

**11ª Edição do Prêmio FIESP de Conservação e Reuso de
Água**

**USO DA TECNOLOGIA DE FILTRAÇÃO POR
OSMOSE REVERSA PARA REÚSO DE EFLUENTES
EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA Unidade Bunge
Jaguaré**

2015

USO DA TECNOLOGIA DE FILTRAÇÃO POR OSMOSE REVERSA PARA REÚSO DE EFLUENTES EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Unidade Bunge Jaguaré

Roteiro II para Média/Grande Empresa

Identificação da empresa:

BUNGE ALIMENTOS S/A

Endereço: Rua Diogo Moreira, 184 - CEP 05423-010 – São Paulo (SP), Brasil

Endereço Unidade Jaguaré: Av. Alexandre Mackenzie, 70 - Jaguaré, São Paulo - SP, 05322-900

Equipe de Sustentabilidade:

Guilherme do Couto Justo

Rodrigo Spuri

Fernanda Vendramel F Francisco

Unidade Jaguaré:

Tamara Cabral - Analista de Meio Ambiente

1.Objetivo e Justificativa do projeto

Objetivo

A finalidade deste trabalho é mostrar os estudos conduzidos durante a avaliação técnica e econômica para determinar a viabilidade do projeto, a implantação e resultados obtidos com a implantação de uma unidade de tratamento de água para fins de reuso como água de reposição em caldeira e torres de resfriamento na Bunge Brasil – Unidade Jaguaré. Essa estação utiliza a tecnologia de filtração por membranas com sistema de osmose reversa.

Justificativa

O Brasil, durante praticamente toda sua existência, não sofreu com a disponibilidade de água, devido ao fato de ser um país de proporções continentais, estando localizado no continente que possui o maior volume hídrico do planeta. Esta situação privilegiada, de certa forma, influenciou durante muitas décadas o comportamento ambiental de toda a sua população e mais precisamente a atuação das indústrias, quanto ao consumo desordenado e o desperdício alarmante de água. (OENNING JUNIOR, 2006)

Porém, nos últimos anos esse cenário precisou mudar, o ritmo acelerado de industrialização dos grandes centros e a necessidade de captação de água para processo em detrimento da qualidade e quantidade do recurso, passaram a provocar profundos impactos ao meio ambiente, o que agravaram de forma significativa a sustentabilidade dos recursos hídricos nesses centro e regiões do entorno.

Além da pressão das partes interessadas, a indústria e seus gestores sentem que os despejos industriais significam em última análise perdas de insumo e energia e que, a necessidade de reduzir o desperdício e minimizar o consumo de água na indústria, vem forçando o setor mudar costumes e processos relacionados ao consumo de água abrindo, assim, caminho ao uso de efluente e de águas de qualidade inferior em suas instalações.

Uma das abordagens para minimizar o volume de captação de água potável e o descarte de efluentes é o reuso da água dentro da unidade industrial.

O reuso industrial de água ganha maior relevância quando analisamos, por exemplo, a bacia do Alto Tietê, que abriga uma população superior a 15 milhões de habitantes e um dos maiores complexos industriais do mundo, dispõe, pela sua condição característica de manancial de cabeceira, vazões insuficientes para a demanda da Região Metropolitana de São Paulo e municípios circunvizinhos.

Em razão das condições adversas de disponibilidade de Recursos Hídricos na Bacia do Alto Tiete, extrema preocupação com o Meio Ambiente e condições técnicas características da produção na Unidade Bunge do Jaguaré, a tecnologia da osmose reversa foi a escolhida como forma de tratamento de efluentes, visando a redução de captação de água e de lançamento de efluentes na Bacia.

2.Processo Industrial

2.1 Tipo de atividade, descrição do processo e política ambiental

A unidade fabril do Jaguaré é uma das unidades produtivas da Bunge Brasil, empresa pertencente a holding Bunge Limited, fundada em 1818, com sede em White Plains, Nova York, EUA. O início de suas operações data de 1962, constituindo-se de uma diversificada atividade industrial. Atualmente a atividade industrial da unidade fabril do Jaguaré está dedicada à produção de margarinas, gorduras e óleos vegetais e está localizada na bacia hidrográfica do Alto Tietê, município de São Paulo, Estado de São Paulo, e possui como fonte de abastecimento de água a captação através de poços artesianos.

O processo produtivo, de forma simplificada pode ser descrito nas seguintes etapas e verificado no diagrama 1:

1) Recepção e Armazenamento:

Nessa etapa toda matéria prima para o processo produtivo é recebida através de caminhões tanques e descarregada; através de sistemas de bombeamento, é transferida para tanques de armazenamento temporário, específico para matérias prima.

2) Neutralização e Clarificação:

Nessa etapa, o óleo proveniente dos tanques de matéria prima, passam por um processo de neutralização e clarificação, para correção de acidez e retirada da cor, proveniente da clorofila presente no óleo degomado.

3) Hidrogenação:

Caso a base a ser trabalhada exija em sua formulação uma gordura hidrogenada, nessa etapa do processo o óleo passa através reatores de hidrogenação com reação catalisada através de catalisador de níquel e filtrada com utilização de terra clarificante.

4) Interesterificação:

Processo de alteração da cadeia molecular dos óleos para formação de bases interesterificadas e low trans.

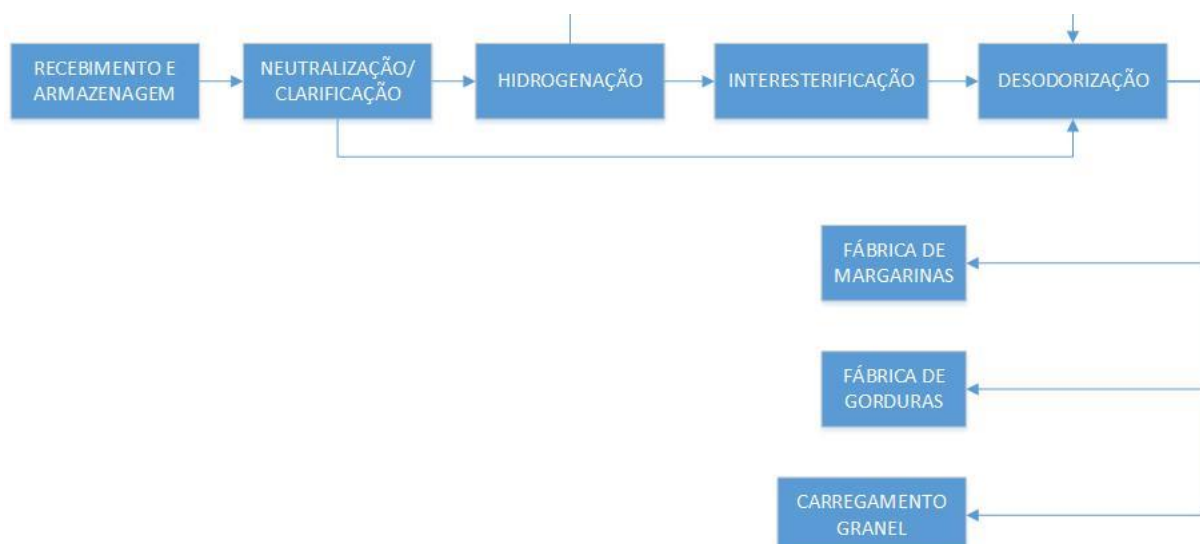
5) Desodorização:

O processo de desodorização consiste no aquecimento da gordura através de bandejas e remoção do odor, principalmente relacionado aos ácidos graxos, e entregar, no final do processo, um produto com odor característico de óleo vegetal desodorizado.

Após esse processo, as diferentes bases formuladas seguem para as plantas industriais de margarina e gordura para beneficiamento e envase.

O macroprocesso simplificado de produção da unidade fabril pode ser verificado no diagrama de caixas abaixo:

Diagrama 1. Macroprocesso produtivo



Nossa Política de Meio Ambiente visa conduzir os negócios da Bunge de modo a promover a qualidade ambiental. Para atender a essa política, o grupo compromete-se a:

1. Cumprir as leis e requisitos ambientais aplicáveis aos nossos processos, produtos, serviços e projetos.
2. Promover a melhoria ambiental contínua por meio da aplicação de princípios de gerenciamento ambiental, de avaliações de risco ambiental e do desempenho ambiental associado às nossas instalações, processos, produtos, serviços e projetos.
3. Buscar o desenvolvimento sustentável ambientalmente através da prevenção da poluição, minimização de resíduos, reuso e reciclagem em nossos processos, produtos, serviços e projetos.
4. Demonstrar responsabilidade social, procurando atender às necessidades ambientais de nossas comunidades e promovendo o uso responsável dos recursos naturais.
5. Engajar nossos colaboradores em esforços de sustentabilidade relacionados ao meio ambiente e proporcionar treinamentos para aperfeiçoar as práticas de gestão ambiental.

2.2 Uso da Água na Indústria de alimentos

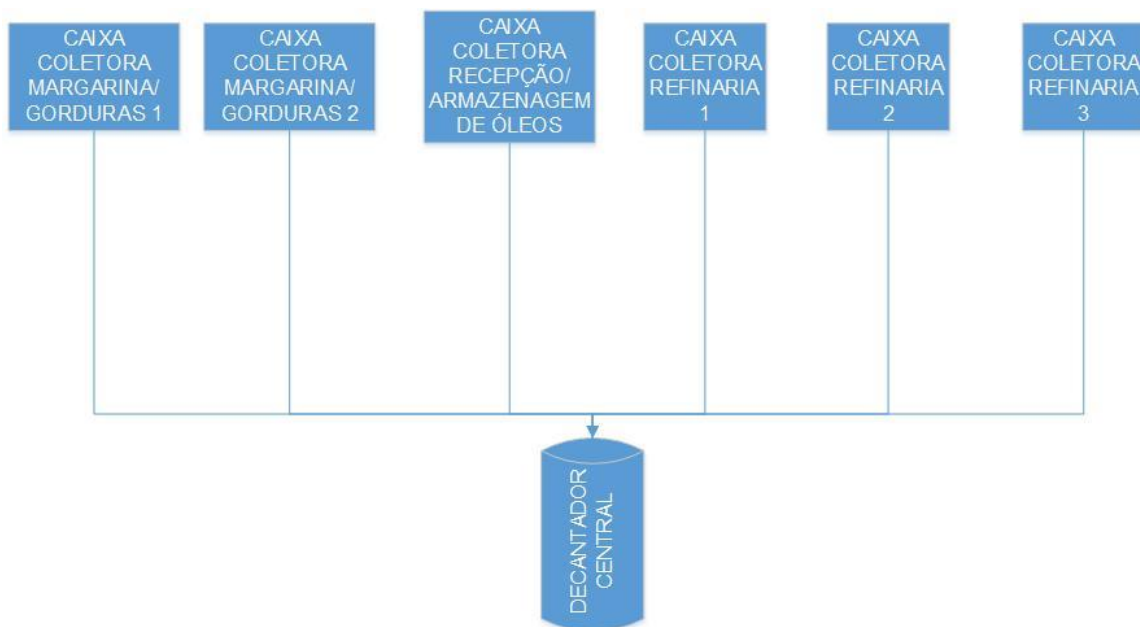
A água está envolvida em vários processos de fabricação na indústria alimentícia, como por exemplo lavagens, imersões, enxágues, branqueamentos, aquecimentos, pasteurização, resfriamento, aquecimento, produção de vapor e como ingrediente na formulação dos produtos; por isso a indústria alimentícia é conhecida pelo alto consumo de água por tonelada de produto acabado produzido.

Na unidade fabril do Jaguaré, dentro do processo produtivo acima apresentado, muitas são as fontes de geração de efluentes líquidos, sendo a principal fonte de geração a lavagem de pisos, as rotinas de higienização de maquinários produtivos e

os processos de CIP (*clean in place*) semanais, totalizando em média, uma geração de aproximadamente 25 - 30m³/h.

Dentro da planta industrial cada unidade do processo, que gera efluentes líquidos, possui uma caixa coletora para onde são direcionados todos os sistemas de drenagens dos prédios (Diagrama 2). Posteriormente esses efluentes, ricos em matéria graxa (óleo vegetal) são direcionados para um decantador central, onde parte do óleo é recuperado e o efluente segue seu caminho para sistema de tratamento de águas residuárias da unidade.

Diagrama 2. Sistema de coleta de efluente líquidos



2.3 Sistema de tratamento de águas residuárias

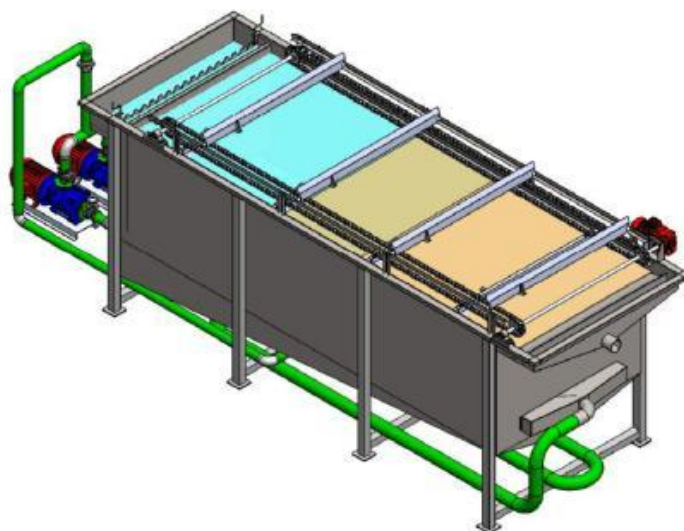
O sistema de tratamento de águas residuárias da unidade consiste de dois processos, o primeiro um processo físico-químico e posteriormente um processo biológico de tratamento.

A primeira etapa de tratamento do sistema físico químico é composta por uma caixa separadora de óleo e água para remoção de eventuais matérias graxas que não foram removidas no processo de decantação anterior, na sequência o efluente é

encaminhado para duas caixas de equalização de 150m³ de volume cada um. A principal função dessa etapa é abaixar o pH do efluente, que está em torno de 13, esse alto valor de pH é decorrente dos produtos químicos sanitizantes alcalinos utilizados para limpeza de pisos, máquina e equipamentos. Esse efluente é equalizado com a solução ácida proveniente da lavagem de resinas na estação de desmineralização da unidade, caso não haja oferta de solução ácida é então, utilizado ácido clorídrico.

A correção do pH para valores mais baixos é justamente para condicionar o efluente para a próxima etapa que é a de coagulação; de acordo com as características do efluente e os testes realizados, são determinadas as dosagens de sulfato de alumínio e polieletrólitos ideais promover a floculação adequada para que se consiga a melhor eficiência no decorrer do tratamento.

A próxima etapa, e última, é a flotação, o efluente anteriormente equalizado e coagulado é encaminhado para um flotador de ar dissolvido com raspadores por pás.



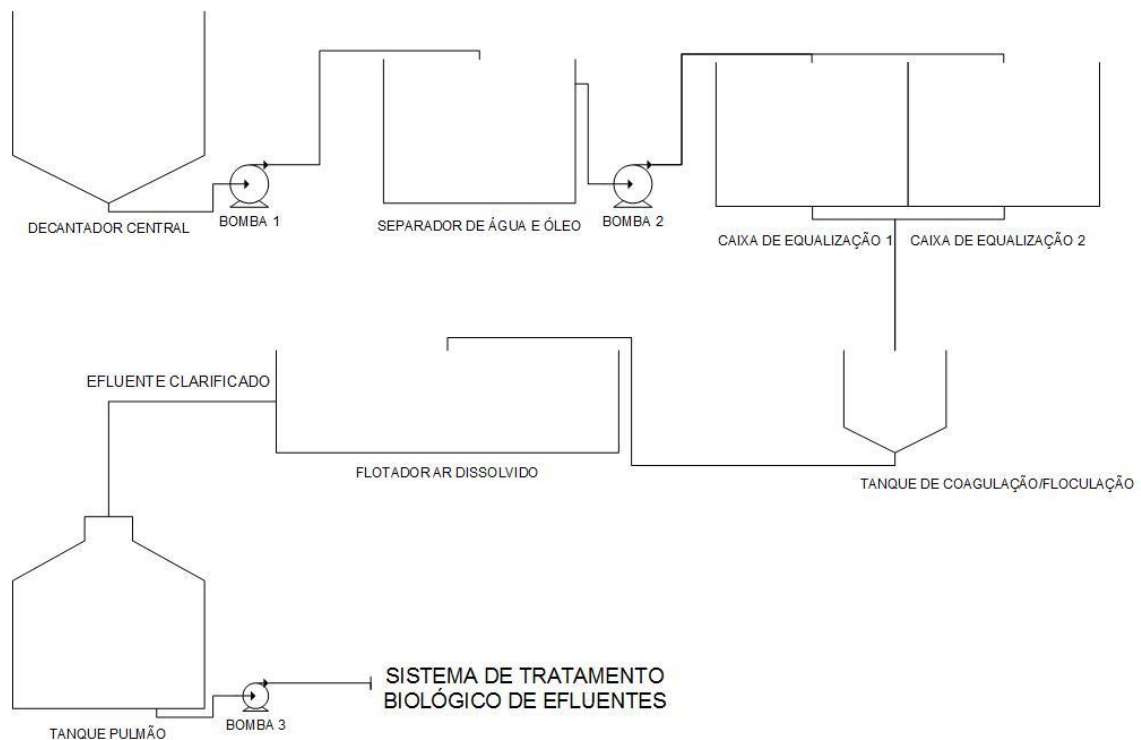
Representação do flotador por ar dissolvido

Na câmara de flotação ocorre a separação dos sólidos formados no flotador, através da injeção de ar dissolvido. O lodo flotado é continuamente raspado para um tanque coletor e o efluente clarificado é enviado para a próxima etapa do tratamento.

O efluente resultante da etapa físico química apresentada, é encaminhado para um tanque pulmão e posteriormente bombeada para o sistema de tratamento de efluentes biológico da unidade. A vazão de tratamento está entre 25m³/h e 30m³/h

Uma representação completa do sistema de tratamento físico químico de efluentes, pode ser observada no diagrama 3.

Diagrama 3. Representação do sistema de tratamento físico químico de efluentes



O sistema biológico de tratamento de efluente da unidade é do tipo lodo ativado com aeração prolongada, esse sistema não exige grandes requisitos de áreas como por exemplo as lagoas. No entanto há um alto grau de mecanização e um elevado consumo de energia elétrica. O tanque de aeração ou reator, o tanque de decantação e a recirculação de lodo são partes integrantes deste sistema. O efluente passa pelo reator, onde ocorre a remoção da matéria orgânica e depois pelo decantador, de onde sai clarificado após a sedimentação dos sólidos (biomassa) que formam o lodo de fundo. Este é formado por bactérias ainda ávidas por matéria orgânica que são enviadas novamente para o reator (através da recirculação de lodo).

A diferença deste sistema para o sistema convencional é que a biomassa permanece mais tempo no reator (18 a 30 dias), porém continua recebendo a mesma carga de DBO. Com isso o reator terá que possuir maiores dimensões e consequentemente existirá menor concentração de matéria orgânica por unidade de

volume e menor disponibilidade de alimento. Para sobreviver as bactérias passam a consumir a matéria orgânica existente em suas células em seus metabolismos. Assim, o lodo já sairá estabilizado do tanque de aeração, não havendo necessidade de se ter um biodigestor. Este sistema também não possui decantador primário para evitar a necessidade de uma unidade de estabilização do lodo resultante deste.

Portanto, o lodo excedente é encaminhado para adensamento e posterior destinação final. O efluente tratado é então direcionado para um pulmão onde pode ser encaminhado tanto para a rede coletora de efluentes quanto para o sistema de tratamento terciário



Foto 1. Caixa Coletora de Efluentes da Unidade



Foto 2. Decantador Central



Foto 3. Separador Água e Oleo



Foto 4. Caixa de Equalização



Foto 5. Tanque Coagulação/Floculação



Foto 6. Flotador Ar Dissolvido



Foto 7. Efluente Tratado



Foto 8. Pulmão Efluente Tratado



Foto 9. Vista geral da ETE Biológico



Foto 10. Anéis de Aeração



Foto 11. Decantador



Foto 12. Saída Tratamento Biológico

2.4 Características do efluente gerado na unidade

Como premissa para o estudo de reutilização do efluente, o primeiro passo a ser analisado é a qualidade do efluente que se tem a intenção de reutilizar.

Ao analisarmos os dados históricos de qualidade do efluente da unidade industrial, dentro de todas as etapas do sistema de tratamento, podemos verificar que o efluente resultante, após passagens pelos sistemas físico químico e biológico da unidade, apresenta uma qualidade que é compatível para a sua reutilização efluente dentro do que a companhia tinha intenção, ou seja, para reutilização em caldeiras e torres de resfriamento.

Após a análise dos dados históricos dos principais parâmetros do efluente final, concluiu-se que a qualidade do efluente permitia inúmeros usos, entre eles a alimentação também o de caldeira e torres de resfriamento, como era de desejo da empresa estudada.

3. Descrição do projeto

3.1. Escolha técnica da metodologia de tratamento

Como o desejo da unidade fabril era a reutilização de seus efluentes como água de alimentação de caldeiras e reposição em torres de resfriamento, os padrões de qualidade dessa água deveriam ser muito restritivos, pois nesses processos, devido à alta temperatura e altos ciclos de concentração, a água de reposição, principalmente em caldeiras, deve ser ultra limpa, para evitar incrustações e depósitos.

Segundo a NALCO (empresa especializada em tratamento de água de caldeiras), os parâmetros de controle de qualidade de água para alimentação de caldeira, para uma pressão de operação de 12Kfg/cm² como é o caso da caldeira da unidade fabril, devem ser:

Qualidade de água para alimentação de Caldeira:

Parâmetros	Padrão - Caldeira
pH	6,5 - 7,5
Alcalinidade Total (ppm CaCO ₃)	<700
Condutividade (us/cm)	400
Dureza Total (ppm CaCO ₃)	<10
Cloretos (ppm)	<500
Ferro Total (ppm)	<3,0

Para um tratamento de água que pudesse obter como resultado os parâmetros acima listados, a tecnologia da osmose reversa foi a escolhida como forma de tratamento.

Também conhecida como Osmose Inversa, este procedimento ocorre através de uma membrana semipermeável que retém o sal e componentes nocivos à saúde, permitindo apenas a passagem da água purificada. Ela acontece quando duas soluções, de concentrações diferentes (exemplo: água pura e água salobra) são separadas por uma membrana semipermeável, ou seja: permeável para solventes e impermeável para solutos. O sistema remove até 99% de cloreto de sódio, além de possuir quase a mesma eficácia para outros minerais presentes na água. Sua utilização serve os mais diversos tipos de situações presentes na indústria e está sempre ligada a separação de íons. Dessalinização, alimentação para caldeiras e produção de produtos químicos são alguns dos exemplos que necessitam de uma água praticamente pura.

3.2. Dados de produção e análise econômica do investimento

A premissa levada em consideração para elaboração da análise econômica do investimento foi a de recuperar 75% do efluente gerado na unidade fabril (outros 25% são rejeitado pelo processo de osmose reversa), tratá-lo e reutilizá-lo para geração de vapor de aquecimento e reposição de água de torres de resfriamento com um sistema

de tratamento de água com filtração por osmose reversa alugado, ou seja, a unidade fabril não iria adquirir o equipamento.

Na época, o volume de efluente líquido da unidade que era encaminhado para rede coletora da SABESP era de aproximadamente 25m³/h, chegando a um total de 216.000 m³/ano. Esse volume gerava um custo anual para a fábrica em torno de R\$ 2.781.360,00 ano (levando em consideração a tarifa de esgoto SABESP para a época de R\$ 12,84/m³), em contrapartida, o custo anual da locação do equipamento, manutenção, operação, energia elétrica e o custo com o lançamento dos 25% de rejeito, seria de R\$ 1.456.052,00, o que daria um retorno financeiro anual para a unidade fabril de R\$ 1.325.308,00.

O investimento inicial a ser realizado pela unidade fabril para viabilização do projeto foi de R\$ 991.000,00, divididos em adequação de layout, instalação de rede de tubulação para suportar o transporte do efluente até a estação de tratamento, aquisição de bombas e equipamentos e a aquisição de uma nova caldeira com capacidade de produção de 3.2 ton/h de vapor para atendimento das áreas que consomem vapor que entra em contato direto com o produto.

A aquisição de uma nova caldeira foi adotada como precaução e boa prática, visto que, o vapor que entra em contato direto com o produto seria proveniente de uma água de reuso dos efluentes fabris, inclusive efluente sanitário que também é tratado pela estação biológica de tratamento. Apesar de não existir nenhuma legislação brasileira que regule a utilização como água potável de águas provenientes de reuso, adotou-se por precaução a separação da distribuição do vapor direto (agora proveniente de caldeira exclusiva e alimentada por água potável desmineralizada) e o vapor de uso indireto para aquecimento de tanques e equipamentos, que passou a utilizar exclusivamente vapor produzido com água de reuso.

Portanto, fazendo-se a análise levando-se em consideração os investimentos necessários, os benefícios financeiros com a implementação do projeto e, levando em consideração a depreciação e o desconto do imposto de renda, temos uma taxa de retorno do investimento de 90,43% e um tempo de retorno de 13,27 meses, o que tornou o projeto extremamente viável.

3.3. Implantação do sistema de osmose reversa

Após as análises financeiras e técnicas se confirmarem a favor da execução do projeto, o mesmo iniciou com a implantação de um sistema composto por uma unidade compacta de pré-tratamento físico química (coagulação, floculação, maturação e decantação lamelar), passagem por filtro de areia e carvão e, posterior encaminhamento para as membranas de filtração; esse sistema tem capacidade de tratamento de 30m³/h.

A primeira etapa do tratamento do efluente, a coagulação, é um processo físico-químico no qual o material em suspensão (principalmente material coloidal) reage com o agente coagulante (neste caso, policloreto de alumínio), aumentando a massa e o tamanho do material, permitindo que este seja removido do meio aquoso através de decantação. Na estação compacta não é diferente, pois uma câmara de coagulação está presente e um agitador mecânico promove a exigida homogeneização rápida neste processo.

Após a etapa de coagulação, a matéria em suspensão possui agora uma massa maior, permitindo que sua sedimentação seja possível. Entretanto, ainda não é suficiente para promover uma decantação adequada. Em virtude disso, polímeros são utilizados para aumentar efetivamente o tamanho da partícula bem como sua massa.

Na etapa de floculação, é de extrema importância manter uma agitação do meio, de tal maneira que toda a matéria sólida se mantenha em suspensão e que ao mesmo tempo não destrua o floco formado (devido a forças centrífugas).

No tanque de maturação, a água com materiais em suspensão é submetida à agitação adicional de modo a promover a velocidade gradiente ideal, permitindo um maior inchamento e maturação dos flocos e a captura máxima das partículas de micro areia.

A micro areia é um dos diferenciais do processo compacto de tratamento. Com a injeção de micro areia no início da fase de floculação, os flocos resultantes, com maior peso, são filtrados a velocidades (taxas) de decantação elevadas (da ordem de 40m/h a 60 m/h). A micro areia é injetada na câmara de injeção através do fundo do hidro ciclone. Parte da areia perdida é repostada ocasionalmente com o objetivo de manter a concentração da mesma constante no processo. O hidro ciclone promove o

retorno da micro areia no processo, separando-a do lodo a ser descartado do processo.

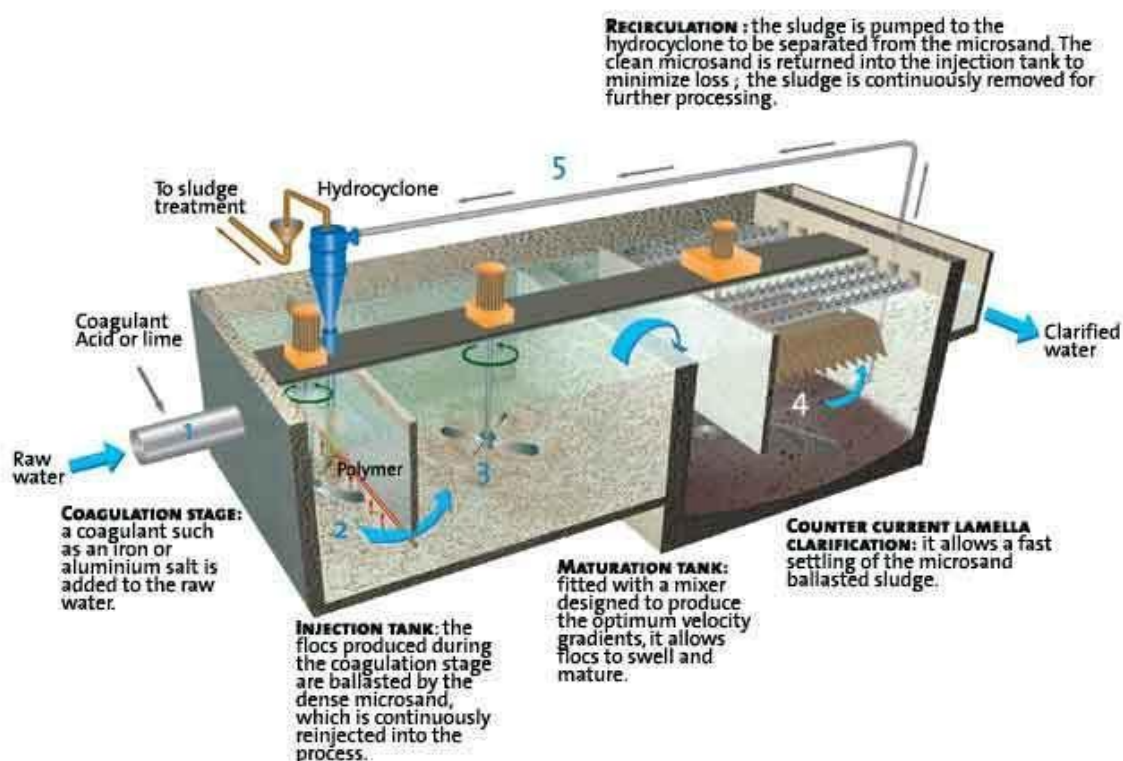
A etapa final é submeter toda a matéria suspensa à decantação lamelar. As lamelas (módulos tubulares inclinados) são utilizadas para aumentar a área e o tempo de decantação, permitindo uma maior eficiência na separação sólido– líquido.

Lamelas ou módulos tubulares



Na figura abaixo é possível ter uma ideia geral do sistema de tratamento compacto descrito acima. Todo esse sistema fica locado dentro de um container na unidade fabril.

Desenho esquemático da unidade compacta de tratamento físico químico.



O simples fato dos módulos tubulares permanecerem inclinados permite que a decantação seja bastante eficiente e com taxas de decantação elevadas (da ordem de 40 m³/m².h). A água flui através dos vãos das lamelas num ângulo de 60°, sendo posteriormente captada por vertedores, enquanto os sólidos são depositados no fundo.

Uma das grandes vantagens da escolha do referido sistema é sua rápida instalação e partida, baixos custos com adequações civis, área de instalação pequena e baixo tempo de residência.

Após passagem pelas etapas do tratamento físico químico, a água clarificada resultante é encaminhada para um sistema composto por filtros de areia e quartzo para retenção de sólidos até 10 micras e carvão ativado para reter cloro que será adicionado no sistema para oxidação da matéria orgânica presente no sistema. A remoção do cloro também é importante para proteção das membranas de filtragem que são a base de celulose.

O sistema de Osmose Reversa completo consiste de membranas, vasos de pressão, bomba de alimentação com tubulação de interconexão, instrumentação e controles. As membranas utilizadas são de 8" de diâmetro por 40" de comprimento, tipo *Thin Film Composite* (TFC) e devem trabalhar dentro dos vasos de pressão. A bomba de alta pressão é fabricada em aço inoxidável AISI 316, o skid de Osmose reversa foi fornecido com 8 vasos que operam com 6 membranas em cada, totalizando 48 membranas em operação, sendo 18 membranas no primeiro estágio e 30 membranas no segundo estágio. Este arranjo poderá ser alterado conforme a performance do sistema.

Os componentes de OR são pré-montados em um frame de aço carbono pintado com epóxi projetado de tal maneira a prover fácil acesso para serviços, manutenção e performance do sistema de monitoração. O Frame é projetado para oferecer suporte máximo e máxima proteção aos componentes da unidade de OR.

A água resultante do processo de filtração por osmose reversa é chamada de "permeada", essa água é encaminhada para um tanque pulmão de 10m³, desse tanque a água permeada pode seguir tanto para alimentação da caldeira quanto para torres de resfriamento.

Durante os estudos, foi priorizada a alimentação da caldeira, sendo que o excedente da água permeada seria encaminhada para as torres de resfriamento, para tal, uma lógica foi definida no controle de nível do tanque pulmão de água permeada, ou seja, somente quando o tanque de água permeada ultrapassar os 60% de capacidade é que a bomba para envio de água permeada para as torres é acionada, quando o tanque atinge nível inferior ao de 60%, o sistema de bombeamento das torres é desligado, preservando assim um volume de segurança para alimentação da caldeira.

A vazão de projeto para o sistema de tratamento seria em média 25m³/h, sendo que 75% desse volume seria de água permeada para o processo (19m³/h) e 25% seria rejeitada pelas membranas da osmose reversa (6m³/h).

O rejeito gerado pela osmose reversa é encaminhado para tanque de 3m³ e bombeada para a rede coletora de esgotos da SABESP e, o lodo gerado em decorrência da decantação no sistema físico químico precedente, é enviado a tanque pulmão de 30m³ e bombeado para o anel de aeração sistema biológico de tratamento de efluentes.

Durante a fase de projeto uma simulação de qualidade do efluente de saída foi realizada conforme análise do efluente tratado fornecida, sendo os resultados apresentados na tabela abaixo.

Resultado da simulação da qualidade da água permeada na saída da osmose reversa:

	Entrada da Osmose	Saída da Osmose
pH	6,5	6,8 - 7,5
Dureza (mg/l)	98	0,3
Condutividade (uS/cm)	3000	77
Silica Total (mg/l)	98	0,43
Cloretos (mg/l)	1030	27,5
Ferro (mg/l)	1,62	0
Óleos e Graxas (mg/l)	<10	0

Fonte: Resultados da pesquisa

Fluxograma do sistema de osmose reversa

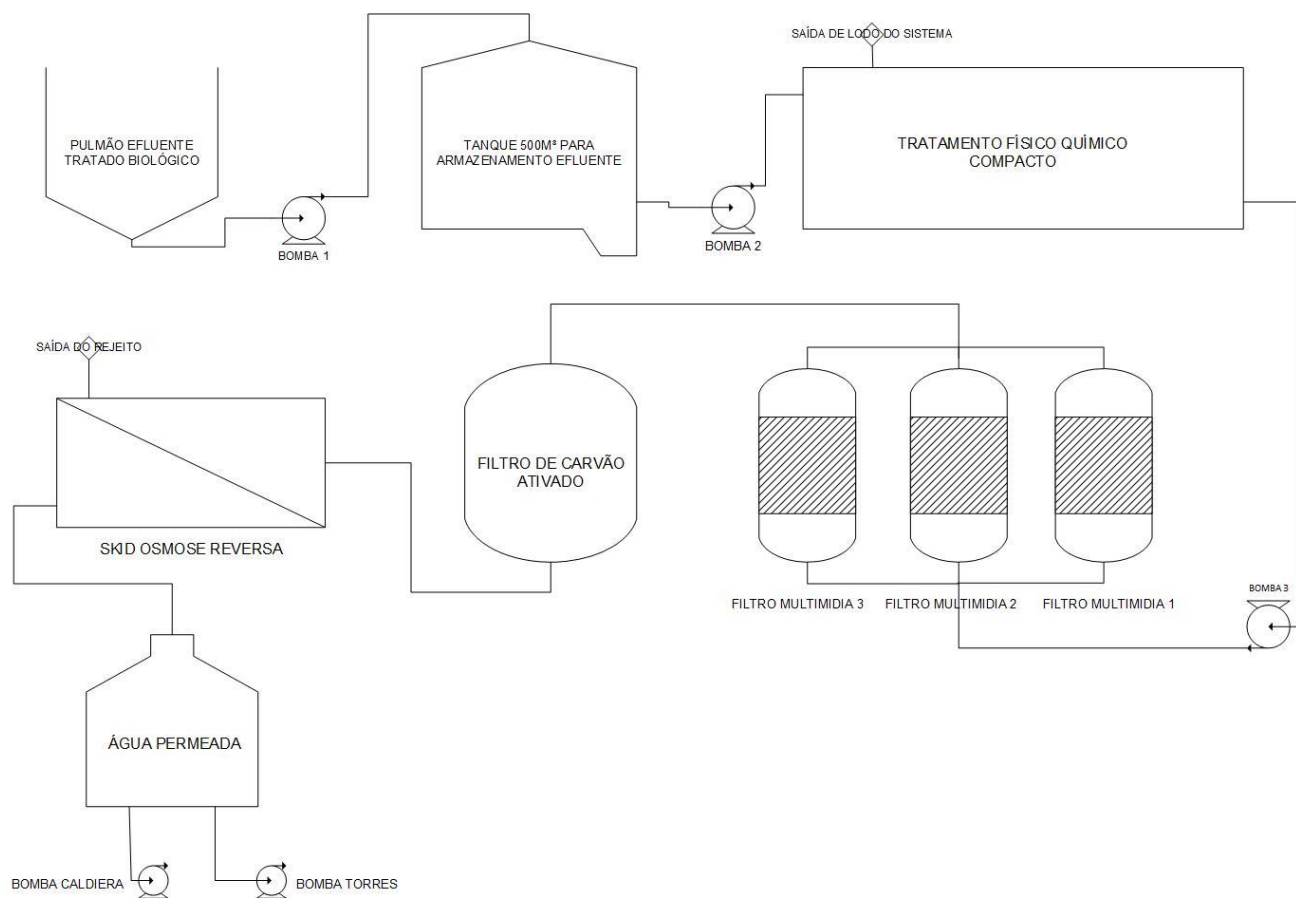




Foto 13. Tanque Armazenagem Efluente Tratado



Foto 14. Sistema de bombeamento efluente tratado para FQ da Osmose



Foto 15. Visão Geral da Estação de Tratamento Osmose Reversa



Foto 16. Estação Físico Química Compacta



Foto 19. Câmara de Floculação

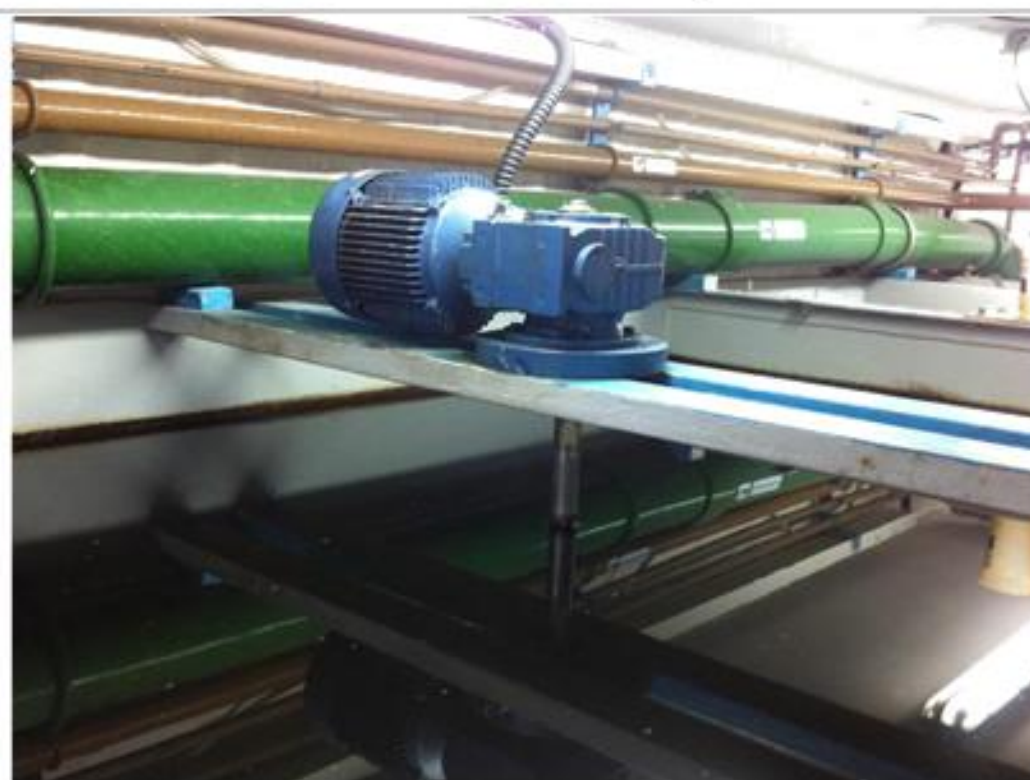


Foto 20. Câmara de Maturação



Foto 21. Decantação Lamelar



Foto 22. Filtros Multimídia (areia + quartzo)



Foto 23. Filtro de Carvão Ativado



Foto 24. Skid Osmose Reversa



Foto 25. Tanque Pulmão Aqua Permeada



3

Foto 26. Sistema de Bombeamento do Permeado (Caldeiras + Torres)



Foto 28. Alimentação Torres de Resfriamento

3. RESULTADOS ALCANÇADOS

Atualmente, o sistema está implantado e em funcionamento a 2 anos e 3 meses. A qualidade da água permeada utilizada para alimentação das caldeiras e torres apresenta as seguintes características:

Resultado analítico do permeado da osmose reversa

Parâmetros	Padrão - Caldeira	Resultado - Osmose Reversa
pH	6,5 - 7,5	8,69
Alcalinidade Total (ppm CaCO ₃)	<700	15
Condutividade (us/cm)	400	830
Dureza Total (ppm CaCO ₃)	<10	8
Cloretos (ppm)	<500	90
Ferro Total (ppm)	<3,0	0

Fonte: Resultados da Pesquisa

3.1 Redução na captação de água

O objetivo principal do projeto foi alcançado com louvor. Com a tecnologia da Osmose Reversa reduzimos a captação de água de 30.238 m³/mês (setembro de 2013) para 18.169m³/mês (média do volume captado em 2015), o que representa uma redução de 39,9% na captação de água da unidade desde a implantação do projeto. A redução na captação de água do lençol freático foi significativa se comparada ao volume captado mensalmente na unidade conforme gráfico 1.

Gráfico 1. Redução na captação de água da unidade fabril

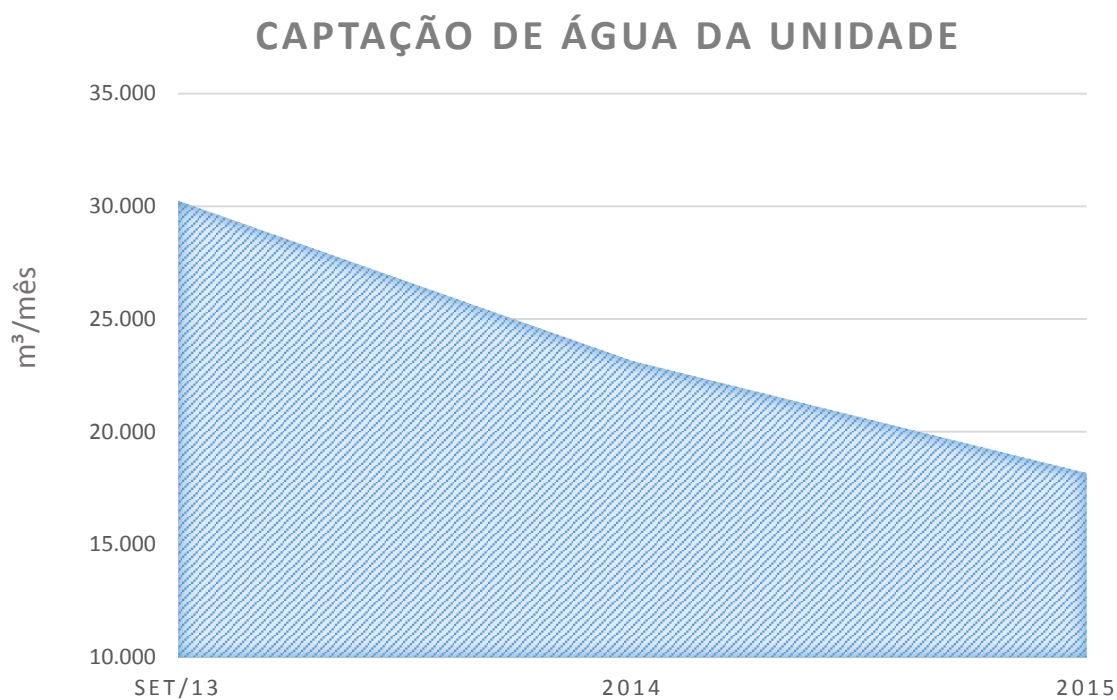
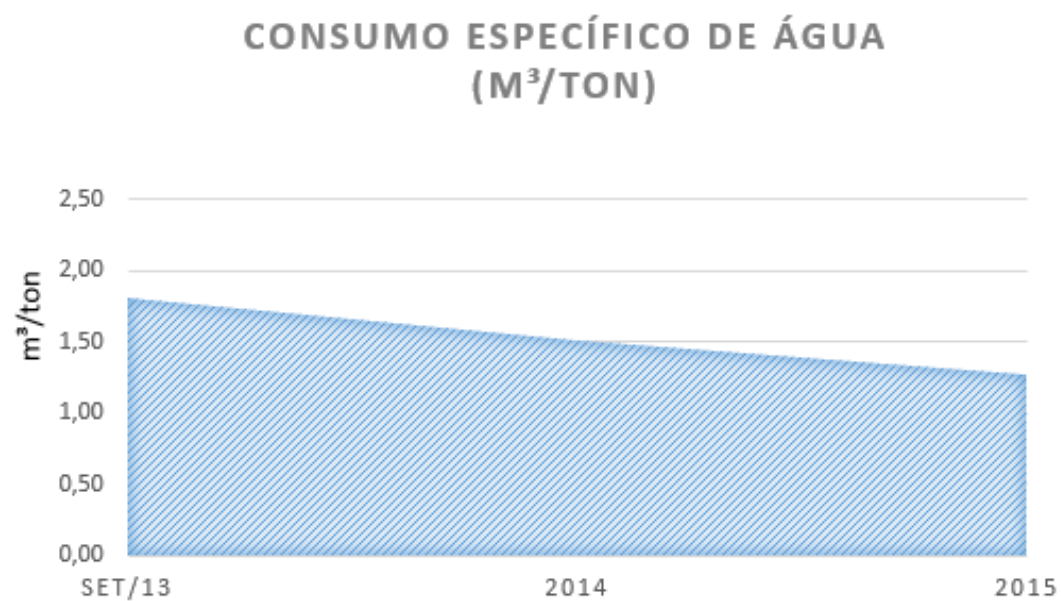


Gráfico 2. Redução no consumo específico de água na unidade fabril



3.2 Redução no consumo de água

Toda a redução de consumo alcançada pela planta do Jaguaré não se dá exclusivamente pela implantação do projeto da osmose reversa, mas esta iniciativa, sem dúvida, teve grande participação para essa redução.

Antes da implantação do projeto, eram consumidos 1,81m³ de água por tonelada de produção. Esse número caiu para uma média de 1,56 m³/ton no ano de 2015.

3.3 Lançamento e Reuso de Efluentes

Com a implantação da tecnologia de Osmose Reversa, houve uma redução média de 70% do lançamento de efluente na rede coletora. Isso porque esta tecnologia permite que até 75% do efluente gerado na unidade fabril seja recuperado pelo processo de Osmose reversa e utilizado para geração de vapor de aquecimento e reposição de água de torres de resfriamento da planta.

3.4 Ações de monitoramento e sensibilização dos funcionários

Para alcançar os resultados aqui descritos a Unidade Bunge do Jaguaré trabalhou em três vertentes, a primeira foi adequar as estratificações de consumo e propor melhorias na forma de medição dos consumos; outra vertente foi a educacional, onde campanhas de sensibilização foram conduzidas dentro da unidade; por último, ações voltadas para a melhoria do processo e busca por novas tecnologias, de onde nasceu o projeto de maior impacto para a economia de água da unidade: a implantação do sistema de reuso de água a partir do efluente gerado no Parque Industrial.

Desde 2012 a Unidade Bunge Jaguaré formou um Grupo de Melhoria Contínua (GMC) para tratar exclusivamente do consumo de água no site (nota-se que a criação de grupo é anterior a implantação do projeto da osmose). Foi realizado o balanço hídrico da planta, melhoria da estratificação dos consumos das unidades produtoras e diversas campanhas de conscientização do público interno quanto ao consumo de água. PDCA's para tratar o tema existem até hoje, onde ações são traçadas com base

nas maiores oportunidades de redução encontradas. Além disso, a Bunge Brasil atende a metas globais rigorosas em relação a redução do consumo de água. Para que essas metas sejam atendidas, cada Unidade Bunge se compromete todo ano a reduzir cada vez mais seus indicadores de consumo de água, gerando uma economia tremenda.

Na Unidade Jaguaré frequentemente realizamos ações de controle do consumo e sensibilização, como a troca de equipamentos visando obter maior eficiência, mapeamento de vazamentos e campanhas de conscientização.

Outro ponto importante foi a criação de um sentimento de valorização da água dentro da Unidade. Hoje a conscientização dos colaboradores quanto a importância da redução do consumo água em suas atividades cresceu muito com a implantação do projeto de reuso, associado a isso, a maior preocupação quanto aos descartes na rede de efluentes da fábrica cresceu, visto que, por falhas operacionais pode-se parar o sistema de reuso por dias, impactando significativamente os indicadores de performance da unidade.

Se analisarmos o projeto por uma perspectiva mais corporativa, o mesmo tornou-se referência nacional para a companhia em termos de uso sustentável da água, garantindo maior visibilidade e marketing para a empresa além de contribuir para o cumprimento da política de sustentabilidade da companhia.

Um desafio futuro a partir de agora para a unidade será a busca por outros processos que possam receber essa água permeada, como a lavagem de pisos por exemplo, e que não fique restrito somente a caldeira e torres.

Resultados Obtidos
1. Em relação ao consumo de água:
1.1. Houve redução do volume de água captada / utilizada?
(X) Sim () Não Quanto? Antes da implantação do projeto, em setembro de 2013, captava-se para uso na planta 30.238 m³/mês de água. Em 2015 foram captados 18.169m³/mês, representando uma redução significativa de 39,9 % na captação.

<p>1.2. Houve redução do consumo específico (volume de água utilizada por unidade de produção)?</p> <p>(X) Sim () Não Quanto? Em setembro de 2013 o consumo específico de água foi de 1,81m³/ton. Fechamos 2015 com 1,27m³/ton, o que representa uma redução de 30% no consumo.</p>
<p>2. Em relação aos efluentes líquidos:</p> <p>2.1. Houve redução do volume lançado?</p> <p>(X) Sim () Não Quanto? (Exemplo: litros por hora) A redução média de volume de efluentes lançados na rede coletora foi de 15.120 m³/mês, o que representa 70 de redução%.</p> <p>2.2. Houve redução da carga/concentração de um ou mais poluentes?</p> <p>(X) Sim () Não ? Como houve redução do volume de efluente lançado na rede coletora, podemos dizer que houve redução da carga lançada. Vale ressaltar que antes do projeto implantado os limites de concentração para lançamento em rede coletora já eram atendidos.</p>
<p>3. Qual a porcentagem de reuso de água ou de efluentes?</p> <p>70% do efluente gerado na unidade fabril é recuperado pelo processo de Osmose reversa e utilizado para geração de vapor de aquecimento e reposição de água de torres de resfriamento da planta.</p>
<p>4. Onde são feitas as ações de monitoramento?</p> <p>(X) Consumo de Água (X) Qualidade do Efluente () Outros. Qual?</p>
<p>5. De que forma a empresa atua na sensibilização de funcionários?</p> <p>(X) Ações (X) Campanhas (X) Outros. Qual?</p> <p>() Não atua</p> <p>- A Bunge estabelece metas globais para a redução no consumo de água, fazendo com que cada unidade também se comprometa com o tema.</p> <p>- Desde 2012 a Unidade Jaguaré formou um Grupo de Melhoria Contínua (GMC) para tratar exclusivamente do consumo de água no site</p>
<p>6. Houve redução de custos operacionais e de manutenção?</p> <p>(X) Sim () Não. Quanto (R\$/mês ou ano)? R\$ 1.325.308,00 ao ano</p>
<p>7. Qual o payback do projeto (meses)? 13,27 meses</p>

4. CONCLUSÃO

Com a implantação da tecnologia da Osmose Reversa, das campanhas de conscientização e das inúmeras ações para a redução do consumo de água na Unidade Bunge do Jaguaré, obtivemos resultados relevantes na conservação de recursos hídricos e na mudança da cultura do Jaguaré.

Após acompanhar todo o processo de concepção, análises financeiras, implantação e operação do sistema de osmose reversa podemos concluir que o reuso de efluente para uso industrial é uma realidade factível tanto do ponto de vista financeiro quanto operacional, mesmo quando se é exigida uma qualidade de água mais restritiva que a potável, como no caso de alimentação de caldeiras.

A crescente pressão sob os recursos hídricos e a crescente escassez de recursos tanto em quantidade quanto em qualidade, fará com que cobranças pelo uso da água para as indústrias se torne uma realidade cada vez mais próxima, fazendo das tecnologias e projetos de reuso de água uma vertente a ser seguida como parte da solução na diminuição da pressão sob os recursos hídricos.

Outro ponto a ser discutido é que essas tecnologias estão cada vez mais acessíveis e práticas para serem instaladas, fazendo com que praticamente qualquer efluente seja passível de reutilização, seja empregando um sistema de tratamento de alta tecnologia ou empregando tecnologias mais simples e com custo mais acessível para usos menos nobres.