, dados comparativos entre junho e dezembro de 2007. Dados medidos por batimetria, conforme Figura 13.

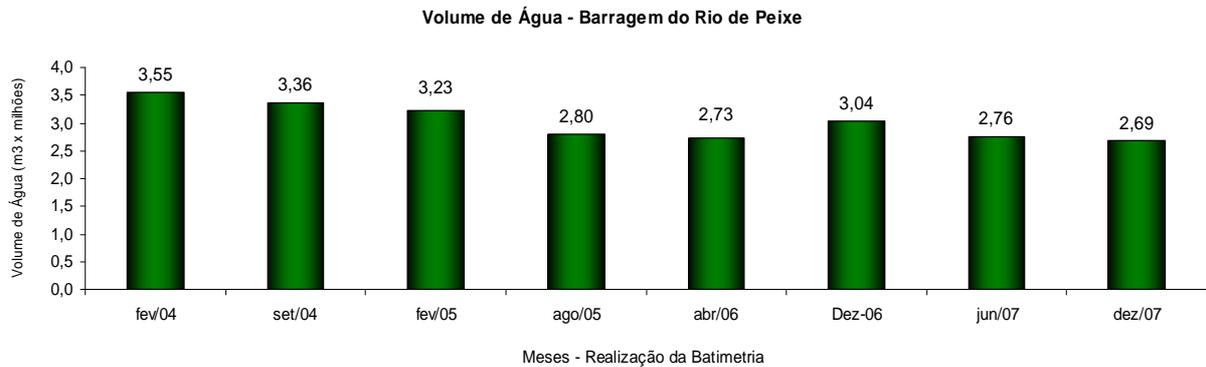


Figura 13 – Volume de água na barragem do Rio de Peixe.

Redução de 30,12% do teor de Fe no rejeito da usina, conforme Figura 14.

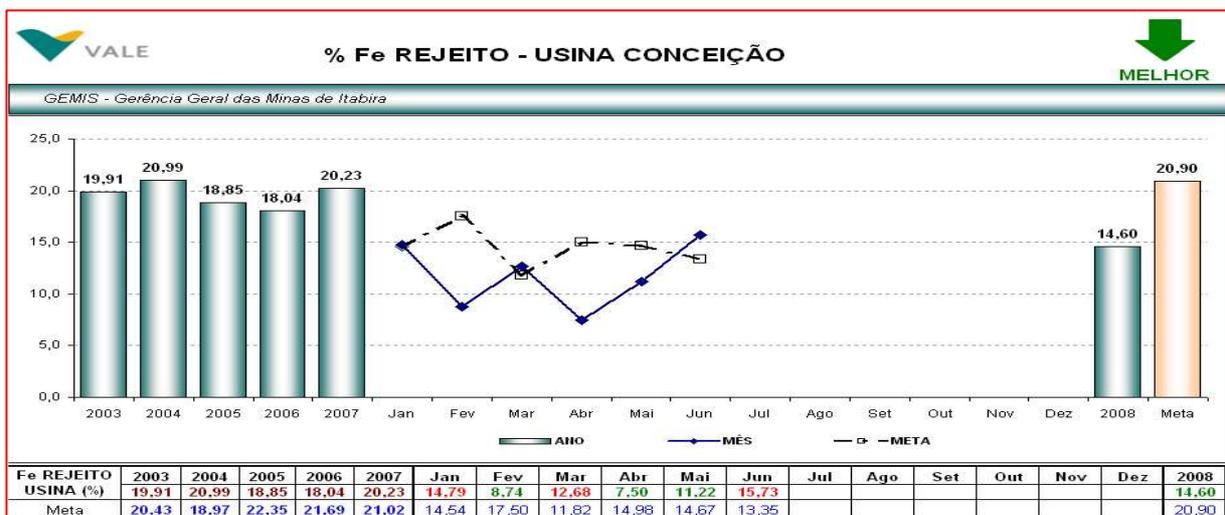


Figura 14 - % de Fé no rejeito da usina Conceição.

Aumento de 29,16% da recuperação metalúrgica da usina, conforme Figura 15.

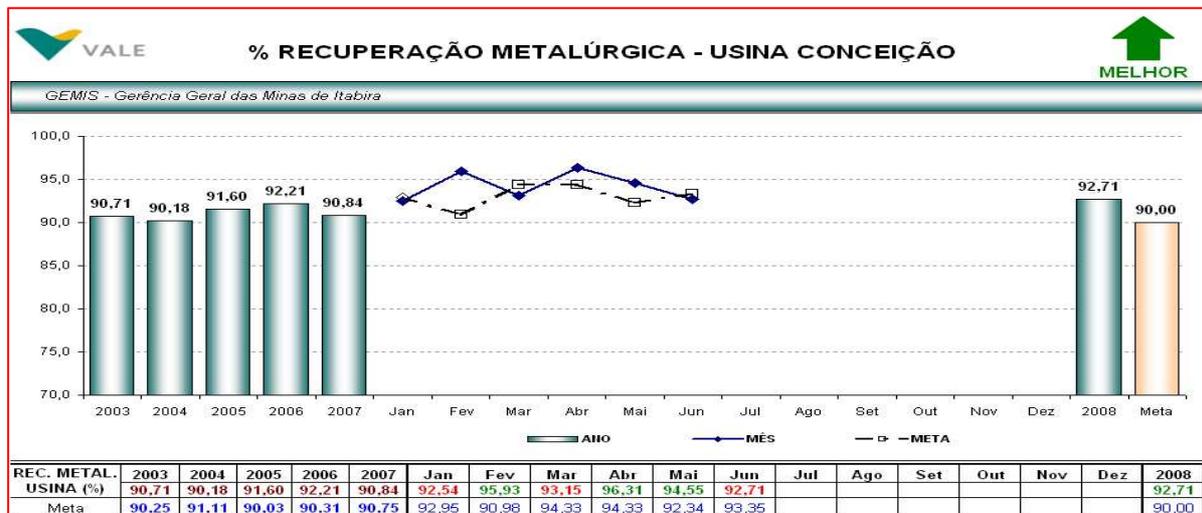


Figura 15 – Recuperação metalúrgica usina Conceição.

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostraram que as ferramentas da qualidade (6 *Sigmas*) são bastante eficazes na identificação e solução de problemas.

Neste trabalho, os ganhos foram extremamente significativos no que se refere ao problema proposto.

Gerar resíduo, é problema em qualquer unidade industrial, neste caso tivemos uma redução de 75,46% referente ao valor histórico.

As ações tomadas foram intimamente relacionadas a questões comportamentais, ou seja, foi dado bastante foco no controle e gerenciamento da rotina.

É muito importante salientar que foram implantadas também ações de sustentabilidade, que por sua vez não impactaram diretamente no resultado do trabalho, mas tiveram como objetivo mantê-los.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 BRUNETTI, F. Mecânica dos Fluidos. 2<sup>ht</sup> edition. 2008.
- 2 FALCONI, V.C. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia. 2005.
- 3 6 *Sigmas*. Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Gerencial. Edição 2007.