



Companhia Brasileira de Alumínio



PROJETO

Utilização da água da barragem de resíduos de bauxita

PROJETO DE PARTICIPAÇÃO NA

9ª EDIÇÃO DO PRÊMIO FIESP DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA

1. Objetivos e Justificativa do Projeto

A Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) para etapa de processamento de bauxita para obtenção de óxido de alumínio (alumina) possui uma barragem para disposição dos resíduos intrínsecos do processo, denominada Palmital (Figura 1). Atualmente, todas as plantas do mundo de refinaria de alumínio possuem áreas para disposição de seus resíduos, sendo a maior parte em disposição líquida. Os principais materiais dispostos na barragem são resíduo de bauxita e resíduos da Estação de Tratamento de Água.



Figura 1 – Palmital

A Refinaria produz aproximadamente 5.000 toneladas por dia de resíduo de bauxita com 50% de concentração de sólidos. Caso esse ritmo prossiga, a barragem, que já recebeu um alteamento em 2008, terá seu volume útil esgotado até 2020. Com o fim da vida útil da barragem, será necessária uma alternativa de disposição do material. A construção de outra barragem para esta disposição, além de implicar no custo de milhões de reais, teria grandes impactos ao meio ambiente, intrínsecos a sua própria construção e também à movimentação de veículos a uma área mais distante da fábrica e disposição dos resíduos com alto teor cáustico em novas áreas ainda não impactadas.

A solução proposta para estender a vida útil da barragem atual e reduzir os riscos ambientais é alterar a forma de disposição, do atual *Wet Disposal* (baixa concentração de sólidos) para o *Dry Disposal*, com 70% de concentração de sólidos. Esta disposição de forma sólida poderia ser feita com a utilização de um filtro prensa.



Figura 2 – Comparação entre os resíduos de disposição úmida e seca

Essa modificação possibilitará a recuperação da soda cáustica presente na fração líquida filtrada e um aumento de pelo menos 20 anos na vida útil da barragem. No entanto, para que seja realizada, é necessária a redução da quantidade de líquidos da barragem.

Ao longo dos anos, ocorreu a decantação da fração sólida no fundo da barragem e a camada superior atualmente é formada por uma fração líquida com cerca de 2.000.000 m³ com concentração de sólidos desprezível. Essa camada precisa ser retirada para viabilizar a disposição de forma seca, Assim, o objetivo do projeto seria o reaproveitamento da água contida na barragem, de forma a aumentar a vida útil da barragem e resultar em ganhos ambientais com o reúso de água de uma fonte que anteriormente era considerada inviável.

2. Processo Industrial

A Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) é uma empresa do Grupo Votorantim, é a maior unidade produtora do metal primário do Brasil, que é o sexto produtor mundial de Alumínio, com produção nacional de 1,4 milhões de toneladas em 2012 (Associação Brasileira de Alumínio – ABAL), dos quais 420 mil toneladas são provenientes da CBA, mostrada na Figura 3.



Figura 3 – Companhia Brasileira de Alumínio, em Alumínio – São Paulo.

Para manter e consolidar sua posição no mercado, a CBA realiza constantes melhorias em seus processos, dentro das quais se encontram grandes projetos para diminuir o consumo energético, de água e recursos naturais, geração de resíduos, emissões atmosféricas entre outros danos socioambientais – assim, além de aumentarem a produtividade, levam em conta os princípios de sustentabilidade. Conciliar o desenvolvimento econômico com preservação ambiental e qualidade de vida de seus funcionários e das comunidades onde atua tem sido a tônica da CBA ao longo de sua existência.

Em 2013 a Votorantim Metais, para a qual a CBA representa cerca de 40% em quantidade de funcionários, foi eleita a empresa mais sustentável no setor de Mineração pelo Guia Exame de Sustentabilidade e foi vencedora do Prêmio Hugo Werneck de Sustentabilidade e Amor à Natureza com o case Gestão dos Recursos Hídricos na categoria “Melhor exemplo em Água, Ar, Flora e Fauna”. Além disso, a CBA foi escolhida pelo Instituto Brasileiro de Economia – IBRE da Fundação Getúlio Vargas – FGV, como a melhor empresa no setor de Metalurgia no ano de 2005 e recebeu em 2013 Menção Honrosa no 19º Prêmio Fiesp de Mérito Ambiental com o projeto “Trim Liquor”.

A CBA atua desde o processamento do minério de bauxita, para a obtenção do óxido de alumínio (Alumina), passando pela fabricação de alumínio primário através do processo de eletrólise, até a produção de produtos transformados. O resumo das etapas de obtenção desses materiais pode ser observado na Figura 4.



Figura 4 – Processo integrado de fabricação de Alumínio

A área desse processo que é destaque em desenvolvimento de projetos de melhoria envolvendo o reúso de água é a área de obtenção do Óxido de Alumínio, conhecida como Alumina, que converte anualmente a bauxita em 870 mil toneladas de óxido de alumínio, Al_2O_3 . A bauxita é um minério rico em óxido de alumínio hidratado ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), mas que também contém impurezas como sílica, óxido de ferro e substâncias orgânicas.

A primeira parte da refinaria, a área vermelha, recebe a bauxita via linha férrea. A bauxita moída entra em contato com soda cáustica sob condições de alta temperatura e pressão para solubilizar o óxido de alumínio trihidratado ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$). Como as outras principais impurezas da bauxita não solubilizam, esses sólidos em suspensão são separados da solução líquida por um processo de decantação seguida de filtração. A área vermelha tem, portanto, dois principais produtos: a solução de soda e alumina, que é entregue à área branca e segue para o processo de produção do óxido, e o resíduo de bauxita, com os componentes indesejados presentes no minério, que é destinado para a barragem de resíduos, o Palmital. O resumo esquemático do processo para obtenção da alumina pode ser observado na Figura 5.

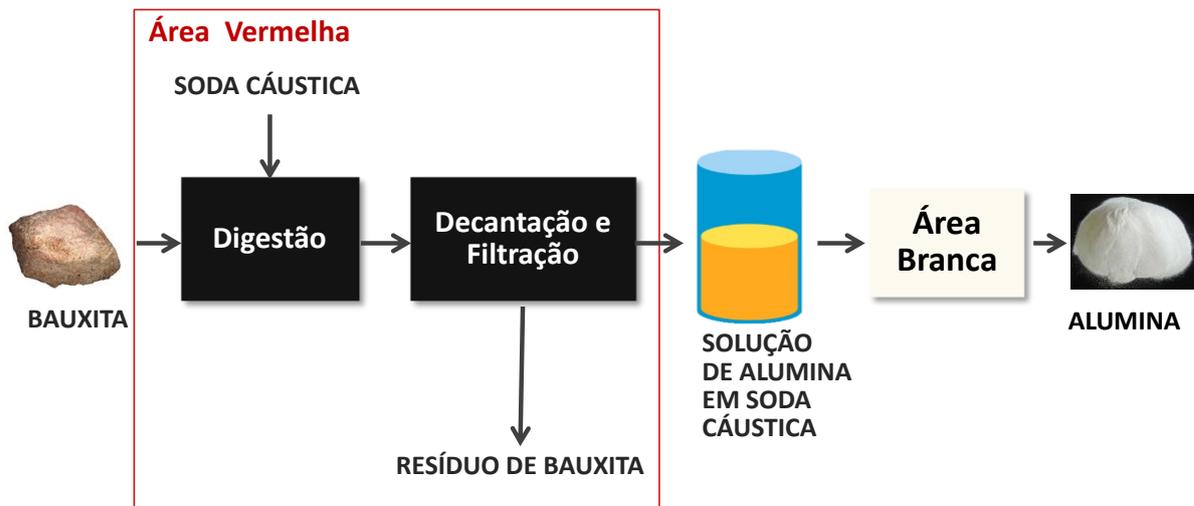


Figura 5 - Resumo esquemático do processo de fabricação de alumina

A produção diária de resíduo de bauxita é, em base seca, 2400 toneladas. No entanto, trata-se de um resíduo úmido, com 50% de umidade. Dessa forma, além de 2400 toneladas de sólido, também são depositados diariamente 2.400 m³ de água, ou 100 m³/h.

Diversas são as origens da água presente na refinaria de alumina, mas duas são as principais. A primeira é referente a cerca de 80 m³/h de água que entra no processo para utilização na lavagem do resíduo nos filtros, de forma a retirar o máximo possível de soda cáustica antes de sua disposição. A segunda refere-se à umidade (cerca de 20%) presente na própria bauxita proveniente da mineração, o que representa uma adição de 67 m³/h de água no processo. Outros processos que utilizam água industrial são:

- Hidratação da Cal: Água industrial (20 m³/h) entra em contato com cal virgem, CaO, para produzir cal hidratada, Ca(OH)₂, que é utilizada para estabilizar o licor do processo;
- Gaxeta: Água industrial (120 m³/h) é empregada para manter resfriados os interiores das bombas no processo. Essa água retorna para os tanques de soda cáustica;
- Abertura de flocculante: os aditivos químicos conhecidos como flocculantes são comprados em sua forma concentrada. Para serem utilizados na planta, precisam ser diluídos em solução de água industrial e soda cáustica. Neste processo emprega-se entre 7 e 10 m³/h de água.
- Lavagem de produto para retirada de soda: emprega cerca de 50 m³/h.

A adição de água ao processo faz com que a solução de soda cáustica que recircula na planta, conhecida como licor cáustico, seja diluída. Para garantir que sua concentração seja sempre adequada para as reações químicas que ocorrem no processo, existe também a unidade de evaporação, que evapora aproximadamente 80 m³/h. A água também sofre evaporação nas etapas de digestão e precipitação, resultando em um total de 235 m³/h. O vapor gerado é utilizado nos processos de troca térmica da refinaria.

À exceção da água do resíduo, todos os outros efluentes líquidos são reutilizados na planta ou enviados para tratamento na Estação de Tratamento de Água, a ETA. O balanço aproximado de utilização de água da refinaria está exibido na Figura 6.

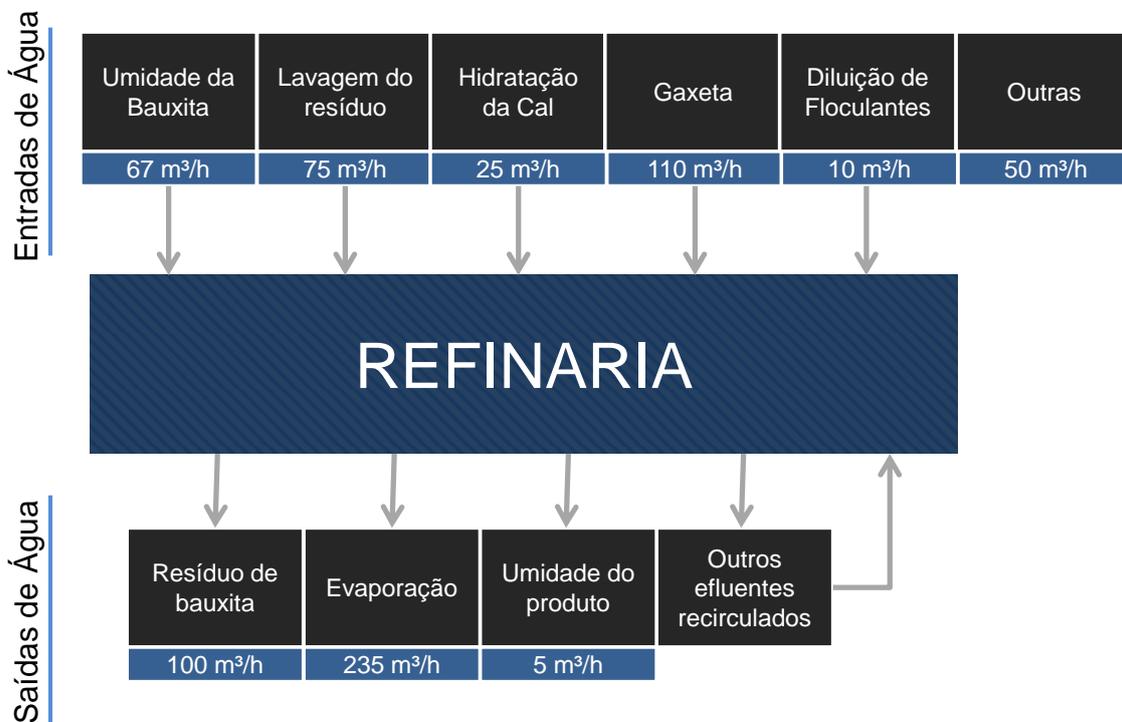


Figura 6 – Balanço de água da Refinaria

3. Descrição do Projeto

A primeira etapa do projeto consistiu na caracterização da água sobrenadante do Palmital. Estudos geotécnicos mostraram a existência de 2.000.000 m³ de água. Ensaio periódico laboratoriais indicam concentrações baixas de fluoreto de sódio, cloreto de sódio, sulfato de sódio e oxalato de sódio (de 0,4 a 0,6 g/L). A água também tem 30 g/L de Total Alcalino, TA (soma das concentrações de hidróxido de sódio, NaOH, hidróxido de sódio associado à alumina, NaAlO₂ e carbonato de sódio, Na₂CO₃) e 8 g/L de alumina. Dessa forma, considerando os preços de alumina e soda cáustica, esta água estoca 57 milhões de reais em insumo e produto da refinaria.

A partir desta análise, concluiu-se que a melhor opção de utilização da água é empregá-la no próprio processo produtivo de forma a também aproveitar a soda cáustica e alumina presentes. O foco inicial foi empregar esta água, sem tratamento, nos processos de hidratação da cal e diluição de floculante. As principais limitações para esta utilização são o possível acúmulo de impurezas no licor da planta e a eficiência da água do Palmital em relação à água industrial nas reações de hidratação de cal e abertura de floculante.

Para acompanhar as impurezas do licor e da água da barragem, foi comprado instalado um cromatógrafo Metrohm para acompanhamento da concentração de oxalato, impureza mais impactante para a eficiência do processo. O oxalato, assim como fluoreto, sulfeto e cloreto de sódio, é agora medido periodicamente em vários fluxos da refinaria para acompanhar a possibilidade de acúmulo, que não tem sido observada, conforme visto na Figura 7.

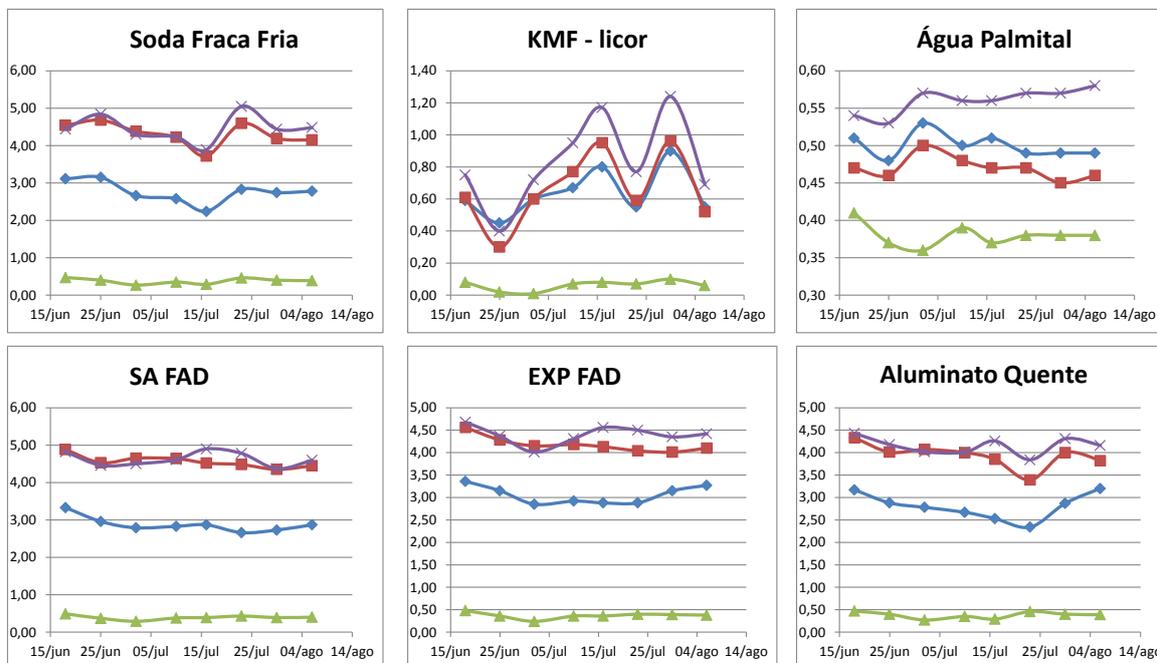


Figura 7 – Acompanhamento periódico de impurezas

Para determinar qual a concentração máxima de oxalato no licor da fábrica, foi realizado um teste de concentração crítica de oxalato. Também foi criado um simulador de balanço de orgânicos (Figura 8) para prever a concentração de oxalato após a introdução da água da barragem da refinaria. Observou-se que esta água pode ser empregada por longos períodos antes de atingir o valor encontrado em laboratório a partir do qual o oxalato precipitaria, contaminando o produto final.

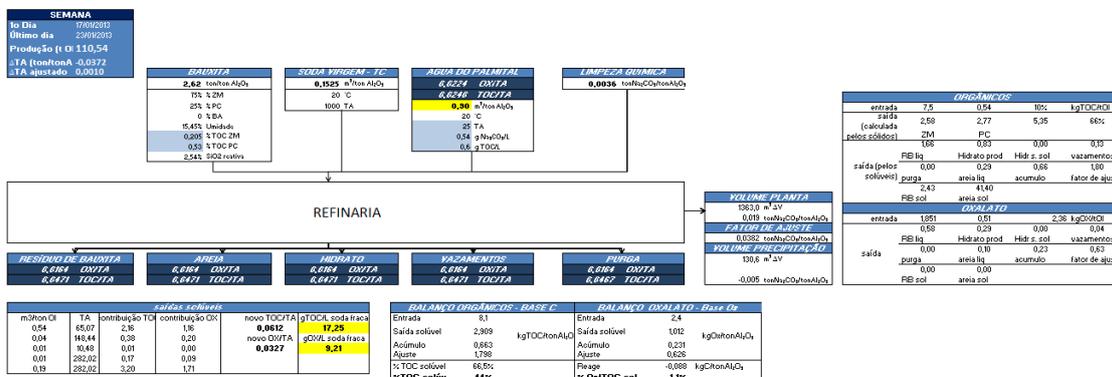


Figura 8 – Balanço de Orgânicos

A fim de verificar a eficiência da água do Palmital na abertura de flocculante, testes foram executados em parceria com a CYTEC, fornecedora do flocculante utilizado nos espessadores,

que é diluído duas vezes. O resultado final, exibido na Figura 9, mostra que a velocidade de decantação do resíduo é ótima quando a água industrial é utilizada na primeira diluição do floculante e a água do Palmital na segunda diluição. Em comparação com a água industrial, utilizada anteriormente, a velocidade de decantação é 76% mais rápida. Determinou-se então que a água do Palmital seria empregada em substituição à industrial apenas na segunda diluição.

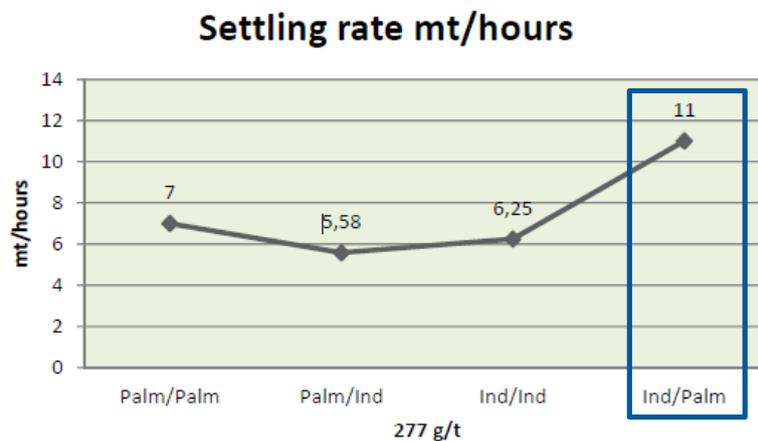


Figura 9 – Resultado do estudo conduzido com a CYTEC

Após esse extensivo estudo, foram feitas alterações na malha de controle e nas tubulações para permitir a entrada da água do Palmital em substituição à água industrial tanto na hidratação da cal como na segunda diluição de floculante.

Os custos envolvidos em todo este estudo correspondem ao custo dos equipamentos de análise de orgânicos: R\$400.000,00.

4. Resultados Obtidos

Ganhos intangíveis

Os ganhos intangíveis associados a este projeto correspondem a:

- Ganhos ambientais relativos à redução do consumo de recursos naturais, pois a água do Palmital já atuará como água de processo diminuindo a captação de água fluvial e reduzindo também o consumo de CO₂ e H₂SO₄ na ETA;
- Retirada de soda cáustica do ambiente, pela redução do volume de água do Palmital, tanto reduzindo o passivo ambiental da CBA como aumentando a segurança da comunidade de Alumínio, próxima à barragem;
- Aumento da vida útil do Palmital em dois anos, correspondente ao espaço que será liberado pela água, que poderá ser ocupado por resíduo;
- Mudança de mentalidade sobre a finalidade do resíduo, que se torna matéria-prima.
- Viabilização futura do projeto de disposição dos resíduos de forma seca através da utilização do filtro prensa.

Ganhos tangíveis

Quanto aos ganhos tangíveis, eles podem ser calculados por m³ de água introduzida na planta.

1. Rendimento de Bauxita

Multiplicando a concentração de alumina na barragem (8 kg/m³), o consumo de bauxita por tonelada de alumina e o custo da bauxita na fábrica, obtém-se o ganho calculado para o rendimento de bauxita: R\$4,80 por metro cúbico de água do Palmital.

2. Recuperação de soda cáustica

O aumento do rendimento de bauxita implicará em uma menor alimentação de bauxita para garantir a mesma produção. Dessa forma, menos sílica reativa será introduzida no processo. A sílica reativa é uma substância que sequestra parte da soda cáustica presente no licor e, sem essa introdução, haverá uma economia de R\$1,02/m³ inserido.

Além disso, há o aproveitamento da soda presente na água do lago. Parte dessa soda se encontra na forma de carbonado e precisa passar por uma reação com Cal, CaO, para ser convertida em hidróxido. Considerando esses ganhos e custos, há um ganho de R\$19,50/m³.

3. Água industrial

Para os 2.000.000 m³ de água do Palmital, existem 600.000 m³ de soda cáustica, ou seja, há 140.000 m³ de água industrial. Como cada metro cúbico de água industrial custa R\$0,70, o ganho fica R\$ 0,48/m³.

A soma dos três ganhos resulta em **R\$25,80 por metro cúbico inserido na planta.**

Hidratação da Cal – Desde sua implementação, em 07 de agosto de 2013, 34.977 m³ já foram introduzidos na planta. (Até 02/12/2013).

Segunda diluição de floculante – Desde 19 de setembro de 2013 foram introduzidos 9.734 m³ (Até 02/12/2013).

Somando estes ganhos, o projeto teve, em cinco meses, retorno de **R\$1.117.787,00.**

Conclusão

O projeto foi um sucesso, pois utilizou mínimos recursos financeiros e se apoiou no conhecimento dos colaboradores da fábrica em todas as esferas - tática, estratégica e operacional – para associar ganhos de sustentabilidade e eficiência, reduzindo o passivo ambiental e reutilizando recursos, inclusive hídricos.

No futuro, planeja-se utilizar essa água nas gaxetas das bombas da área vermelha de forma que restem apenas, em dois anos, 500.000 m³ de fração líquida no Palmital. Suficiente para início da implementação do Projeto de disposição dos resíduos de forma seca, que terá novamente, grandes ganhos ambientais.

Resultados Obtidos

1. Em relação ao consumo de água:

1.1. Houve redução do volume de água captada/utilizada?

Sim () Não Quanto? **6.000 L/h.**

Com base nos meses de julho, agosto e setembro, 42% da água industrial total é proveniente da captação da estação de captação de água industrial Pirajubu. Ou seja, para cada metro cúbico de água industrial reintroduzido, deixa-se de captar 0,42 m³ na estação. Considerando a introdução de 20 m³/h de água do Palmital, dos quais 30% são soda cáustica, economiza-se 6.000 L/h.

1.2. Houve redução do consumo específico (volume de água utilizada por unidade de produção)?

() Sim Não

2. Em relação aos efluentes líquidos:

2.1. Houve redução do volume lançado?

Sim () Não Quanto? **20.000 L/h**

Fazendo um balanço do Palmital, observa-se que há disposição de 100 m³/h na barragem, mas captação de 20 m³/h. Assim, reduz-se em 20.000 L/h o lançamento de água que solubiliza o resíduo. Essa água só pode ser reutilizada após a decantação dos resíduos no fundo da barragem.

2.2. Houve redução da carga/concentração de um ou mais poluentes?

() Sim Não

3. Qual a porcentagem de reúso de água ou de efluentes?

A CBA trata e reutiliza 100% dos efluentes gerados.

Considerando este projeto e a água lançada na barragem do Palmital, a porcentagem de reúso de 20% da água lançada.

4. Onde são feitas as ações de monitoramento?

Consumo de Água Qualidade do Efluente () Outros. Qual?

É feito acompanhamento das vazões de retorno da água para a fábrica por meio de medidores de vazão online.

Quanto à qualidade da água do Palmital, sua composição é analisada semanalmente. Investimentos expressivos foram realizados para monitorar sua concentração de carbono orgânico total e oxalato de sódio.

5. De que forma a empresa atua na sensibilização de funcionários?

() Ações Campanhas () Outros. Qual? EXPLICAR

() Não atua

O projeto foi amplamente divulgado internamente. Foi vencedor da Etapa Empresas do **Prêmio Talento em Sustentabilidade Votorantim e Destaque no 1º Seminário de Oportunidades e Melhorias da Alumina**. Também foi divulgado nos jornal interno da fábrica e no correio eletrônico corporativo. O primeiro é distribuído para todos os funcionários da CBA (cerca de 5.000) e o segundo, da Votorantim Metais (12.000 pessoas).

6. Houve redução de custos operacionais e de manutenção?

Sim () Não. Quanto?

R\$ 306.000 por mês

7. Qual o payback do projeto (meses)?

Aproximadamente 1,5 meses.