



SOLUÇÕES PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE ALUMINA

PROJETO DE PARTICIPAÇÃO NA 14ª EDIÇÃO DO
PRÊMIO FIESP DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA

Sumário

1. Objetivos e justificativa do projeto.....	3
2. Processo industrial.....	5
3. Descrição dos projetos	11
3.1. Retorno do Condensado	11
3.2. Selo Mecânico	15
3.3. Tratamento e recuperação da água da barragem (Hi-Causticization).....	19
4. Resultados obtidos	22
5. Declaração de concordância	26
6. Resumo do case	27

1. Objetivos e justificativa do projeto

A gestão de recursos hídricos é uma preocupação central para a CBA (Companhia Brasileira de Alumínio), que tem a sustentabilidade como caminho para o crescimento permanente de suas operações e de seu negócio. Em um contexto no qual a disponibilidade desse recurso vital vem reduzindo por conta de diversas razões – como contaminação de lençóis freáticos, poluição de corpos d'água e os efeitos da mudança do clima sobre os padrões de precipitação em todo o mundo – lidar com essa escassez é fundamental para a gestão de riscos operacionais. Isso é particularmente mais desafiador para setores econômicos caracterizados pelo uso intensivo de água, como é o caso da indústria do alumínio.

A produção de alumínio primário e seus produtos transformados consome um volume alto de água ao longo de todo o processo, particularmente na primeira etapa de refino, quando o minério de bauxita é transformado em óxido de alumínio (também conhecido como alumina). Por essa razão, a otimização do consumo de água nessa etapa, chamada de Alumina ou de Refinaria, é uma prioridade da CBA, uma das principais empresas do setor do alumínio no Brasil.

Nos últimos anos, a CBA empreendeu diferentes iniciativas para diminuir o consumo de água na produção de alumina, de maneira a reduzir sua pegada hídrica e mitigar riscos associados à escassez hídrica. Este case apresenta três iniciativas da companhia implementadas entre 2017 e 2018 para otimizar o consumo hídrico no processo produtivo da Alumina de sua fábrica integrada, na cidade de Alumínio, em São Paulo (Figura 1).



Figura 1 | Fábrica integrada da CBA na cidade de Alumínio (SP).

O primeiro projeto, denominado Retorno do Condensado, adaptou o sistema de reutilização do vapor condensado na Refinaria para reduzir as perdas hídricas operacionais e o consumo de água potável desmineralizada para compensação. Já o segundo modificou a tecnologia de selagem de algumas bombas da Alumina com a instalação de selos mecânicos em substituição às gaxetas, o que resultou na redução do uso de sistema de resfriamento de bombas por água na refinaria. Finalmente, o terceiro projeto, chamado de Hi-Causticization, envolveu uma mudança química do processo de tratamento para aumentar a taxa de recuperação de água da barragem de rejeitos para seu reaproveitamento na produção.

Como um todo, esses três projetos permitiram reduzir o volume de água captado de fontes hídricas locais e a demanda por água industrial, bem como aumentar o índice de recuperação de água na barragem de rejeitos da fábrica. Além da redução da pegada hídrica, a implementação dessas iniciativas trouxe ganhos adicionais em segurança e eficiência, contribuindo assim para a competitividade da empresa e a mitigação de riscos relacionados ao consumo de água.

2. Processo industrial

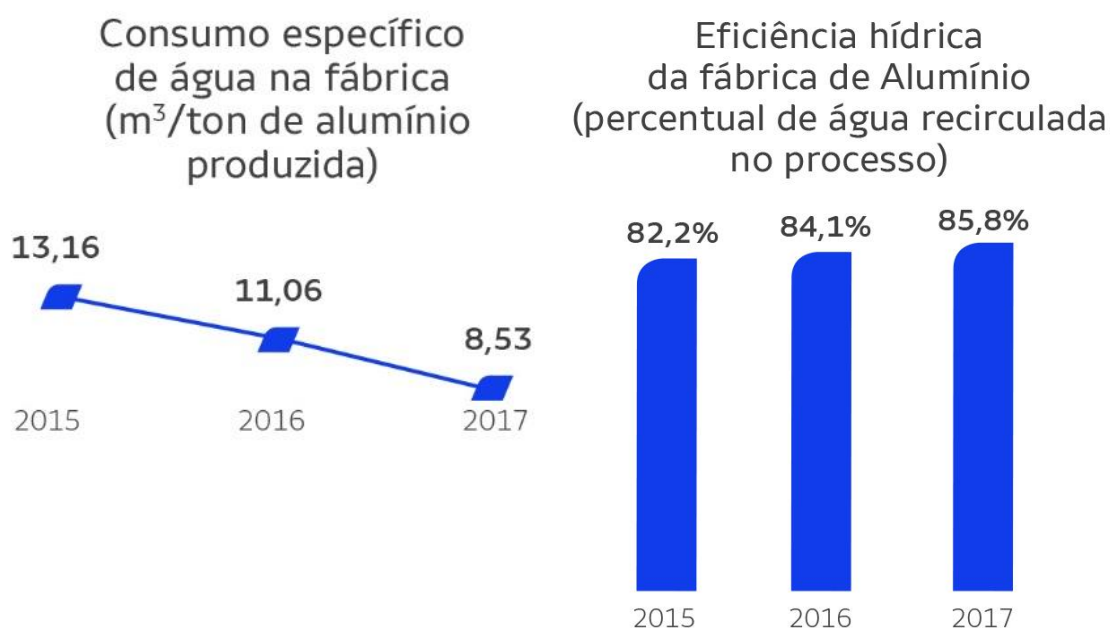
Com mais de seis décadas de experiência no mercado, a CBA dedica-se à produção e metalurgia do alumínio e suas ligas para inúmeros segmentos industriais, como os de embalagens, construção civil, automotivo, máquinas e equipamentos, bens de consumo, entre outros.

Sendo uma das empresas investidas pela Votorantim S.A., a CBA possui um modelo de negócio que abrange toda a cadeia produtiva do alumínio de maneira verticalizada, desde a mineração e beneficiamento da bauxita, matéria-prima básica do produto, até a produção de um portfólio completo de produtos primários (como alumina, lingotes, tarugos e placas) e transformados (como chapas, bobinas e folhas de alumínio).

Por meio de sua estratégia corporativa, a CBA busca a excelência operacional e a sustentabilidade, com práticas reconhecidas em saúde e segurança, gestão de pessoas e relacionamento com comunidades e com o meio ambiente. Essa estratégia, denominada "CBA do Futuro", tem como propósito colocar a empresa em um patamar ainda mais elevado de competitividade no mercado brasileiro de alumínio, gerando valor compartilhado para seus *stakeholders*.

Nesse contexto, a companhia implementa processos e soluções ecoeficientes, especialmente no que diz respeito ao consumo de água e energia e às emissões atmosféricas, promovendo a sustentabilidade em toda a cadeia produtiva do alumínio e reduzindo riscos e impactos socioambientais.

CBA em números*



A unidade da CBA na cidade de Alumínio (SP) atua de forma integrada na produção de alumínio, com operações que abrangem desde o recebimento e processamento do minério de bauxita para a obtenção do óxido de alumínio (na Refinaria), passando pela produção do alumínio primário (nas Salas Fornos) e pela fabricação de produtos fundidos, como lingotes, tarugos, rolos casters e placas (na Fundição), até a produção de materiais transformados (na área de Transformados). A Figura 2 ilustra os processos e os produtos associados a cada etapa e setor da planta industrial da CBA em Alumínio.

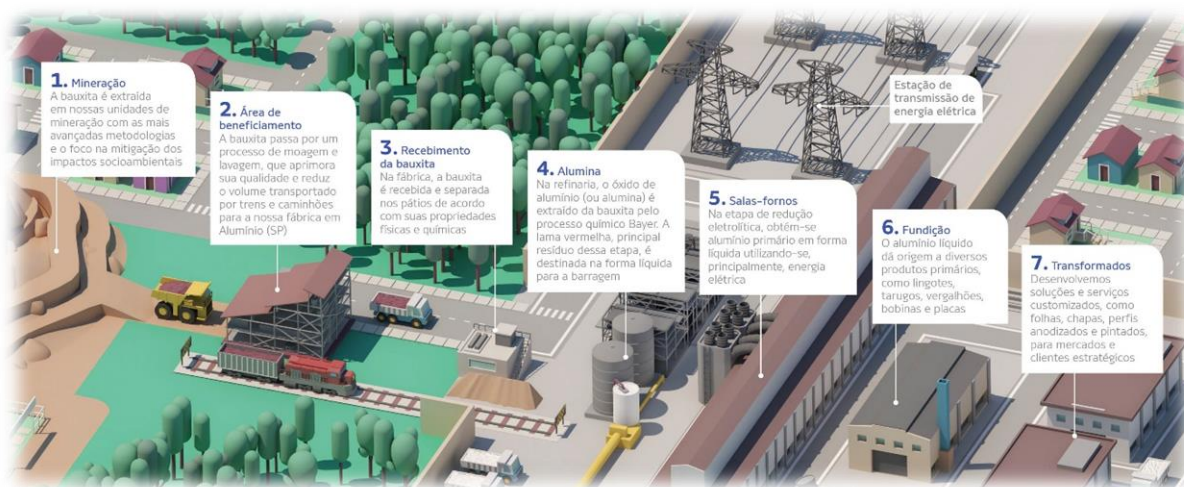


Figura 2 | Ilustração dos processos e produtos associados à fabricação de alumínio da CBA.

O processo de transformação da bauxita em óxido de alumínio (Al_2O_3 , também chamado de alumina) é a etapa mais intensa em consumo de água em toda a operação produtiva. A água na Refinaria é utilizada para resfriar bombas, lavar os resíduos do processo, hidratar a cal e diluir os flocculantes.

A bauxita é um minério rico em óxido de alumínio tri hidratado ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), mas que também contém impurezas como sílica, óxido de ferro e substâncias orgânicas. A primeira parte da Alumina, chamada de área vermelha, recebe a bauxita por meio de via férrea e faz a digestão do óxido de alumínio tri hidratado em solução de soda cáustica para separá-lo de outros componentes indissolúveis. O produto final da área vermelha é uma solução pastosa de soda e alumina, que segue para a chamada área branca da Refinaria, onde acontece a segunda etapa do processo de produção da alumina.

Na área branca, a alumina em solução é tratada para separar o óxido hidratado do licor. Por meio do processo Bayer, a pasta é cozida com soda cáustica a 150°C para dissolver o óxido de alumínio em um líquido, que depois passa por decantação e filtração para descartar impurezas. Ao final, tem-se o hidróxido de alumínio, que é calcinado para eliminar suas moléculas de água e converter o material em

alumina, o produto final da Refinaria. A Figura 3, a seguir, esquematiza o processo de produção da alumina nas áreas vermelha e branca.

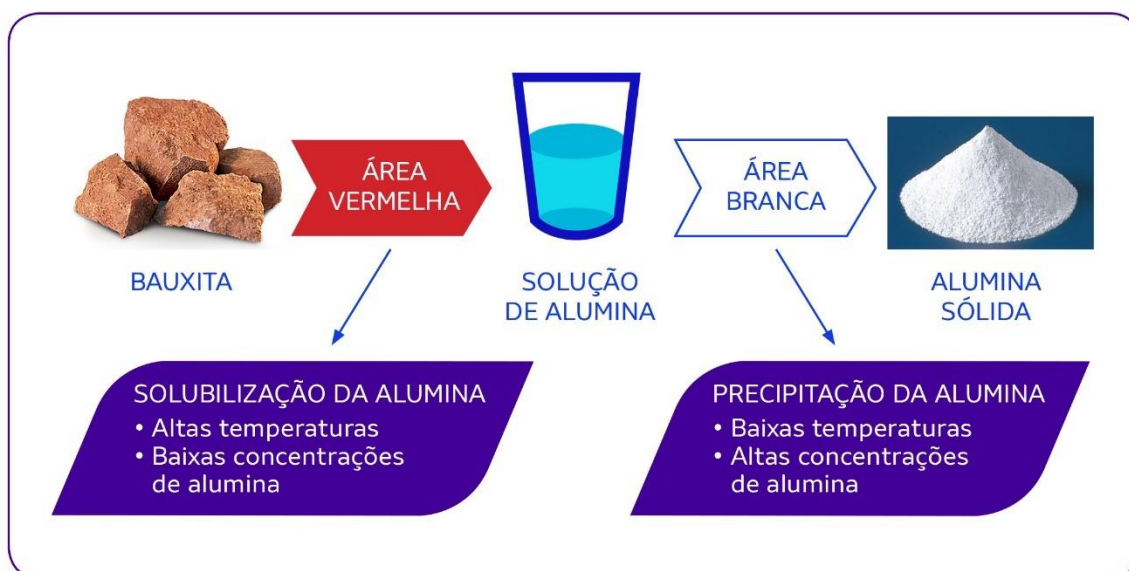


Figura 3 | Resumo esquemático do processo de fabricação de alumina.

A Refinaria conta com três sistemas de fornecimento de água para atender à demanda de suas operações. Primeiro, um circuito fechado de água industrial (água utilizada anteriormente em outros processos na planta e tratada para reúso não potável), que garante a máxima reutilização antes de seu descarte para o sistema de captação e tratamento de água da planta. Essa água industrial serve principalmente para abastecer os sistemas de resfriamento e limpeza de ambientes. Segundo, a água tratada e reaproveitada do reservatório de rejeitos de minério da unidade, denominado Barragem do Palmital. O conteúdo líquido dos rejeitos (licor) é tratado para recuperação de soda cáustica (insumo importante no processo da Alumina) e de água, que é reutilizada pelos sistemas de resfriamento e pelos tambores de limpeza de bauxita e areia. Por fim, a captação de água nova de fontes locais, que serve para os processos que necessitam um nível de pureza hídrica maior. Esses sistemas estão esquematizados na Figura 4.

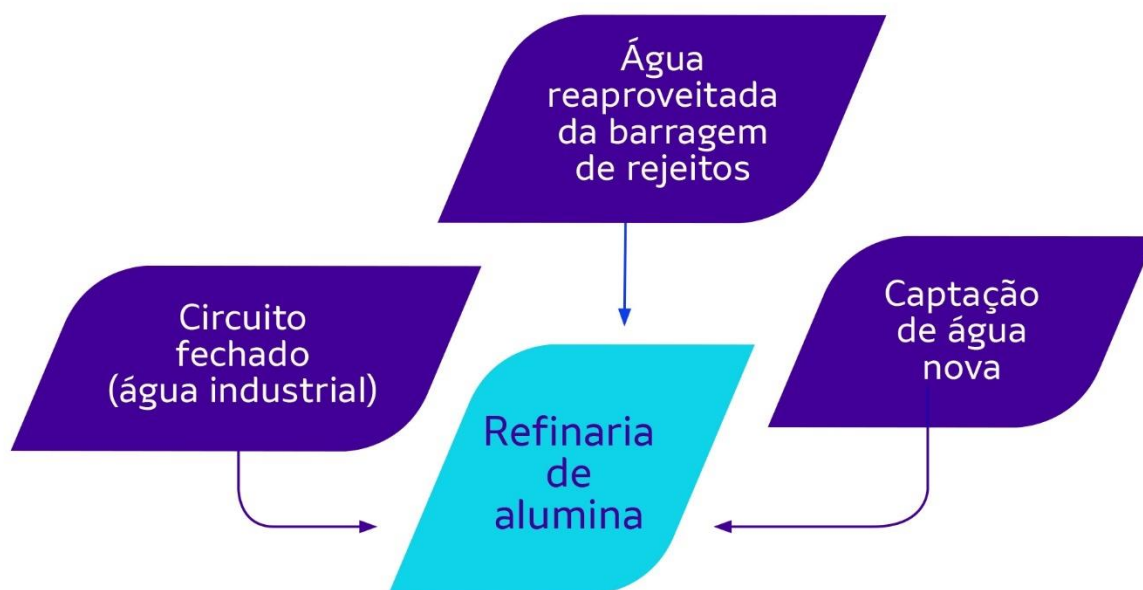
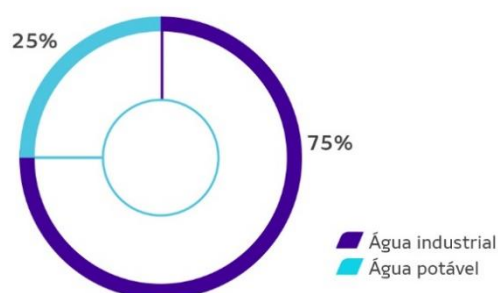


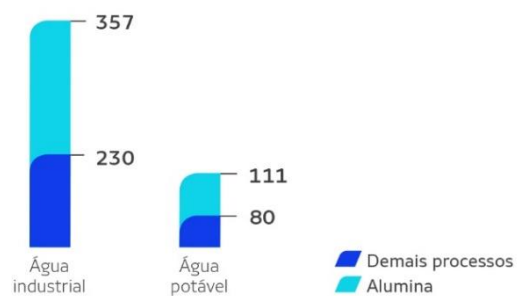
Figura 4 | Sistemas de fornecimento de água para a Refinaria.

Segundo o balanço de consumo hídrico da fábrica integrada da CBA no ano de 2017, a vazão média de água consumida foi de 778 m³/h. Desse total, 587 m³/h eram compostos por água industrial e 191 m³/h, por água potável ou *in natura*. Na Alumina, antes da implementação dos projetos descritos neste relatório, o consumo de água industrial era de 230 m³/h, e o de água potável, de 80 m³/h. Após o desenvolvimento das melhorias, esses volumes foram reduzidos para 150 m³/h e 72 m³/h, respectivamente.

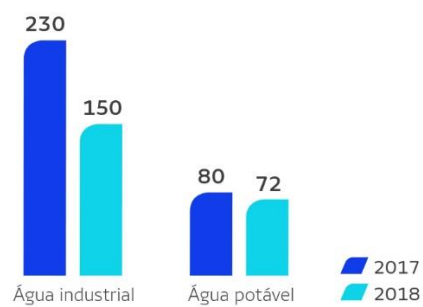
Vazão média de água consumida
na fábrica integrada em 2017
(m³/h)



Participação da Alumina no consumo hídrico da fábrica integrada em 2017 (m³/h)



Variação da vazão média de água na Alumina (m³/h)



3. Descrição dos projetos

Entre 2017 e 2018, a CBA implementou três projetos na Alumina com três objetivos de otimização do consumo de água: reduzir a demanda por água nova, captada de fontes hídricas locais; diminuir o consumo de água industrial, recirculada em um sistema fechado; e aumentar o índice de recuperação da água da barragem de rejeitos da unidade. Esses projetos trouxeram ganhos operacionais importantes na redução da pegada hídrica da Refinaria, bem como ganhos adicionais em eficiência energética e segurança para os colaboradores envolvidos no processo produtivo.

3.1. Retorno do Condensado

O vapor gerado nas operações da Alumina é utilizado em trocadores de calor, processo que resulta na condensação do vapor e posterior acumulação do condensado em vasos pressurizados a uma temperatura média de 120 °C. Antes da implementação do projeto esse condensado era bombeado para tanques atmosféricos e, pela diferença de pressão entre o sistema de recirculação pressurizado e os tanques em pressão ambiente, perdia calor, chegando a uma temperatura de cerca de 97 °C. Nesse processo de estabilização da solução pela mudança das condições de pressão, parte do condensado era perdido na forma de vapor, fenômeno conhecido como *flash*.

Para compensar essa perda hídrica era necessário repor o sistema com água potável desmineralizada (*make-up*) na vazão de 30 m³/h, o que representava mais de um terço do total de água potável consumida em toda a operação da Refinaria. Além disso, como a água de *make-up* entrava no sistema com uma temperatura mais baixa (cerca de 40 °C), era necessário também acionar os aquecedores por queima de gás natural para elevar a temperatura e produzir o vapor saturado que depois seria encaminhado às caldeiras.

A perda de água decorrente da evaporação e a necessidade de reposição hídrica no sistema fechado de circulação e distribuição de vapor eram, assim, obstáculos

importantes para a redução da pegada hídrica da operação, uma vez que eles resultavam em um aumento no consumo de água potável desmineralizada. Para superar esses desafios, a equipe técnica da CBA implementou melhorias com o projeto Retorno do Condensado. Essa adaptação alterou o curso percorrido pelo condensado, destinando-o diretamente pelo sistema pressurizado para o desaerador das caldeiras e evitando a armazenagem no tanque atmosférico.

Dessa forma, o projeto eliminou o fenômeno *flash*, impactando o volume e a temperatura da solução que chegava pelo sistema de recirculação às caldeiras. Sem a variação brusca de condições de pressão, evitou-se a redução drástica de temperatura do condensado e a consequente perda por evaporação. A demanda por água de *make-up* foi reduzida pela metade (de 30 m³/h para 15 m³/h), representando uma diminuição de 18,75% na vazão média de água potável de toda a operação da Alumina. As Figuras 5 e 6, a seguir, esquematizam o sistema de recirculação antes e depois da implementação do projeto Retorno do Condensado.

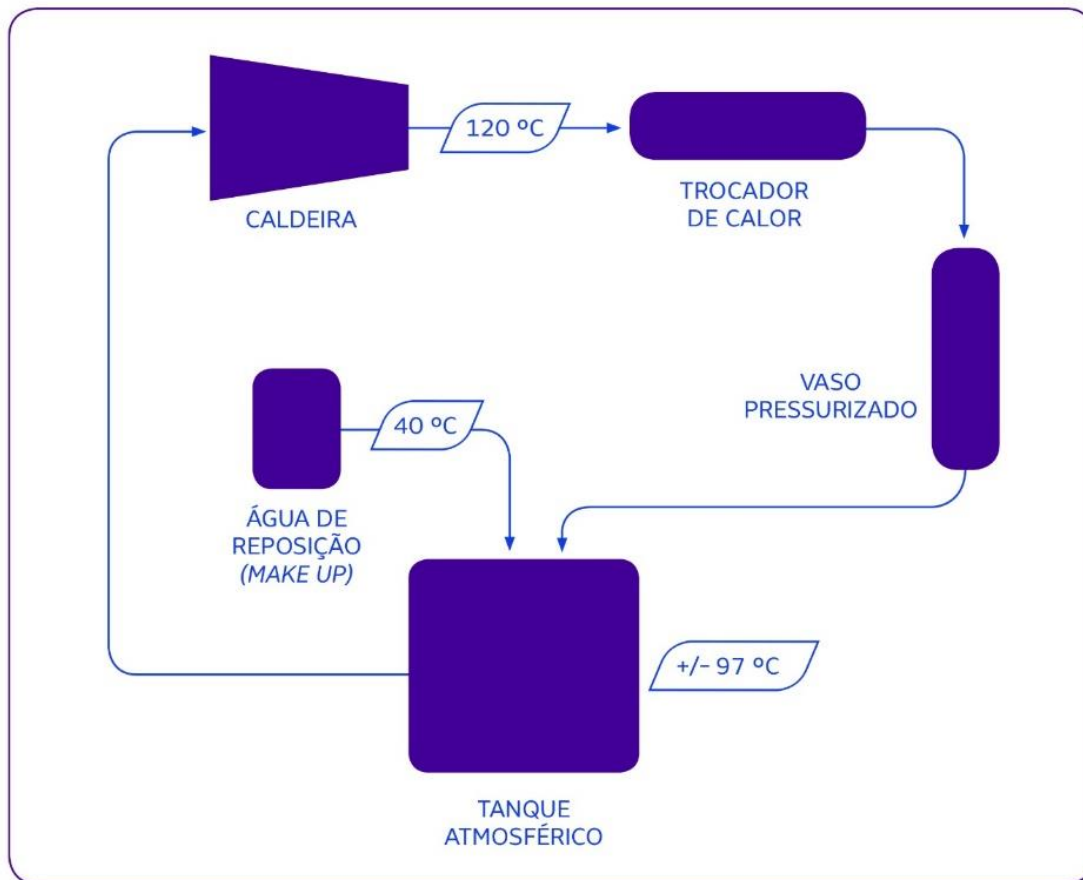


Figura 5 | Sistema de circulação e distribuição de vapor condensado antes do projeto.

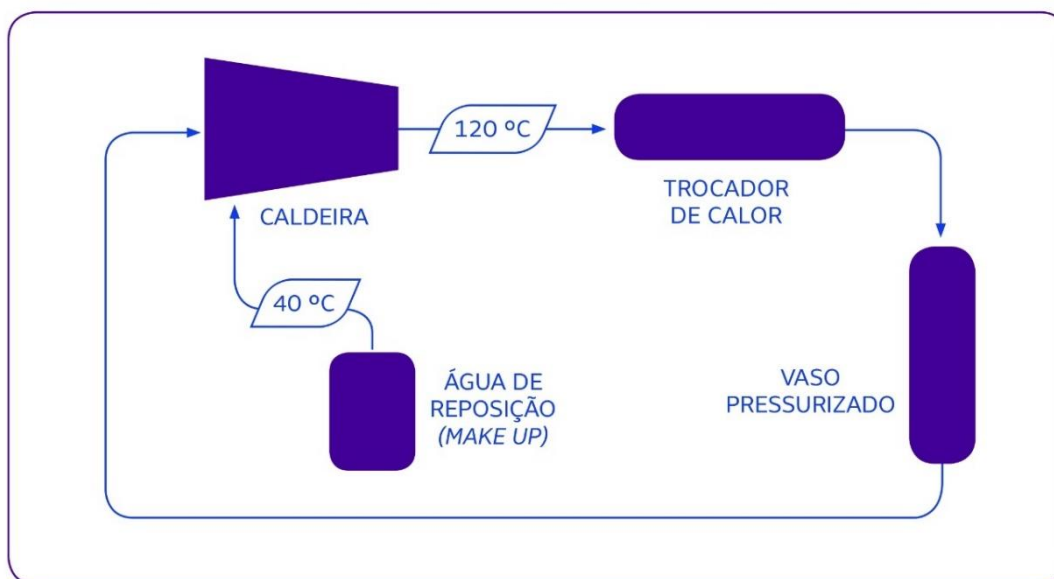


Figura 6 | Sistema de circulação e distribuição de vapor condensado depois do projeto.

A implementação dessa solução foi iniciada em outubro de 2017, com a realização da interligação das linhas de retorno de condensado nos desaeradores das caldeiras, que trabalham com uma pressão de 1,8 kgf/cm². Em seis meses, a adaptação no sistema de retorno do condensado estava em operação plena na Refinaria.

Como o projeto modificou o procedimento operacional e os parâmetros para monitoramento, a equipe de engenharia treinou os colaboradores envolvidos diretamente na operação, mobilizando cerca de 30 pessoas em atividades de capacitação e atualização sobre os novos procedimentos, com carga horária de três horas. No total, foram contabilizadas 90 horas de formação. O cronograma de execução do projeto está sintetizado na Figura 7.

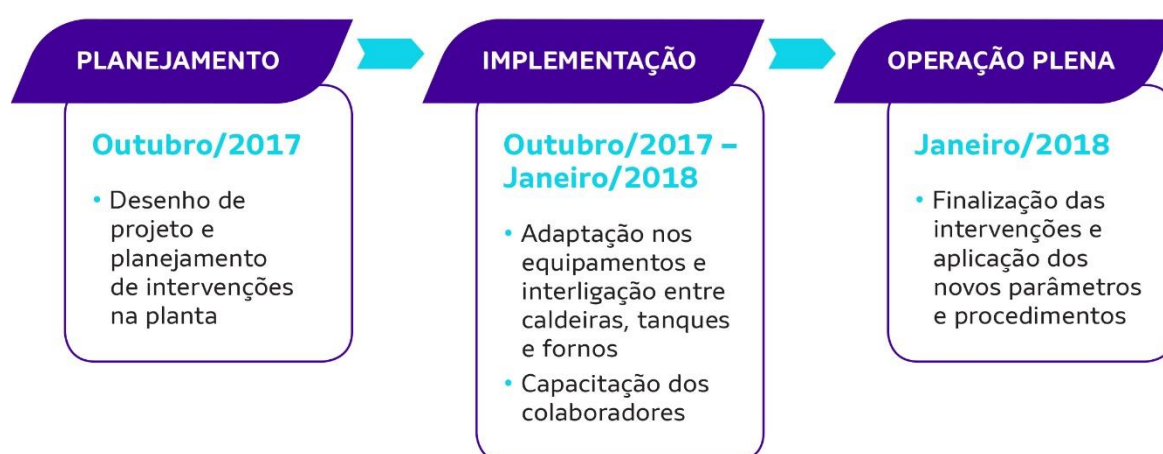


Figura 7 | Cronograma de execução do projeto Retorno do Condensado.

3.2. Selo Mecânico

Na Alumina existem 320 bombas que servem para bombear uma polpa composta basicamente por bauxita, soda cáustica e água para diversos equipamentos ao longo do processo produtivo. Até meados de junho de 2017, todas as bombas utilizavam a tecnologia da gaxeta para a selagem do equipamento. As gaxetas, mostradas na Figura 8, a seguir, são cordas compostas por fios de diferentes fibras trançadas, em bitola quadrada, com potencial elástico. Elas são aplicadas de maneira estática (para vedar válvulas e evitar vazamentos) ou dinâmica (em volta de eixos de bombas e outros equipamentos rotativos).

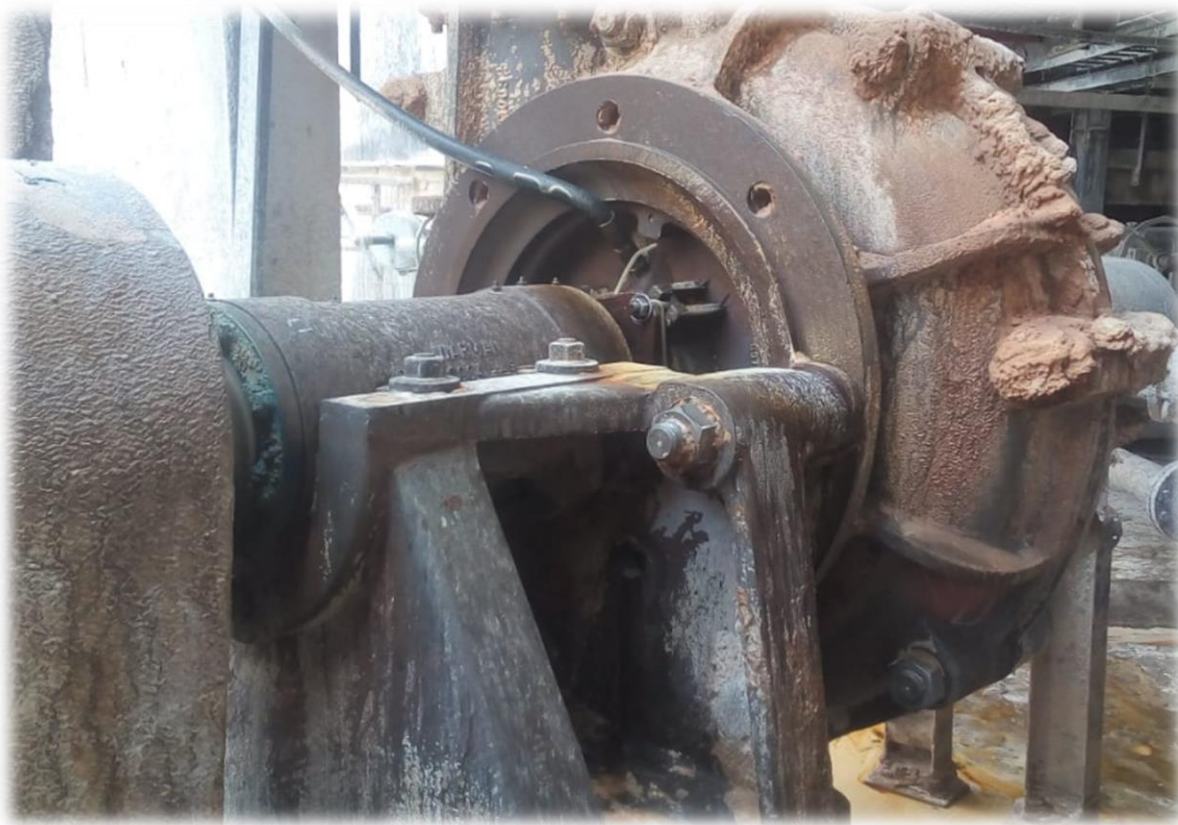


Figura 8 | Bomba com gaxeta.

Para evitar o superaquecimento decorrente do atrito entre as partes da bomba, era utilizado um sistema de resfriamento via água. No entanto, uma parcela significativa dessa água de resfriamento, que é bombeada junto com a polpa,

precisava ser evaporada posteriormente para controlar o volume total de água na planta.

Para reduzir essa perda de água industrial, a CBA adotou uma nova tecnologia para selagem em um conjunto de 40 das 320 bombas – o selo mecânico. Essa solução é uma tecnologia utilizada na indústria em geral e aplicada para selar equipamentos como bombas centrífugas, compressores e misturadores industriais. Esse selo é montado no eixo (com um conjunto rotativo) e na caixa de selagem (com um conjunto estacionário) do equipamento. A união entre esses dois conjuntos, que compõem o selo mecânico, é realizada por duas faces de vedação que se mantêm constantemente em contato durante a operação. A Figura 9, a seguir, mostra uma das bombas da Alumina em que essa nova tecnologia está instalada.



Figura 9 | Bomba da Alumina com selo mecânico para vedação.

As faces rotativa e estacionária encontram-se perpendiculares ao eixo, sendo que uma é empurrada contra a outra por meio de molas. O contato axial resultante da pressão da mola e do fluído na caixa de selagem faz a chamada vedação primária

(ou dinâmica), bloqueando o vazamento do fluído para o eixo do equipamento. A vedação secundária (ou estática) é feita normalmente por anéis "O" ou folios de borracha e impede a passagem do fluído pelos interstícios do selo mecânico. O atrito resultante desse contato é mitigado por uma camada de fluído (também chamado de filme lubrificante), que corre por entre as faces e evita o superaquecimento do selo mecânico.

Com o selo mecânico, as bombas deixaram de depender de um sistema de resfriamento por água, substituindo as gaxetas que eram utilizadas antes para selar o equipamento. Assim, a demanda por água industrial para resfriamento foi zerada nessas bombas. As principais características dos sistemas de selagem por gaxeta e do selo mecânico nas bombas estão sistematizadas na Figura 10.

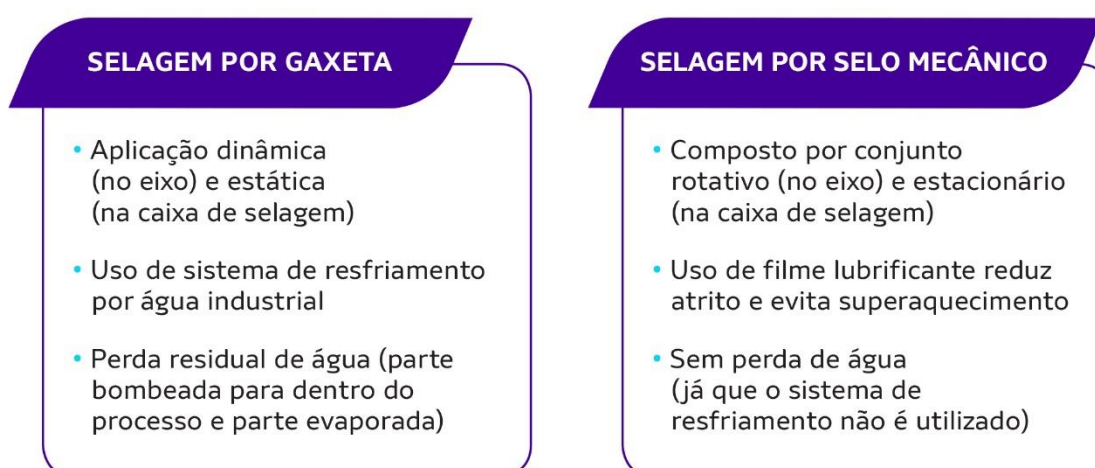


Figura 10 | Características dos sistemas de selagem de bombas por gaxeta e por selo mecânico.

A redução do consumo de água industrial decorrente da utilização dos selos mecânicos nessas bombas da Alumina foi de 20 m³/h, um resultado equivalente a 8,7% da vazão consolidada de água industrial na Refinaria. Uma vez que a água industrial inclui em sua composição uma parcela de água nova, a redução na sua demanda também gera menor pressão sobre a captação de água.

Outro ganho da aplicação dessa tecnologia foi a redução na demanda por evaporador, que é utilizado para dissipar a água acumulada nas bombas, o que contribuiu para a minimização da evaporação e da necessidade de reposição de água. A iniciativa também trouxe melhoria significativa na segurança dos colaboradores da CBA na operação dessas bombas, já que a diminuição do vapor reduziu o risco de exposição desses profissionais à projeção de fluídos.

O projeto começou a ser implementado em junho de 2017, com a instalação dos selos mecânicos em 40 das 320 bombas da Refinaria. Ao longo do semestre seguinte os colaboradores envolvidos diretamente na operação desses equipamentos (25 mecânicos e 62 operadores) receberam treinamento e atualização tecnológica, já que o uso do selo mecânico alterou o procedimento e a matriz de risco da operação nas bombas. A carga horária das formações totalizou 80 horas de qualificação profissional. A Figura 11, a seguir, sintetiza o cronograma de execução do projeto Selo Mecânico nas bombas da Alumina.



Figura 11 | Cronograma de execução do projeto Selo Mecânico.

3.3. Tratamento e recuperação da água da barragem (Hi-Causticization)

A produção de óxido de alumínio (ou alumina) por meio do processo Bayer gera o resíduo de bauxita, que é depositado na Barragem do Palmital (Figura 12) ao lado da fábrica integrada da CBA em Alumínio e contém água e soda cáustica.



Figura 12 | Barragem de rejeitos do Palmital, na planta da CBA em Alumínio (SP).

Nos últimos anos, a CBA vem desenvolvendo medidas para recuperar parte da água e da soda cáustica depositada nessa barragem, ampliando dessa forma a vida útil do reservatório. Uma dessas iniciativas, reconhecida na 9ª edição do Prêmio FIESP de Conservação e Reúso de Água com uma Menção Honrosa, foi a recuperação de água da barragem para controle do limite permitido de impurezas no sistema, juntamente com o estudo de alteração da forma de disposição dos resíduos do *wet disposal* (com baixa concentração de sólidos) para o *dry disposal* (com 70% de concentração de sólidos), feita a partir da utilização de um filtro prensa (que separa elementos sólidos e líquidos por meio de pressão).

O projeto também desenvolveu uma nova patente em conjunto com a Votorantim Cimentos que visa utilizar o resíduo para produção de pozolana. O estudo

publicado com o título “Votorantim Metais/CBA bauxite residue: challenges and solutions” foi apresentado no ICSOBA (The International Committee for Study of Bauxite, Alumina & Aluminium) em Dubai no ano de 2015.

Uma dificuldade prática que vinha sendo enfrentada pela companhia nesse esforço era o alto grau de impureza apresentado pela água recuperada da barragem, que não podia ser tratada apenas por filtros e limitava seu consumo. A alta concentração de carbonato de sódio presente no licor causa perdas de produtividade e pode impactar a qualidade do óxido produzido.

Para superar esse desafio, a CBA implementou no começo de 2017 uma nova operação chamada causticização, que consiste na aplicação de cal no licor para converter quimicamente o carbonato de sódio presente na solução em carbonato de cálcio (CaCO_3). Essa reação química permitiu reduzir a impureza e melhorar a eficiência da recuperação de água, cuja vazão média aumentou de 12 m^3/h para 43 m^3/h .

No começo de 2018, a empresa investiu em uma solução tecnológica inovadora para ampliar o volume de água recuperada na Barragem do Palmital e aumentar a eficiência do processo de causticização para 90%. Por conta de questões jurídicas relacionadas ao processo de patenteamento da tecnologia por parte da CBA, não é possível apresentar detalhes sobre seu funcionamento neste relatório. No entanto, os resultados obtidos a partir de sua implementação evidenciam seu potencial positivo na recuperação de água da barragem: a taxa mais do que dobrou, passando de 43 m^3/h para 90 m^3/h . As duas etapas do projeto de Hi-Causticization estão estruturadas na Figura 13.

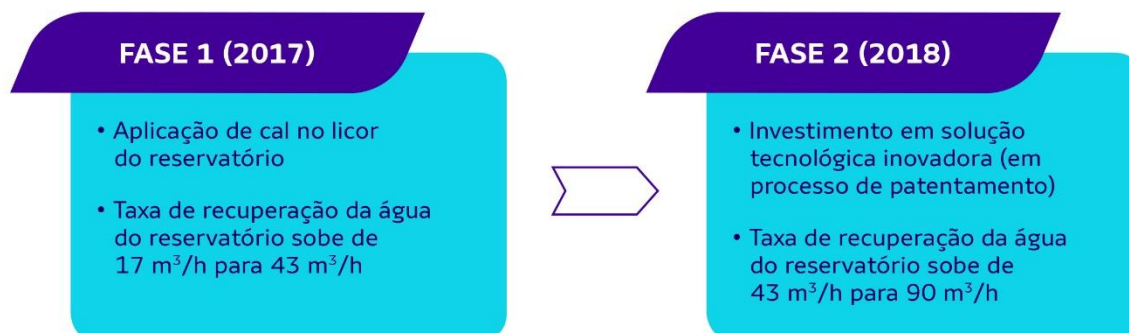


Figura 13 | Etapas de implementação do projeto Hi-Causticization.

Além da economia de água, que passou a ser reutilizada na operação, esse projeto também ajudou a recuperar soda cáustica, um insumo importante para a operação da Alumina. Inicialmente, a água recuperada era reutilizada nos floculantes e nas gaxetas das bombas. Diante da possibilidade de ampliação do volume recuperado com o projeto, a equipe mapeou em quais etapas esse volume poderia ser consumido. Atualmente, a água proveniente da Barragem do Palmital abastece também os chuveiros de lavagem de areia e de resíduo da bauxita, na área vermelha da Refinaria.

Para a implementação do projeto, a CBA engajou equipes de diferentes áreas, desde o pessoal de manutenção e operação até os colaboradores nos setores de tecnologia e engenharia. Foi produzido um manual operacional para orientar o trabalho de monitoramento e acompanhamento do processo de recuperação de água e soda cáustica na barragem, com novos parâmetros operacionais. Além disso, na segunda fase do projeto, a companhia treinou seus colaboradores envolvidos diretamente com essa operação no uso dos novos equipamentos e sistemas. No total, 20 operadores receberam formação pela CBA para a operação após o projeto Hi-Causticization – 12 na primeira fase e 8 na segunda, com carga horária de 1 hora.

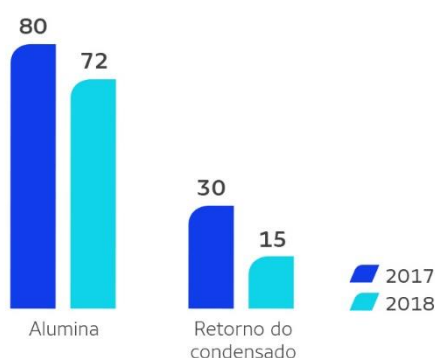
4. Resultados obtidos

A implementação dos três projetos apresentados neste relatório trouxe ganhos importantes para a gestão hídrica da fábrica integrada da CBA em Alumínio (SP), uma vez que permitiram a redução da captação de água nova e a demanda por água industrial, bem como a elevação da taxa de recuperação hídrica na Barragem do Palmital.

No caso do projeto de adaptação no sistema de circulação e distribuição de condensado, uma mudança física no trajeto do condensado pela planta permitiu reduzir pela metade o consumo de água potável desmineralizada para reposição hídrica. Antes, o condensado era armazenado em um tanque despressurizado, o que causava um choque de temperatura e pressão e, conseqüentemente, perda hídrica por evaporação. Agora, com o fluxo integralmente pressurizado desse vapor, a perda térmica não é tão grande e, conseqüentemente, a evaporação hídrica também é reduzida. Esse ganho em eficiência reflete-se na diminuição da demanda de água para compensação (*make-up*) no sistema.

O resultado disso é que a reposição de água potável no sistema de circulação e distribuição de vapor, que antes acontecia na vazão de 30 m³/h, passou a ser de 15 m³/h. Se considerarmos o total do consumo de água potável ou *in natura* da Refinaria (cerca de 80 m³/h), essa redução foi de 18,75%, quase um quinto da demanda total.

Vazão média de água potável (m³/h)



Já no projeto de instalação de selos mecânicos nas bombas da Refinaria, a mudança tecnológica na forma de selar esses equipamentos isentou-os de utilizar o sistema de resfriamento por água industrial para conter o superaquecimento, já que isso passou a ser desempenhado pelo filme lubrificante que corre por entre as faces de vedação do selo.

Além de reduzir a demanda por água industrial para resfriar as bombas, o uso dos selos mecânicos também acabou com as perdas residuais de água que aconteciam com o resfriamento hídrico das bombas. A água que ficava acumulada nas bombas era dissipada por meio de evaporadores e, posteriormente, precisava ser repostada a partir da captação de água nova para o circuito fechado de água industrial. Essa medida isoladamente possibilitou reduzir a demanda por água industrial da Refinaria em 20 m³/h, o que representou 8,7% do consumo em 2017 desse tipo de água em todo o processo produtivo da Alumina, como mostra a Figura 14.

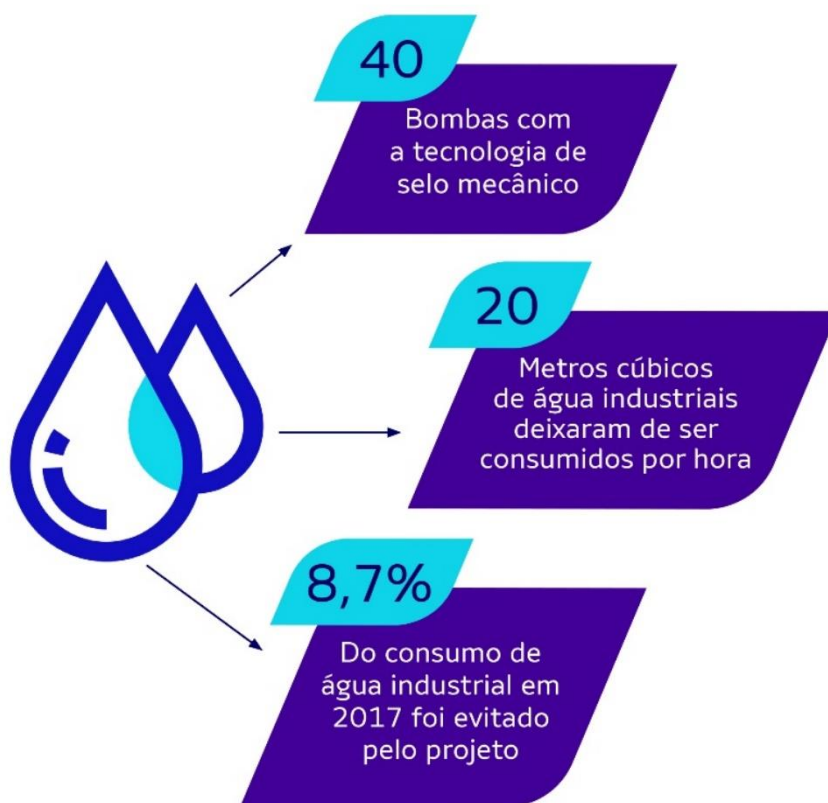
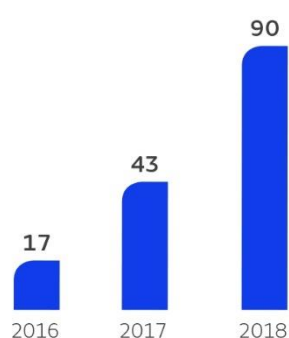


Figura 14 | Resultados do projeto Selo Mecânico.

No caso da aplicação do Hi-Causticization na recuperação de água da Barragem do Palmital a mudança química e tecnológica no tratamento do efluente ampliou significativamente a taxa de recuperação hídrica, saltando de 17 m³/h para 90 m³/h em dois anos, cinco vezes mais do que no modelo anterior de tratamento. Destaca-se também o investimento feito pela CBA em inovação para melhorar a eficiência do processo de tratamento e recuperação de água na barragem de rejeitos, uma solução que está em processo de patenteamento junto aos órgãos competentes no Brasil.

Vazão média de recuperação
de água da barragem (m³/h)



O melhor aproveitamento dessa água recuperada refletiu em uma diminuição da demanda por água industrial para operações com floculantes e para o sistema de resfriamento das bombas. Com a redução do uso desse sistema nas bombas da Alumina, a equipe da CBA buscou identificar outros processos que poderiam utilizar esse novo volume de água recuperada, como a operação dos tambores de lavagem de areia e resíduo de bauxita, na área vermelha, e limpeza em geral.

Além dos ganhos de gestão hídrica, essas soluções também trouxeram benefícios em termos de segurança e de economia de materiais para a CBA. No caso do selo mecânico, a mudança no sistema de selagem das bombas reduziu o uso de evaporadores, o que minimizou a exposição dos colaboradores a possíveis queimaduras decorrentes do uso desses equipamentos. Já no caso do Hi-Causticization, além da recuperação da água, esse método permitiu recuperar

mais soda cáustica residual depositada na barragem de rejeitos, o que é economicamente relevante, pois esse material é importante para o processo produtivo da Alumina e tem um custo elevado para a companhia.

A partir de soluções diversificadas aplicadas em diferentes momentos no processo produtivo da Refinaria, a CBA conseguiu: reduzir a demanda de água nova para compensar perdas no circuito fechado de água industrial; minimizar o uso desse mesmo circuito para resfriamento de bombas; e ampliar de maneira significativa a taxa de recuperação de água na barragem de rejeitos, como mostra a Figura 15.

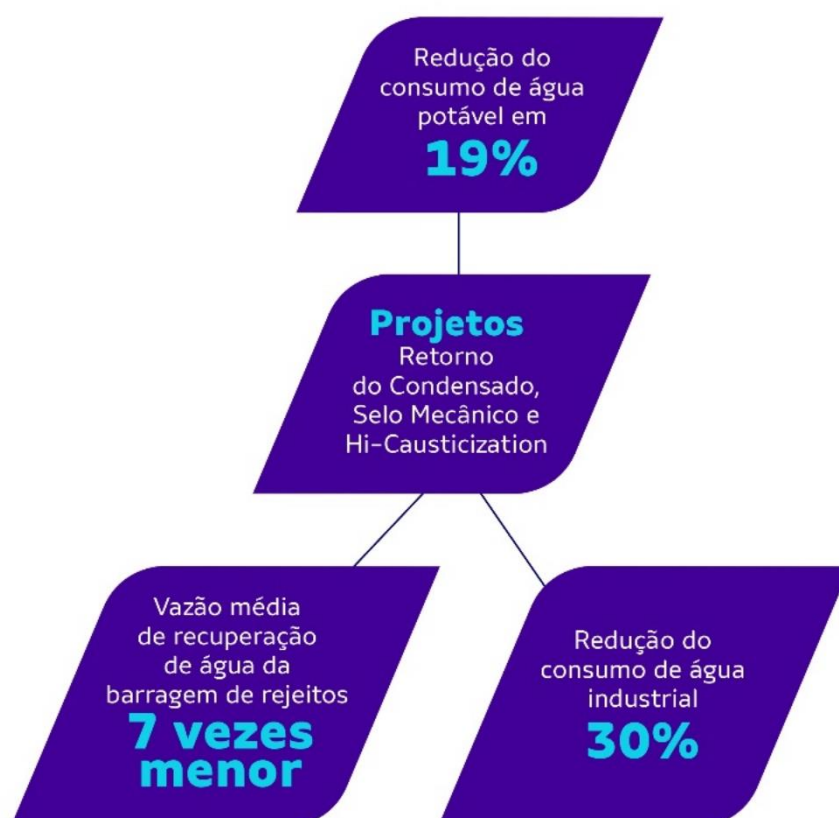


Figura 15 | Ganhos consolidados dos projetos para a redução do consumo de água na Alumina.

5. Declaração de concordância

Declaramos que estamos de acordo com os termos presentes no Regulamento da 14ª Edição do Prêmio FIESP de Conservação e Reúso de Água e que atendemos à legislação ambiental e de recursos hídricos vigentes.

Autorizamos a FIESP a dar publicidade ao projeto e nos responsabilizamos pela veracidade das informações prestadas.

Alumínio, 14 de janeiro de 2019.



Marcus Vinícius Vaz Moreno

6. Resumo do case

Este case apresenta três iniciativas implementadas pela CBA (Companhia Brasileira de Alumínio) para reduzir o consumo de água na produção de óxido de alumínio (alumina) entre 2017 e 2018 em sua planta industrial localizada na cidade de Alumínio (SP). Essas medidas permitiram reduzir o volume de água captado em fontes hídricas locais e a demanda por água industrial, bem como aumentar o índice de recuperação de água na barragem de rejeitos da mesma planta.

Dentro do processo produtivo do alumínio, a etapa de transformação do minério de bauxita em alumina é a mais intensa em consumo de água. Na Refinaria, também conhecida como Alumina, a água é utilizada para resfriar bombas, lavar resíduos, fazer hidratação de cal e diluição de floculantes.

A Refinaria conta com três sistemas de fornecimento de água para atender sua demanda. O primeiro deles é um circuito fechado de água industrial (água utilizada anteriormente em outros processos na planta e tratada para reúso não potável), que garante a máxima reutilização de água. Essa água industrial serve principalmente para abastecer os sistemas de resfriamento e limpeza de ambientes.

Já o segundo é a água tratada e reaproveitada do reservatório de rejeitos de minério da unidade, denominado Barragem do Palmital. O conteúdo líquido dos rejeitos (licor) é tratado para recuperação de soda cáustica (insumo importante no processo da Alumina) e de água, que é reutilizada pelos sistemas de resfriamento e pelos tambores de limpeza de bauxita e areia. Por fim, o terceiro sistema de fornecimento hídrico é a captação de água nova de fontes locais, que serve para os processos que necessitam um nível de pureza hídrica maior.

Segundo o balanço hídrico da planta da CBA em Alumínio no ano de 2017, a vazão média de água consumida foi de 778 m³/h. Desse total, 587 m³/h eram compostos por água industrial e 191 m³/h por água potável ou *in natura*. Na Refinaria, antes

da implementação dos projetos descritos neste relatório, o consumo de água industrial era de 230 m³/h e o de água potável de 80 m³/h.

Considerando esse cenário, a CBA implementou os três projetos na Refinaria visando otimizar o consumo de água por meio da redução da demanda por água potável, da diminuição do consumo de água industrial e do aumento do índice de recuperação de água da barragem de rejeitos.

O primeiro projeto, denominado Retorno do Condensado, alterou o sistema de circulação e distribuição de vapor condensado, com temperatura média de 120 °C, nas caldeiras da Alumina. Até então, o condensado era encaminhado para um tanque atmosférico, no qual sofria um fenômeno chamado *flash* pela diferença brusca de pressão, que causava queda da sua temperatura para cerca de 97 °C e consequentemente perda por evaporação. Para compensar essa perda hídrica, era necessário fazer uma reposição de água potável tratada (*make-up*) na vazão de 30 m³/h, o que representava um terço do total de água potável consumida em toda a operação da Refinaria. Além disso, como a água de *make-up* entrava no sistema com uma temperatura mais baixa, era necessário também acionar os aquecedores por gás natural para elevar essa temperatura e produzir o vapor saturado que depois seria encaminhado às caldeiras.

Entre outubro de 2017 e abril de 2018, a equipe da CBA adaptou esse sistema, alterando o percurso do condensado: ao invés de encaminhá-lo para um tanque atmosférico, ele passou a ir diretamente para o desaerador das caldeiras. Assim, evitou-se o fenômeno *flash*, permitindo a chegada do condensado nas caldeiras com temperatura mais elevada e a redução da demanda por água de *make-up* em 50% – uma economia de 15 m³/h.

Já o segundo projeto foi uma alteração tecnológica na selagem dos equipamentos utilizados para bombear uma polpa de bauxita, soda cáustica e água para diversas bombas na Alumina. Até junho de 2017, todas as 320 bombas da Refinaria utilizavam a tecnologia da gaxeta (cordas compostas por fios de diferentes fibras, trançados em bitola quadrada, com potencial elástico) para fazer a selagem do

equipamento. Para evitar o superaquecimento decorrente do atrito entre as partes estática e dinâmica da bomba, era utilizado um mecanismo de resfriamento por água. No entanto, uma parcela significativa dessa água de resfriamento, que é bombeada junto com a polpa, precisava ser evaporada posteriormente para controlar o volume total de água na planta.

Para reduzir essa perda, em junho de 2017 a CBA alterou o mecanismo de selagem de 40 bombas, substituindo a gaxeta pelo selo mecânico, uma solução utilizada na indústria em geral e aplicada para selar equipamentos como bombas centrífugas, compressores e misturadores industriais. Esse selo é montado no eixo (com um conjunto rotativo) e na caixa de selagem (com um conjunto estacionário) do equipamento. A união entre esses conjuntos é realizada por duas faces de vedação que se mantêm constantemente em contato durante a operação. O atrito resultante desse contato é mitigado por uma camada de fluido (chamado de filme lubrificante) que corre por entre as faces e evita o superaquecimento do selo mecânico.

Com essa mudança, as bombas com selo mecânico deixaram de depender de um sistema de resfriamento por água, zerando a demanda por água industrial nesses equipamentos. A redução do consumo de água industrial decorrente dessa solução foi de 20 m³/h, equivalente a 8,7% da vazão consolidada de água industrial na Refinaria. Uma vez que a água industrial inclui em sua composição uma parcela de água potável, a diminuição na sua demanda também minimizou a pressão sobre a captação de água potável.

Por fim, o terceiro projeto foi o desenvolvimento de uma solução química para elevar a taxa de tratamento e recuperação da água da barragem de rejeitos da planta, denominado Hi-Causticization. A iniciativa contribuiu para reduzir o grau de impureza da água recuperada, que limitava a possibilidade de reutilização no processo. A alta concentração de carbonato de sódio presente no licor pode causar perda de produtividade e impactar a qualidade do óxido de alumínio produzido.

Para superar esse desafio, a CBA implementou no começo de 2017 uma nova operação chamada causticização, que consiste na aplicação de cal no licor para converter quimicamente o carbonato de sódio presente na solução em carbonato de cálcio. Essa reação química permitiu reduzir a impureza da água e melhorar a eficiência na sua recuperação, aumentando sua vazão média de 12 m³/h para 43 m³/h.

A taxa de recuperação aumentou ainda mais ao longo de 2018, com o desenvolvimento de uma solução tecnológica inovadora em patenteamento que permitiu aumentar a eficiência do processo em 90% e elevou essa taxa para 90 m³/h.

Por meio de soluções diversificadas em diferentes momentos do processo produtivo da Refinaria, a CBA conseguiu reduzir a demanda de água potável para compensar perdas no circuito fechado de água industrial, minimizar o uso desse mesmo circuito para resfriamento de bombas e ampliar de maneira significativa a taxa de recuperação de água na barragem de rejeitos. O resultado foi evidente: o consumo de água industrial na Alumina caiu de 230 m³/h para 150 m³/h e o de água potável diminuiu de 80 m³/h para 72 m³/h.

Além dos ganhos de gestão hídrica, essas soluções também trouxeram benefícios em termos de segurança e de economia de materiais para a CBA. No caso do selo mecânico, a mudança no sistema de selamento das bombas reduziu o uso de evaporadores, o que minimizou o risco de os colaboradores sofrerem queimaduras decorrentes da utilização desses equipamentos. Já o Hi-Causticization permitiu recuperar mais soda cáustica residual nos efluentes que estão depositados na barragem de rejeitos, o que é economicamente relevante, pois esse material é importante para o processo produtivo e tem um custo elevado para a companhia.