



# EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA

Oportunidades para  
Empresas e Instituições  
Financeiras



PREPARADO POR:



# FICHA TÉCNICA

**Realização:** CEBDS e GIZ

**Conteúdo:** SITAWI Finanças do Bem

**Coordenação Geral:** Câmara Temática de Finanças Sustentáveis – CTFin

**Tradução:** SITAWI Finanças do Bem

**Projeto Gráfico e Diagramação:** Júlia Caldas

**Mês e Ano da publicação:** Junho de 2016

## GIZ

A ampla gama de serviços oferecidos pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH é baseada em uma riqueza de experiências regional e técnica e de gestão em know-how. A GIZ é uma empresa alemã federal que oferece soluções viáveis, sustentáveis e eficazes nos processos de mudanças política, econômica e social. A maior parte do trabalho desenvolvido pela GIZ é encomendado pelo Ministério Federal Alemão da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ). No entanto, a GIZ também opera em nome de outros ministérios alemães e organismos públicos e privados na Alemanha e no exterior.

Estes incluem governos de outros países, instituições da União Europeia, tais como a Comissão Europeia, as Nações Unidas e o Banco Mundial. A GIZ também está empenhada em ajudar o setor privado a atingir seus objetivos. A GIZ opera em toda a Alemanha e em mais de 130 países em todo o mundo. A sede está em Bonn e Eschborn sendo 16.510 colaboradores em todo o mundo, dos quais quase 70% são empregados localmente como mão de obra nacional.

## O Programa Diálogo sobre Finanças Verdes em Mercados Emergentes

O objetivo do Programa Diálogo sobre Finanças Verdes em Mercados Emergentes (PDME) é aumentar os fluxos de capital para investimentos verdes e, assim, possibilitar a transformação para economias sustentáveis. Para atingir este objetivo, o PDME trabalha com atores públicos e privados de Mercados Emergentes e da Europa para superar as barreiras e lacunas para aumentar os investimentos ecológicos e favoráveis ao clima.

Por exemplo, o PDME trabalha com instituições financeiras de mercados emergentes e da Europa para quantificar os riscos e oportunidades ambientais no setor financeiro e para desenvolver e testar em conjunto ferramentas específicas para incorporar considerações ambientais em decisões de crédito e de investimento. A GIZ é contratada para implementar o PDME pelo Ministério Federal Alemão para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (BMZ).

## Ministério Federal da Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ)

O BMZ desenvolve as diretrizes e conceitos fundamentais nos quais se baseiam a política alemã de desenvolvimento. O Ministério cria estratégias de longo prazo para a cooperação econômica com países parceiros e organizações internacionais de desenvolvimento.

## CEBDS

O Conselho Empresarial Brasileiro pelo Desenvolvimento Sustentável é uma associação civil sem fins lucrativos que promove o desenvolvimento sustentável nas empresas que atuam no Brasil, por meio da articulação junto aos governos e a sociedade civil além de divulgar os conceitos e práticas mais atuais do tema. O CEBDS foi fundado em 1997 por um grupo de grandes empresários brasileiros atento às mudanças e oportunidades que a sustentabilidade trazia, principalmente a partir da Rio 92.

Hoje reúne mais de 70 dos maiores grupos empresariais do país, com faturamento de cerca de 40% do PIB e responsáveis por mais de 1 milhão de empregos diretos. Representante no Brasil da rede do World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), que conta com quase 60 conselhos nacionais e regionais em 36 países e de 22 setores industriais, além de 200 grupos empresariais que atuam em todos os continentes.

## **Câmara Temática de Finanças Sustentáveis**

A Câmara Temática de Finanças Sustentáveis (CTFin) é um dos grupos de trabalho do CEBDS e reúne as maiores instituições financeiras do Brasil. Lançada oficialmente em 2005, a CTFin já consolidou sua posição como fonte indutora de um novo modelo de desenvolvimento, trabalhando temas de vanguarda para o setor financeiro. A CTFin contribui para que as instituições financeiras assumam seu papel na promoção do desenvolvimento sustentável, fomentando a discussão de princípios e melhores práticas.

## **SITAWI Finanças do Bem**

A SITAWI é uma organização brasileira cuja missão é mobilizar capital para impacto socioambiental positivo. A SITAWI administra fundos filantrópicos para grandes doadores, desenvolve soluções financeiras para negócios e organizações de impacto e aconselha instituições financeiras e investidores institucionais na integração de questões socioambientais na estratégia, gestão de riscos e análise de investimentos.

A SITAWI trabalha com os principais atores em finanças sociais e sustentáveis da América Latina, e está trazendo conceitos inovadores para a região, como os Títulos de Impacto Social (SIBs) e os Green Bonds. Seu trabalho foi reconhecido como melhor investimento socialmente responsável no prêmio BID Beyond Banking 2011 e pela Extel Independent Research in Responsible Investment - IRRRI 2015 como uma das 10 melhores casas de pesquisa socioambiental para investidores a nível global.

## **Equipe do Projeto**

Gustavo Pimentel, Diretor de Projeto, Editor  
Cristine Pavoni, Especialista Financeira, Redatora  
Cristóvão Alves, Analista de Mercado, Redator  
Daniela Fontana, Especialista em Recursos Hídricos  
Patricia Herkenhoff, Pesquisadora em Recursos Hídricos  
Júlia Caldas, Projeto Gráfico

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem as revisões e comentários em versões preliminares desse estudo das equipes do CEBDS (Fernanda Gimenes, André Ramalho, Marina Santarosa), GIZ (Simone Detling, Yannick Motz), CNI (Percy Soares) e empresas associadas ao CEBDS.

# CONTEÚDO

<b>6</b>	RESUMO EXECUTIVO
<b>10</b>	1   APRESENTAÇÃO
<b>11</b>	1.1   Contexto
<b>12</b>	1.2   Objetivos
<b>13</b>	1.3   Metodologia
<b>17</b>	2   TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA
<b>18</b>	2.1   Mapeamento e Priorização de Tecnologia
<b>20</b>	2.2   Método para Análise de Viabilidade e Potencial de Mercado
<b>21</b>	2.3   Descrição e Análise das Tecnologias
<b>37</b>	2.4   Economia Potencial de Água
<b>38</b>	2.5   Estudos de Caso: Reflorestamento e Reúso
<b>40</b>	3   OPORTUNIDADES PARA INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS
<b>45</b>	ANEXO 1   UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NO BRASIL
<b>49</b>	ANEXO 2   DESCRIÇÃO DOS SETORES E SEU USO DE ÁGUA
<b>53</b>	ANEXO 3   MÉTODO E PROCESSO DE PESQUISA
<b>55</b>	ANEXO 4   CARACTERIZAÇÃO DOS SETORES POR PORTE DE EMPRESA E USO DE ÁGUA
<b>58</b>	REFERÊNCIAS
<b>65</b>	LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS



# RESUMO EXECUTIVO

## Eficiência Hídrica do Setor Produtivo ganha Importância com Restrições no Abastecimento e Aumento dos Custos

A água é um recurso natural fundamental para a vida humana e para a maioria das atividades produtivas. As recentes crises de abastecimento no Brasil colocaram o tema no centro da agenda pública, requerendo uma resposta do setor produtivo. O nexos água – alimentos – energia é especialmente relevante no Brasil, dada a vocação agrícola do país e sua matriz predominantemente hidroelétrica.

A tendência mundial de restrição de abastecimento e aumento de custos, também influenciada pelas mudanças climáticas, verificam-se no Brasil. A menor disponibilidade e o eventual aumento dos preços públicos e custos para retirada de água proporcionam oportunidades de investimento em tecnologias de conservação. Estas podem ser financiadas por instituições financeiras, representando uma nova carteira de negócios e possibilitando um melhor entendimento dos riscos hídricos nas carteiras.

## Foram Analisadas 14 Tecnologias Viáveis para 10 Setores de Alto Consumo

Os setores foram selecionados de acordo com seus coeficientes de consumo de água e representatividade no PIB brasileiro. Optou-se por tecnologias transversais, aplicáveis a mais de um setor, sempre que possível.

### Potencial de Utilização de Tecnologia por Setor

	Tecnologia	Pecuária	Agricultura Soja e Cana	Processamento de Alimentos	Automotiva	Petroquímica	Aço e Metalurgia	Mineração	Bebidas	Papel e Celulose
1	Hidrômetro para Segmentação de Consumo			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
2	Irrigação por Gotejamento		💧							
3	Dispensador de Poeira						💧			
4	Esgoto para Aquicultura	💧								
5	Evaporação por Concentração de Vinhaça			💧						
6	Detector de Perda de Água			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
7	Torres de Resfriamento sem Químicos			💧	💧	💧	💧	💧		💧
8	Aproveitamento de Água Pluvial			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
9	Tratamento de Ozônio			💧					💧	
10	Zonas Úmidas Artificiais	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
11	Ultra Filtração	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
12	Osmose Reversa			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
13	Destilação Térmica			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
14	Reflorestamento	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧

## O Indicador Custo de Equilíbrio da Água pode ser usado para Análises Preliminares de Viabilidade

A análise de viabilidade teve como objetivo validar a atratividade econômica de uma tecnologia do ponto de vista empresarial, considerando investimento inicial (CAPEX), custos operacionais (OPEX), custos adicionais, economia de água, outras economias e mitigação de riscos. Para quantificar a viabilidade de cada tecnologia, usamos o cálculo de VPL (Valor Presente Líquido) com as variáveis mencionadas acima, os custos e economias em um período de tempo de 15 anos.

No entanto, para obter um VPL, seria necessário utilizar um custo total da água. Este, por sua vez, possui muitas variáveis que influenciam o seu valor, como preço público na bacia, custo de adução, transporte, tratamento e descarga de efluentes, que variam conforme setor, porte e localização da empresa. Isto posto, estabelecemos uma meta de VPL zero e identificamos o Custo de Equilíbrio da Água (CEA) que o viabilize. Quando o VPL é zero, não há lucro ou prejuízo econômico no investimento. Portanto, o CEA é o valor que torna o investimento atraente.

Quando o custo atual da água é menor do que o CEA, o investimento não tem retorno econômico, apesar de conservar água e ter eventuais benefícios intangíveis (reputação, maior segurança). Qualquer valor acima do CEA torna a tecnologia atraente o suficiente para atingir VPL positivo, dando retorno e rentabilidade.

## O Potencial de Economia de Água Anual das 14 Tecnologias equivale a 19% da Retirada de Água na Indústria e 3% da Retirada de Água na Agricultura

O potencial de economia de água das tecnologias supracitadas totaliza 4,4 bilhões de metros cúbicos por ano, sendo 2,3 bilhões pelas tecnologias voltadas à indústria e 2,1 bilhões pelas tecnologias voltadas à agricultura. Estes valores excluem tecnologias concorrentes entre si.

### Potencial de Economia de Água com Uso das Tecnologias Avaliadas

	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /Ano	% de Economia com Tecnologias
Retirada Total de Água no Brasil em 2010   Indústria	403	12.720.837.688	19%
Consumo Total de Água no Brasil em 2010   Indústria	197	6.233.722.105	39%
Retirada Total de Água no Brasil em 2010   Agricultura	1281	40.393.831.680	3%
Consumo Total de Água no Brasil em 2010   Agricultura	836	26.361.573.120	5%

Fonte: ANA (2010). Elaborado por SITAWI.

## O potencial de mercado (gap de investimento) dessas tecnologias é de R\$ 49 bilhões, dos quais R\$ 25 bilhões poderia ser financiado por instituições financeiras

Estimamos o Gap de Investimento nas 14 tecnologias hídricas nos 10 setores-alvo do estudo no valor de R\$ 48,8 bilhões. O montante é significativo, mas dependente de diversos fatores estruturais e conjunturais da economia brasileira para que o investimento seja executado.

## Resumo da Atratividade das Tecnologias para Instituições Financeiras (IF)

Tecnologias	Capex (R\$) Projeto Mediano	Custo de Equilíbrio Água (R\$/m <sup>3</sup> )	Gap de Investimento (R\$ milhões)	Atratividade para IFs
Hidrômetro para Segmentação do Consumo	215.280	1,21	1.290	Baixa
Irrigação por Gotejamento para Cana-de-açúcar	4.000.000	0,12	497	Média
Irrigação por Gotejamento para Soja	4.000.000	0,94	2.168	Alta
Dispersador de Poeira	-	5,41	606	Baixa
Esgoto para Aquicultura	21.720	10,68	453	Baixa
Evaporação por Concentração de Vinhaça	30.000.000	1,38	3.780	Alta
Detector de Perda de Água	14.000	1,74	82	Baixa
Torres de Resfriamento sem Químicos	310.000	0	10.809	Média
Aproveitamento de Água Pluvial	9.150	8,20	321	Baixa
Tratamento de Ozônio	150.000	3,64	21	Baixa
Wetlands	1.500.000	0,84	764	Média
Ultra filtração	33.000.000	0,46	1.727	Alta
Osmose Reversa	7.100.000	0,99	7.895	Alta
Destilação Térmica	8.500.000	1,80	15.735	Alta
Reflorestamento	133.000.000	1,26	2.660	Média
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 48.808</b>

Para estimar o valor da oportunidade de negócios para as IFs, assumimos diferentes percentuais do Gap de Investimento a ser financiado por dívida de acordo com a atratividade da tecnologia, uma função do CAPEX médio do projeto, Custo de Equilíbrio da Água e Gap de Investimento.

## Valor da Oportunidade das Tecnologias de Acordo com Atratividade para IFs

Atratividade para IFs	Gap de Investimento (R\$ milhões)	Potencialmente financiado por IFs (%)	Valor da oportunidade para IFs (R\$ milhões)
<b>Alta</b>	31.305	60%	18.783
<b>Média</b>	14.730	40%	5.892
<b>Baixa</b>	2.773	20%	555
<b>TOTAL</b>	<b>48.808</b>	<b>-</b>	<b>25.230</b>



**Para Capturar a Oportunidade, as IFs precisam Desenvolver Capacidades, Produtos e Abordagens Comerciais**

**RECOMENDAÇÕES PARA IFS:**

- 1 |** Entender a dinâmica dos setores de uso intensivo de água bem como as preocupações das associações de classe desses setores.
- 2 |** Verificar quais tecnologias geram eficiência suficiente para repagar o financiamento com a redução do consumo de água.
- 3 |** Mapear a carteira de clientes em busca dos setores e empresas mais promissoras para estas tecnologias.
- 4 |** Capacitar seus Gerentes de Relacionamento para identificar o Custo Total de Água do cliente de modo a compará-lo com o Custo de Equilíbrio da Água de cada tecnologia.
- 5 |** Desenvolver linhas de financiamento específicas ou adaptar o uso de linhas existentes, no que tange a prazos, taxas e garantias, para acomodar as tecnologias mais promissoras.
- 6 |** Avaliar possibilidades de criação de operações estruturadas envolvendo fornecedores das tecnologias, agências de crédito à exportação, bancos de desenvolvimento, etc.
- 7 |** Homologar fornecedores de cada tecnologia para acelerar o processo de identificação de oportunidades e contar com os fornecedores como canal de promoção das linhas de financiamento.
- 8 |** Desenhar cenários onde o ganho de escala das tecnologias trará redução de preço e maior viabilidade de financiamento.



# 1 | APRESENTAÇÃO

## 1.1 | Contexto

A água sempre foi um recurso valioso, mas sua relativa abundância no Brasil faz com que a sociedade nem sempre lhe atribua valor. As recentes crises de abastecimento, no Brasil e no mundo, estão levando a sociedade a compreender que a gestão da água tornou-se uma prioridade global chave. Estima-se que a captação de água aumente globalmente em 50% até 2050 (ONU, 2014). Questões relacionadas ao risco hídrico, gestão de perdas, reutilização de água e novas legislações estão surgindo e exigem novas soluções para a gestão dos recursos hídricos.

Uma forma contemporânea de tratar a questão é o reconhecimento donexo água – alimentação – energia. O aumento da população e do consumo per capita vai exigir maior produção de alimentos e muito mais recursos hídricos, já que a agricultura é altamente intensiva em água.

No Brasil, existe uma pressão ainda maior em decorrência da importância da agricultura para a nossa economia e para todos os países importadores dos nossos alimentos.

Ademais, o país é extremamente dependente da água para a geração de energia, através de um grande portfólio de usinas hidrelétricas. Cerca de 70% da matriz elétrica do país é hidráulica, competindo diretamente com outras demandas por água (EPE, 2014).

Desta forma, a falta de água pode levar também a escassez elétrica. Para distribuir o recurso corretamente e preservar as bacias hidrográficas já sob pressão,

um bom programa de gestão que considere o interesse público e todas as partes interessadas é uma prioridade. Este nexo também sofre impactos das mudanças climáticas globais.

Os problemas relacionados às alterações climáticas podem ser identificados em razão de uma distribuição diferente na ocorrência de eventos extremos, como secas, inundações, ventos, incêndios e furacões em todo o mundo. No Brasil, uma mudança no padrão das chuvas no interior do país já está prevista para as próximas décadas (FBDS, 2009).

Adicionalmente, estão sendo registrados impactos diretos sobre a produtividade agrícola, com uma diminuição nos ganhos anuais de produtividade de 2% para 1% nas últimas duas décadas (IPCC, 2014), deslocamento e extinção de espécies e danos à infraestrutura natural e construída.

De acordo com a Organização das Nações Unidas, o crescimento da demanda por recursos hídricos por parte das indústrias pode aumentar em 400% até 2050 (ONU, 2014). Exemplos dos últimos anos no Brasil demonstram que os danos financeiros para a sociedade podem ser significativos caso não haja investimento em um plano de mitigação de riscos.

As recentes crises hídricas que o Brasil enfrentou na região Sudeste (2014) e na região Nordeste (2012-2016) são um incentivo para o investimento em alternativas, dada a crescente incerteza do custo e do risco de escassez.

## 1.2 | Objetivos

O objetivo do estudo é apontar oportunidades de negócio para empresas e instituições financeiras na transição para uma economia eficiente no uso da água no Brasil. Para este fim, o estudo irá:

**1 |** Analisar como as tecnologias de conservação de água se comparam com os modelos produtivos usuais em termos de externalidades ambientais e sociais, de competitividade de custos e perfil de risco.

**2 |** Estimar o potencial volume de investimentos necessários em eficiência hídrica para uma série de setores de uso intensivo de água nos próximos anos.

**3 |** Identificar as tecnologias mais promissoras (maior potencial de crescimento) para o Brasil e estimar o custo de equilíbrio da água que viabilize o investimento nestas tecnologias.

**4 |** Delinear oportunidades de negócios para as instituições financeiras de financiamento da transição para um uso de água mais sustentável na economia brasileira.

## 1.3 | Metodologia

### CUSTO TOTAL DE ÁGUA

A água é um insumo amplamente utilizado em todos os setores econômicos e tem vários usos dentro de uma mesma indústria (ex. resfriamento de máquinas, insumo na produção, lavagem, uso por parte de funcionários e etc.). Várias fontes de água são usadas pelas indústrias, sendo as mais comuns águas superficiais, subterrâneas, águas pluviais e reutilização de águas residuais.

O custo da água para a indústria brasileira é uma variável extremamente complexa, pois depende de vários fatores além dos preços dos comitês das bacias hidrográficas, conforme descrito abaixo:

- O custo da água comprada é a tarifa cobrada por um fornecedor de água, regulamentado ou não, de fornecimento de água no destino. Micro e pequenas empresas geralmente compram de concessionárias locais.

Empresas maiores tem a opção de comprar água de outras indústrias que tenham estações de tratamento de água em suas instalações. As empresas podem, ainda, captar diretamente em fontes superficiais ou subterrâneas, pagando um preço público, quando estabelecido, cujos recursos são direcionados aos comitês de bacia.

- O custo de adução da água é o custo de infraestrutura e energia referentes ao bombeamento para a ETA (Estação de Tratamento de Água) ou para o processo produtivo. Este custo depende da distância a ser vencida (quanto maior a distância, maior o custo), o volume a ser bombeado (quanto maior for o fluxo, maior o custo), a altura do chão até o ponto de bombeamento e o material de que a tubulação é feita (responsável por alguma perda de carga).

- O custo do tratamento da água a ser utilizada no processo produtivo depende da qualidade da água captada em comparação com a qualidade que é requerida para o processo de destino (dependendo do tipo de produto e da tecnologia adotada). Este define o tipo de pré-tratamento ou tratamento necessário.

Se é um tratamento com a necessidade de uma ETA, deve incluir o custo dos suprimentos necessários para tratar a água, a eletricidade para o funcionamento da ETA, custo de armazenamento temporário e disposição dos resíduos gerados.

- Os custos de descarga de efluentes líquidos referentes ao setor industrial são definidos baseado na classificação nacional de atividades econômicas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Entre estes, existem mineração, agroindústrias e indústrias de processamento. Os custos, em geral, dependem da qualidade do efluente liberado e a qualidade do corpo d'água receptor.

A taxa é calculada em termos de consumo do fluxo e alguns parâmetros de qualidade da água residual final lançada, como matéria orgânica por DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Nos casos em que a água é obtida da concessionária de água responsável por abastecer a cidade, o mesmo volume fornecido é recolhido como esgoto gerado.

## IDENTIFICAÇÃO DE SETORES

A fim de identificar setores-alvo para o estudo, foram buscados setores que são grandes usuários de água em seu processo produtivo. Para os setores industriais, foram cruzadas as referências do coeficiente técnico médio de uso da água com as receitas dos setores (ver Tabela 1 no apêndice). Para os setores agrícolas, foram analisados os coeficientes da Trucost (2015) para uso da água e poluição da água calculados como Custo de Capital Natural sobre a receita (ver Tabela 2 no apêndice), juntamente com a informação de que a contribuição do setor agrícola para o PIB brasileiro foi de 21,3% em 2014, dos quais 32,1% relativos a pecuária e 67,9% relativos a cultivos.

A lista final foi criada após uma análise suplementar das principais indústrias sendo consideradas para esse estudo. As instituições financeiras associadas ao CEBDS deram seu feedback durante um workshop realizado em Novembro de 2015, Com base neste feedback e objetivando oferecer resultados relevantes para o setor financeiro, foram selecionados os seguintes setores como objeto desse estudo.

### 1 | PECUÁRIA

- I. Aquicultura
- II. Pecuária

### 2 | AGRICULTURA

- I. Agricultura de Algodão
- II. Agricultura de soja
- III. Agricultura de cana-de-açúcar

### 3 | PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

### 4 | AUTOMOTIVA

- I. Carros
- II. Caminhões e ônibus
- III. Partes e componentes

### 5 | QUÍMICA

- I. Química
- II. Petroquímica
- III. Farmacêutica

### 6 | AÇO E METALURGIA

- I. Aço
- II. Metalurgia de Metais Ferrosos
- III. Metalurgia de Metais não Ferrosos

### 7 | MAQUINÁRIO

### 8 | MINERAÇÃO

- I. Metais Ferrosos
- II. Metais não Ferrosos
- III. Metais não Metálicos

### 9 | BEBIDAS

- I. Bebidas Alcolólicas
- II. Bebidas não Alcolólicas

### 10 | PAPEL E CELULOSE

- I. Fábrica de papel
- II. Fábrica de Celulose



### 1 | PECUÁRIA

### 2 | AGRICULTURA DE CANA DE AÇUCAR

### 3 | AGRICULTURA DE SOJA

### 4 | PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

### 5 | AUTOMOTIVA

### 6 | PETRQUÍMICA

### 7 | AÇO E METALURGIA

### 8 | MINERAÇÃO

### 9 | BEBIDAS

### 10 | PAPEL E CELULOSE

A descrição dos setores e de seus processos de utilização de água se encontram no Anexo 2.

## IDENTIFICAÇÃO DE TECNOLOGIAS

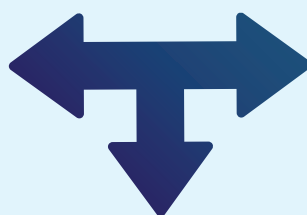
A identificação e triagem de tecnologias foi realizada usando uma estrutura adaptada de (MIERZWA e HESPANHOL, 2007). Apesar da escolha desta estrutura para análise e gestão da água, não há uma abordagem única comum a todos os casos, devido aos diversos processos, tecnologias e necessidades de cada indústria. Mesmo dentro de um mesmo setor, fatores climáticos, territoriais e das tecnologias produtivas podem impactar significativamente o consumo de água.

Figura 1 | Estrutura para Identificação de Tecnologia

### GESTÃO DA DEMANDA

#### Otimização do Uso

Segmentação do Consumo  
Gestão de Perdas  
Mudanças no Processo e em Equipamentos  
Índices de Consumo e de Efluentes



### GESTÃO DA OFERTA

#### Opções de Fornecimento

Reúso de Águas Residuais  
Aproveitamento de Água da Chuva  
Recarga de Aquíferos  
Dessalinização

### Programa de Gestão de Água

FONTE: Adaptado de MIERZWA e HESPANHOL, "Água na indústria, uso racional e reúso", 2007. Elaboração: SITAWI.

Posteriormente, cada tecnologia identificada foi analisada com base em um conjunto de critérios qualitativos, antes da respectiva análise de viabilidade. Para isso, foi desenvolvida uma estrutura de análise para cada tecnologia.

Figura 2 | Estrutura para Análise de Tecnologias Seleccionadas

TECNOLOGIA		
Setores que se Aplica	História da Tecnologia	Como Funciona e Economiza Água
Mudanças nos Processos e Equipamentos	FOTO	FOTO
Índice de Consumo e de Efluentes		
Riscos Mitigados		
Comparação com Tecnologia usada Atualmente	Maiores Custos e Mudanças	Fornecedores

Fonte: SITAWI.

## VIABILIDADE DE TECNOLOGIAS

A análise de viabilidade desenvolvida teve como objetivo validar a atratividade financeira de uma tecnologia do ponto de vista empresarial, considerando investimento inicial (CAPEX), custos operacionais (OPEX), custos adicionais, economia de água, outras economias (custo de insumos, ganhos de produtividade) e mitigação de riscos.

Para quantificar a viabilidade de cada tecnologia, usamos o cálculo de VPL (Valor Presente Líquido) com as variáveis mencionadas acima, os custos e economias em um período de tempo de 15 anos. No entanto, para obter um VPL, seria necessário utilizar um custo para a água e, como já mencionado, o custo da água tem variação ampla, dadas as muitas variáveis que influenciam o seu valor (disponibilidade de água, regime pluviométrico, aspectos regulatórios e custo de tratamento em alguns casos).

Isto posto, estabelecemos uma meta de VPL para zero e identificamos o Custo de Equilíbrio da Água (CEA) que o viabilize. Quando o VPL é zero, não há lucro ou prejuízo econômico no investimento. Portanto, o CEA é o valor que torna o investimento atraente.

Quando o custo atual da água é menor do que o CEA, o investimento não tem retorno econômico, apesar de conservar água e ter eventuais benefícios intangíveis (reputação, maior segurança).

Qualquer valor acima do mínimo torna a tecnologia atraente o suficiente para atingir VPL positivo, dando retorno e rentabilidade.

## POTENCIAL DE MERCADO

O gap de investimento considerou o uso atual da tecnologia em um ou alguns setores e o potencial de adoção/ compra de cada tecnologia. O objetivo foi estimar o quão grande é a oportunidade para cada uma das tecnologias.

Em outras palavras, estimou-se o número de usuários potenciais futuros que podem escolher o investimento menos aqueles que já desenvolvem programas de gestão hídrica, e multiplicou-se o tamanho do mercado (número de equipamentos) pelo Capex, encontrando o valor total do gap de investimento, ou mercado potencial para cada tecnologia.

## OPORTUNIDADES PARA INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS

A última etapa consistiu nas oportunidades de negócio para instituições financeiras (IFs), através da identificação do tamanho do mercado potencial, fragmentação de mercado, porte das empresas, setores alvo e o valor de investimento para cada projeto. Também explorou-se como as IFs podem avaliar o risco hídrico de suas carteiras ao identificar as tecnologias mais disseminadas entre seus clientes.





## 2 | TECNOLOGIA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

## 2.1 | Mapeamento e Priorização de Tecnologias

O estudo buscou inicialmente identificar pelo menos uma tecnologia viável por setor. No entanto, pesquisas, entrevistas e análises mostraram que a maioria das tecnologias são abrangentes e aplicáveis a vários setores. Especialistas em água mencionaram tratamento de água, reúso e aumento de disponibilidade como os focos principais de investimentos atualmente realizados pelas empresas na vanguarda da eficiência hídrica.

Foi desenvolvida também uma classificação das tecnologias por tipo de benefício para os usuários:

### 1 | Reúso

Captura e tratamento efluente líquido para utilização.

### 2 | Economia

Foca na substituição ou criação de processo que utiliza menos água;


















### 3 | Disponibilidade

Traz água adicional para a empresa, reduzindo a utilização de fontes tradicionais.

É importante ressaltar que as tecnologias de reúso disponíveis no mercado são divididas entre demanda e oferta. Tecnologia de demanda é específica por setor, indústria, empresa e até tipo de produto. Para avaliar esse tipo de tecnologia, detalhes do processo produtivo, muitas vezes não disponíveis ou desconhecidos pela própria empresa, são necessários.

Portanto, a nossa avaliação manteve foco nas tecnologias de oferta que já possuem eficiência comprovada e podem ser utilizadas em diversos setores. As tabelas a seguir mostram todas as tecnologias avaliadas no estudo, suas classificações e em quais setores podem ser utilizadas.

**Tabela 1 | Tecnologias e suas Aplicações**

	Tecnologias	Reúso	Economia	Disponibilidade
1	Hidrômetro para Segmentação de Consumo			
2	Irrigação por Gotejamento			
3	Dispersador de Poeira			
4	Esgoto para Aquicultura			
5	Evaporação por Concentração de Vinhaça			
6	Detector de Perda de Água			
7	Torres de Resfriamento sem Químicos			
8	Aproveitamento de Água Pluvial			
9	Tratamento de Ozônio			
10	Zonas Úmidas Artificiais			
11	Ultra Filtração			
12	Osmose Reversa			
13	Destilação Térmica			
14	Reflorestamento			

**Tabela 2 | Potencial de Utilização de Tecnologia por Setor**

	Tecnologias	Pecuária	Agricultura	Processamento de Alimentos	Automotiva	Petroquímica	Aço e Metalurgia	Minação	Bebidas	Papel e Celulose
1	Hidrômetro para Segmentação de Consumo			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
2	Irrigação por Gotejamento		💧							
3	Dispersador de Poeira							💧		
4	Esgoto para Aquicultura	💧								
5	Evaporação por Concentração de Vinhaça			💧						
6	Detector de Perda de Água			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
7	Torres de Resfriamento sem Químicos			💧	💧	💧	💧	💧		💧
8	Aproveitamento de Água Pluvial			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
9	Tratamento de Ozônio			💧					💧	
10	Zonas Úmidas Artificiais	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
11	Ultra Filtração	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
12	Osmose Reversa			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
13	Destilação Térmica			💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧
14	Reflorestamento	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧	💧

## 2.2 | Método para Análise de Viabilidade e Potencial de Mercado

Para calcular a viabilidade econômica para o usuário e o potencial de mercado da tecnologia, foram adotadas premissas específicas, tais como uma tecnologia alternativa, um caso ou situação ilustrativa, possibilitando comparações e estimativas de produtividade. As premissas são explicadas em cada tecnologia.

Os fluxos de caixa para o usuário da tecnologia foram descontados a uma taxa fixa real de 14,15% (WACC - weighted average cost of capital ou custo médio ponderado do capital) para verificar sua viabilidade. O Custo de Equilíbrio da Água (CEA) é o custo da água no qual o Valor Presente Líquido do investimento é igual a zero. Caso o usuário tenha um custo da água atual igual ou superior ao CEA, a tecnologia é economicamente viável.

O valor do CEA, no entanto, é apenas indicativo, dada a complexidade e variabilidade inerente ao consumo

de água nas indústrias, sendo necessário portanto realizar estudos específicos para validar a viabilidade antes de se realizar o investimento. O CEA serve, no entanto, como ordem de grandeza para que usuários e financiadores selecionem as tecnologias mais promissoras para estudos aprofundados.

Para calcular o potencial de mercado, buscou-se dados sobre o número, porte e distribuição geográfica de empresas nos 10 setores selecionados. Estes foram complementados com dados sobre a difusão atual das 14 tecnologias prioritárias nos setores.

Em vários casos, foi preciso utilizar premissas e aproximações para se chegar ao gap de investimento, que é a multiplicação do CAPEX de um projeto médio pelo número de empresas ainda não usuárias de cada tecnologia. Os dados e premissas utilizados são indicados na ficha resumo de cada tecnologia nesta seção.

## 2.3 | Descrição e Análise das Tecnologias

### HIDRÔMETRO PARA SETORIZAÇÃO DO CONSUMO

Os hidrômetros (do tipo mecânico) são os mais utilizados para fazer micromedição e são considerados peças fundamentais para a segmentação do consumo de água. Suas características operacionais são específicas para cada tipo e calibre e representam o seu comportamento hidráulico (queda de pressão em função do fluxo) e a sua capacidade de medição.

Dentre as principais características estão a capacidade de integração das funções de medição, agregação e armazenamento de dados em tamanho reduzido, facilidade para ser manuseado e robustez perante diferentes condições de exposição. Dentro da proposta de utilização de medidores de água em sistemas de construção, os pontos de instalação devem ser localizados em locais diferentes dos pontos alimentadores do subsistema de distribuição do edifício. Em instalações industriais, a localização e o número de hidrômetros pode variar em cada situação específica.

HIDRÔMETRO PARA SEGMENTAÇÃO DE CONSUMO			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 215.280	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	P/M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 0	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Alimentos, Automotivo, Petroquímico, Aço e Metal, Bebidas, Papel e Celulose, Mineração
<b>C   Volume de Água economizada Anualmente por Equipamento (m<sup>3</sup>)</b>	12.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a Tecnologia (%)</b>	50%
Não há outros ganhos ou custos com essa tecnologia.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	<b>89.799</b>
		<b>I   Água economizada com a Tecnologia (m<sup>3</sup>)</b>	<b>180.000</b>
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Empresas dispostas a Investir na Tecnologia</b>	70%
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	R\$ 1,21	<b>K   Gap de Investimento</b>	R\$ 1.288.789.866

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - CAPEX de instalação de 15 hidrômetros com capacidade de 1,5m<sup>3</sup>/hora. Essa tecnologia não possui OPEX, no entanto, os equipamentos devem ser trocados a cada 2 anos. Assim sendo, o CAPEX total para um período de 15 anos é de R\$ 215.280.

B - Essa tecnologia não possui OPEX.

C - A tecnologia é capaz de economizar 10% do consumo de água de uma empresa. Dado que no modelo utilizado foi adotada uma empresa com consumo de água de 120.000 m<sup>3</sup>/ano, a economia de água é de 12.000 m<sup>3</sup> de água por ano.

D - Custo de Equilíbrio da água para viabilizar a tecnologia.

E - A tecnologia pode ser aplicada a empresas de todos os portes.

F - Tecnologia aplicável a todos os setores industriais.

G - Tecnologia em estado maduro de utilização e disseminada no país. Estima-se que cerca de 50% das empresas já possuam programas de gestão de água.

H - De acordo com a base de dados SIDRA/IBGE (2014) existem 18.735 empresas de pequeno porte, 4.137 empresas de médio porte e 1.200 empresas de grande porte, nos setores apontados. Assumiu-se que cada empresa de médio porte poderia instalar investir em 15 hidrômetros uma empresa de pequeno porte poderia investir na metade desse valor e uma empresa de grande porte em 3 vezes esse valor, resultando em 89.799 equipamentos.

I - O volume de água economizado foi obtido multiplicando o número de equipamentos (H) potencialmente comercializados pela economia de água gerada com cada equipamento hidrômetro.

J - Com base em FIESP (2014).

K - O valor do investment gap foi obtido multiplicando o número de equipamentos pelo custo de cada equipamento para um período de 15 anos.

## IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Este tipo de irrigação se diferencia das outras por utilizar tubos no solo ou no subsolo, onde a água é liberada sob condições de fluxo de baixa pressão. A pressão deve ser suficiente para evitar o entupimento e a contaminação do tubo, ao mesmo tempo em que deve ser capaz de alimentar a cultura com a quantidade correta de água ao longo do tempo.

A eficiência do sistema deve-se ao fato da água ser fornecida diretamente nas raízes, o que aumenta o acesso no local onde a planta precisa, e ao sistema ser de alimentação lenta, o que permite que a água infiltre lentamente no solo, evitando que se forme um elevado fluxo de água superficial, também prevenindo a evaporação. Benefícios adicionais são a potencial redução no consumo de energia e o aumento da produtividade da cultura.

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO PARA AGRICULTURA DE SOJA			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 4.000.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	P/M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 684.000	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Agricultura
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	824.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a Tecnologia (%)</b>	0%
Ganhos de produtividade em relação à produção por pivô central,		<b>H   Número de Equipamentos</b>	542
		<b>i   Economia de Água gerada pela Tecnologia (m³)</b>	447.066.675
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Área de Soja irrigada com Pivô Central (1.000 hectares)</b>	542
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	R\$ 0,94	<b>K   Gap de Investimento</b>	R\$ 2.168.000.000

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - Capex para instalação em 1.000 hectare. Com base em dados fornecidos pela Amaggi.

B - Inclui economia nos custos de energia e manutenção para 1.000 hectare. Com base em dados fornecidos pela Amaggi.

C - Economia de água em relação a irrigação com pivô central em plantação de 1.000 hectares, com base em uma produtividade de 4 ton/ha em uma economia de água de 206 m³/ha.

D - Custo de Equilíbrio da água para viabilizar a irrigação por gotejamento em comparação com pivô central.

E - Tecnologia aplicável a todos os portes de empresa/produtores.

F - Tecnologia voltada para a agricultura de soja.

G - Assumiu-se que a utilização desse modelo de irrigação é próxima a zero.

H - Cada equipamento de irrigação corresponde a 1.000 hectare, logo, o mercado potencial é igual a (J).

I - Calculado com base na área utilizada para cultivo de soja irrigada com pivô central (K), multiplicado pelo CAPEX (A).

J - A produção de soja em 2015 foi de 95 milhões de toneladas (Conab, 2016). Dado que 12% da produção é irrigada, e que, desse valor, 19% é feita com pivô central, a produção nesse modelo é de 2.167.596 toneladas. A produção anual de soja por hectare é de 4 toneladas. Assim, a área de soja irrigada com pivô central é de 542 mil de hectares.

K - Calculado com base no número de equipamentos potencialmente comercializados (H), multiplicado pelo CAPEX (A)

## IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO PARA AGRICULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 4.000.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	P/M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 684.000	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Agricultura
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	6.480.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a Tecnologia (%)</b>	0%
<b>1  </b> Ganhos anuais em função de mitigação de risco de secas: R\$ 247.000. <b>2  </b> Ganhos anuais em função da não necessidade de replantio a cada 6 anos: R\$ 371.000. <b>3  </b> Ganhos de produtividade em relação à produção por pivô central.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	124
		<b>I   Economia de Água gerada pela Tecnologia (m³)</b>	800.000.000
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Área de Cana-de-açúcar irrigada com Pivô Central (1.000 hectares)</b>	124
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	R\$ 0,12	<b>K   Gap de Investimento</b>	R\$ 496.800.000

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - Capex para instalação em 1.000 hectares. Com base no fornecedor Canaverde.

B - Inclui economia nos custos de energia e manutenção para 1.000 hectares. Com base no fornecedor Canaverde. Em contraposição ao que ocorre na irrigação com sequeiros, essa tecnologia não precisa ter sua produção interrompida a cada 6 anos para replantio, e também mitiga o risco da produção ser afetada em função de secas.

C - Economia de água em relação a irrigação com pivô central e sequeiro em uma plantação de 1.000 hectares, com base numa produtividade de 120 ton/ha em uma economia de água de 54 m³/ha.

D - Custo de Equilíbrio da água para viabilizar a irrigação por gotejamento em comparação com pivô central.

E - Tecnologia aplicável a todos os portes de empresas/produtores.

F - Tecnologia voltada para a agricultura de cana-de-açúcar com irrigação por pivô central.

G - Assumiu-se que a utilização desse modelo de irrigação é próxima a zero.

H - Cada equipamento de irrigação corresponde a 1.000 hectares, logo, o mercado potencial é igual a área de cana irrigada com pivô central (J).

I - Calculado com base no mercado potencial para essa tecnologia (H), multiplicado pela economia de água em cada equipamento (C).

J - A produção de cana-de-açúcar em 2014/2015 foi de 655 milhões de toneladas (Conab, 2016). Dado que 12% da produção é irrigada, e que, desse valor, 19% é feita com pivô central, a produção nesse modelo é de 78,6 milhões toneladas. A produção anual de cana-de-açúcar por hectare é de 120 toneladas. Assim, a área de cana-de-açúcar irrigada com pivô central é de 124.200 hectares.

K - Calculado com base no número de equipamentos potencialmente comercializados (I), multiplicado pelo CAPEX (A).

## DISPERSADOR DE POEIRA

O uso de água em processos da mineração é significativo. Uma quantidade de poeira significativa é suspensa durante todo o processo, desde a mineração, até o transporte e, em seguida, no empilhamento final dos minerais. A fim de reduzir a quantidade de pó em suspensão, água é aplicada extensivamente por meio de aspersores nas vias de acesso e nas pilhas de minério.

O uso de água pulverizada, além de ser ineficiente, pode reduzir a qualidade do produto a ser vendido e afetar as especificações de umidade. A solução adotada pelas mineradoras é a incorporação de produtos químicos à água pulverizada, capazes de diminuir a poeira em suspensão com mais eficiência do que com a aspersão de água pura. O aspersor de polímero reduz a frequência das aspersões de forma significativa, assim como faz uso de água apenas para dissolver e aplicar. As vantagens são a economia de água e uma melhor qualidade do produto final. Esta tecnologia também pode ser combinada com fontes de água de reúso.

DISPERSADOR DE POEIRA			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 0	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	P/M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 3.171.427	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Mineração
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	600.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a Tecnologia (%)</b>	50%
<b>1  </b> Redução anual nos gastos com combustíveis: R\$ 73.092.  <b>2  </b> Melhoria na qualidade do minério extraído.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	191
		<b>I   Água economizada com a Tecnologia (m³)</b>	114.628.879
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Consumo Anual de Água em estrada para Dispersão de Poeira (m³/hectare/ano)</b>	6.963
		<b>K   Estradas localizadas em Áreas de Minas (m²)</b>	18.815
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	R\$ 5,41	<b>M   Gap de Investimento</b>	R\$ 605.895.502

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - Não há investimento inicial no equipamento pois a tecnologia pode ser utilizada nos equipamentos tradicionais de dispersão de poeira.

B - O preço indicado da tecnologia é de USD 1,00/kg. Para cada m³ de água, deve-se aplicar 10kg do produto, gerando economia de 88% no consumo de água. No modelo utilizado aplica-se 857 mil kg do produto, sob o custo de R\$ 3,17 milhões, gerando uma economia de 600 mil m³ de água. Os dados foram disponibilizados por fornecedores da tecnologia.

C - A tecnologia reduz a quantidade de água utilizada para 12% do consumo original. No modelo analisado, utilizando o produto em 85.714 m³ de água, evita-se o gasto de 600.000 m³ adicionais.

D - Custo de Equilíbrio da água para viabilizar a tecnologia.

E - Como a utilização desta tecnologia se dá principalmente em estradas localizadas próximas a áreas de minas, ela pode ser aplicada a empresas de todos os portes.

F - Tecnologia voltada a reduzir o consumo de água no transporte de produtos minerais.

G - Estima-se que cerca de 50% das mineradoras ainda não utilizem esse processo em função da alta disponibilidade de água para essas empresas.

H - Estimado com base no potencial de economia de água gerado pela tecnologia (I) sobre o potencial de redução por equipamento (C).

I - Estimado com base nos hectares de estrada localizados em áreas de minas (K) multiplicado pelo consumo médio de água nessas estradas para dispersão de poeira (J) multiplicado pela redução no uso da água em 88% pela aplicação de compostos químicos.

J - Com base em informações de fornecedores.

K - Estimou-se que 10% da área de minas no país seja utilizada para estradas. A área de minas no país foi estimada com base no Anuário 2014 do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral).



## ESGOTO PARA AQUICULTURA

O uso de esgoto como fonte de nutrientes para aquicultura é tradicionalmente empregado em países asiáticos, como Índia, Vietnã e China. O sistema funciona com microrganismos presentes na água que degradam os poluentes do esgoto, usando-os como fonte de nutrientes. A partir disso, os microrganismos crescem, se reproduzem e se tornam alimento para os peixes.

Assim, o esgoto que geralmente representaria um problema e uma despesa passa a ser um recurso, virando ração, e trazendo potencial econômico, já que os custos com matérias-primas para a aquicultura é uma parte importante do custo operacional.

ESGOTO PARA AQUICULTURA			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 21.720	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	P/M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 36.592	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Pecuária (Aquicultura)
<b>C   Volume de Efluentes Reaproveitados Anualmente (m³)</b>	6.480.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a tecnologia (%)</b>	0%
<b>1   Redução anual nos custos com ração: R\$ 11.520.</b>		<b>H   Número de Equipamentos</b>	250.513
		<b>i   Total de Efluentes Reaproveitados pela Tecnologia por ano (m³)</b>	135.276.923
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Cultivo de Tilápia em Tanques Rede de Forma Intensiva (kg)</b>	19.540.000
<b>D   Custo de Equilíbrio do tratamento de Efluente (R\$/m³)</b>	R\$ 10,68	<b>K   Gap de Investimento</b>	R\$ 453.428.205
<b>3   REFERÊNCIAS E PREMISSAS</b>			
A - Com base em um cultivo de 5.000 m² com 12 tanques rede. Informações oferecidas por investidores. Fonte: Scorvo-Filho (2008), Militão (2007), Mota (2003).			
B - Inclui custos de energia, alimentação e mão de obra. A tecnologia gera também oportunidade de redução de custos com ração. Fonte: Scorvo-Filho (2008), Militão (2007), Mota (2003).			
C - Cada tanque rede é capaz de reutilizar 540 m³ de água por ano. Um projeto mediano com 12 tanques reutiliza 6.480 m³ de água anualmente para produzir nutrientes para alimentação de peixes. Fonte: Scorvo-Filho (2008), Militão (2007), Mota (2003).			
D - Custo de Equilíbrio de tratamento de efluente que tornaria a tecnologia viável.			
E - Pode se aplicar a empresas de todos os portes.			
F - A tecnologia é voltada para uso na aquicultura (pecuária).			
G - A tecnologia ainda não é aplicada devido a riscos regulatórios e legais da utilização de esgotos em alimentos para consumo humano.			
H - Cultivo de tilápias (J) dividido pela capacidade de 1 tanques rede (78kg).			
I - Calculado multiplicando a capacidade de reaproveitamento de água de um hidrômetro (540 m³/ano) pelo número potencial de equipamentos (H).			
J - De acordo com o a base SIDRA/IBGE (2010).			
K - Com base no número de equipamentos para o mercado potencial (H) multiplicado pelo preço de 1 tanque rede.			

## EVAPORAÇÃO COM CONCENTRAÇÃO DE VINHAÇA

A produção de cana-de-açúcar é muito intensiva no uso da água, gerando vinhaça como resíduo líquido, efluente a partir da produção de etanol. Um novo tipo de tecnologia visa à recuperação da água da vinhaça, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa e o risco de contaminação das águas subterrâneas. Em uma usina, a geração de vinhaça ocorre em uma proporção de 10 litros por litro de etanol produzido.

Atualmente, a vinhaça é utilizada como adubo orgânico em grande parte das usinas por causa dos seus nutrientes. Entretanto, gasta-se uma grande quantidade de óleo diesel e é um produto muito diluído, o que pode ser um risco para a contaminação das águas subterrâneas. O potente evaporador concentrador de vinhaça, a concentração EcovinAL é um sistema que usa a primeira névoa turbulenta descendente acoplada à coluna de destilação e que permite a produção de etanol da vinhaça já concentrada, sem consumo de vapor adicional.

EVAPORAÇÃO COM CONCENTRAÇÃO DE VINHAÇA			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 30.000.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	P/M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 916.000	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Agricultura
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	907.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a tecnologia (%)</b>	0%
<b>1   Ganhos anuais de produtividade na agricultura de cana-de-açúcar: R\$ 1.262.250.</b>  <b>2   Economia anual com fertilizantes: R\$ 3.326.400.</b>	<b>H   Número de Equipamentos</b>		<b>126</b>
	<b>i   Água economizada com a tecnologia (m³)</b>		<b>114.282.000</b>
	<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>		
	<b>J   Área de Soja irrigada com Pivô Central (1.000 hectares)</b>		<b>70%</b>
	<b>K   Estradas localizadas em Áreas de Minas (m²)</b>		<b>600</b>
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	<b>R\$ 1,38</b>	<b>L   Gap de Investimento</b>	<b>R\$ 3.780.000.000</b>

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - CAPEX para instalação do equipamento com capacidade de geração de 907.000 m³ anuais. Informação disponibilizada pelo fornecedor Citrotec.

B - Inclui a manutenção do equipamento e custos de energia. A tecnologia ainda traz outros benefícios como elevação da produtividade na agricultura e economia no uso de fertilizantes. Dados disponibilizados pelo fornecedor Citrotec.

C - A tecnologia é capaz de gerar 210m³/hora de água e pode funcionar por 4.800 horas por safra, gerando uma economia de água anual de 907.000 m³, de acordo com informações da Citrotec.

D - Custo de Equilíbrio de água para viabilizar a tecnologia.

E - A tecnologia é viável para empresas de todos os portes, contanto que a produção diária seja acima de 600 m³ de etanol.

F - A tecnologia só se aplica para produtores de cana-de-açúcar.

G - Infere-se que ainda não há utilização relevante dessa tecnologia no país.

H - O Brasil possui 358 produtores de etanol (ANP, Boletim do Etanol, Fevereiro de 2016), dentre os quais 180 atingem a produção mínima para viabilizar a produção (K). Levando em consideração que 70% dessas empresas estão preocupadas com a escassez hídrica (J), o mercado potencial restante é de 126 equipamentos.

I - Valor calculado multiplicando o número de equipamentos potencialmente comercializados (H) pela economia de água gerada por equipamento (C).

J - Com base em FIESP (2009).

K - Segundo a Agência Nacional do Petróleo, 180 produtores de etanol atendem a esse critério. O limiar de 600 m³/dia foi definido como uma escala mínima a partir de quando a tecnologia é viável.

L - Valor calculado multiplicando o número de equipamentos potencialmente comercializados (H) pelo CAPEX (A).

## DETECTOR DE PERDA DE ÁGUA

O detector eletrônico de perda de água é um transmissor digital com filtro digital e sensor capaz de captar o ruído causado por vazamentos usando uma banda de frequência bastante ampla. Além de possuir módulo amplificador de ruído com teclas sensíveis ao toque e visor para controle, permite infinitas combinações de filtro de alta e baixa frequência.

O sensor tem características de construção que ajudam a reduzir sons externos por abafamento, diminuindo, assim, as distorções externas. A rápida detecção e localização das perdas é fundamental em um bom sistema de gestão dos recursos hídricos.

DETECTOR DE PERDA DE ÁGUA			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 14.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 5.333	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Alimentos, Automotivo, Petroquímico, Aço e Metal, Mineração, Bebidas, Papel e Celulose
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m<sup>3</sup>)</b>	6.480		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a tecnologia (%)</b>	10%
Não foram identificados outros ganhos ou custos para essa tecnologia.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	5.871
		<b>i   Economia de Água gerada pela Tecnologia (m<sup>3</sup>)</b>	25.700.000
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Empresas que possuem Interesse na Tecnologia</b>	70%
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	R\$ 1,74	<b>K   Gap de Investimento</b>	R\$ 82.000.000

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISAS

A - Investimento em equipamento para detecção de perda de água em 1 complexo industrial. Informação disponibilizada pelo fornecedor Cassio Lima.

B - Custo da mão de obra para operar o equipamento. Informação disponibilizada pelo fornecedor Cassio Lima.

C - Assumindo um vazamento médio de água não detectado de 0,5m<sup>3</sup>/hora em cada unidade industrial, que poderia ser solucionado com essa tecnologia, a economia por equipamento chega a 4.380 m<sup>3</sup>/ano. A economia de água por equipamento deve variar em função do volume de perdas em cada complexo industrial.

D - Custo de Equilíbrio de água para viabilizar a tecnologia.

E - O equipamento gera retorno (escala mínima) em empresas de médio e grande porte de acordo com a classificação do IBGE.

F - Tecnologia aplicável a todos os setores industriais compreendidos no estudo.

G - Infere-se que que 10% das empresas dos setores descritos em (F) possuem detectores de perda.

H - Assumiu-se que empresas de médio porte, possuem, em média, 1 complexo industrial, ao passo que empresas de grande porte possuem 4 cada. Cada detector pode ser instalado em um complexo industrial. De acordo com a base SIDRA/IBGE (2014), temos 4.339 empresas de médio porte e 1.245 empresas de grande porte, o potencial número de detectores depois de descontar as empresas que não tem interesse na tecnologia (J) e as que já a possuem (G) é de 5.871.

I - Mercado potencial para a tecnologia (H) multiplicado pela economia de água gerada com cada detector de perdas.

J - Com base em FIESP (2009).

K - Número de equipamentos (H) multiplicado pelo CAPEX de cada equipamento (A).

## TORRES DE RESFRIAMENTO SEM QUÍMICOS

Esta tecnologia é um mecanismo de torres de resfriamento que inclui tratamento de água sem aditivos químicos. Os reatores são concebidos para solução simultânea de três problemas comuns em torres de resfriamento: precipitações minerais que aumentam a dureza da água em um reator controlado para resolver problemas de incrustação; a oxidação e remoção de metais dissolvidos na água para evitar a corrosão; a geração de biocida para eliminação de contaminação biológica.

TORRES DE RESFRIAMENTO SEM QUÍMICOS			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 310.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	P/M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 1.859.520	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Automotivo, Petroquímico, Metalurgia e Siderurgia, Mineração, Bebidas, Papel e Celulose
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	5.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a tecnologia (%)</b>	40%
<b>1  </b> Redução de custos pelo não uso de aditivos químicos: R\$ 276.138.  <b>2  </b> Custos de manutenção e mão de obra são mais elevados do que nas torres de resfriamento com aditivos químicos: R\$ 39.520 de diferença.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	34.867
		<b>I   Economia de Água gerada pela Tecnologia (m³)</b>	175.000.000
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Área de Soja irrigada com Pivô Central (000 hectares)</b>	70%
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	R\$ -	<b>K   Gap de Investimento</b>	R\$ 10.808.683.200
<b>3   REFERÊNCIAS E PREMISSAS</b>			
<p>A - Com base em informações do fornecedor Chemical Free Cooling Tower, o CAPEX adotado para essa tecnologia foi de R\$ 310.000, para uma capacidade de recirculação de água de 500-600 m³/h.</p> <p>B - O OPEX anual é composto pelos custos de água (R\$ 1.800.000) e custos de mão de obra (R\$ 59.520), totalizando R\$ 1.859.520 por ano. Informação disponibilizada pelo fornecedor Chemical Free Cooling Tower.</p> <p>C - Informação com base no fornecedor Chemical Free Cooling Tower.</p> <p>D - A tecnologia é viável a qualquer custo de água em função do baixo valor de CAPEX.</p> <p>E - De acordo com nossa análise, as torres de resfriamento podem ser aplicadas a empresas de pequeno, médio e grande porte. Na classificação do IBGE, empresas de pequeno porte são aquelas que possuem até 50 funcionários, de 50 a 249 funcionários são as empresas de médio porte e acima disso são de grande porte.</p> <p>F - Automotivo, petroquímico, metal e aço, mineração, bebidas e papel e celulose são os setores que possuem torres de resfriamento em suas unidades.</p> <p>G - Com base em pesquisa secundária e entrevistas com agentes do setor, estima-se que cerca de 40% das empresas desses setores em (F) já utilizem essa tecnologia de resfriamento sem químicos.</p> <p>H - De acordo com informações de fornecedores, cada complexo industrial possui 3 torres de resfriamento. Foi estimado que cada empresa de pequeno e médio porte possui 1 complexo industrial, ao passo que cada empresa de grande porte possui 4 complexos industriais. Uma vez que temos um total de 7.869 empresas de pequeno porte, 1.738 empresas de médio porte e 504 empresas de grande porte, calcula-se que 10.110 empresas poderiam adquirir até 34.867 equipamentos.</p> <p>I - Número de equipamentos (H) multiplicado pela redução anual no consumo de água por equipamento (C).</p> <p>J - Percentual de empresas no setor preocupadas com o risco de escassez de água (Fiesp, 2014).</p> <p>K - Mercado potencial (H) x CAPEX (A).</p>			

## APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Esta é uma tecnologia acessível para aqueles que têm sua produção instalada em uma área com cobertura de telhado ou pátios suficientes e adequadas. O equipamento captura e armazena a água da chuva. O mecanismo começa com as calhas instaladas nas extremidades do telhado ou pátio.

Os primeiros milímetros de precipitação são sujos e guiados para um primeiro dispositivo de descarga sanitária e, uma vez que o dispositivo esteja cheio, a água finalmente começa a ser captada para reutilização. É necessário enfatizar que, antes do aproveitamento, a água deve passar pelos processos de filtração simples e desinfecção, mas ainda assim não é considerada potável. Os principais usos para essa água incluem torres de resfriamento, descarga de vasos sanitários, limpeza geral e jardinagem.

APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 9.150	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 22.500	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Processamento de Alimentos, Automotivo, Petroquímico, Aço e Metalurgia, Bebidas, Papel e Celulose
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	250		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a tecnologia (%)</b>	20%
<b>1   Riscos climáticos:</b> o retorno do investimento depende do regime pluviométrico do período.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	35.117
		<b>I   Economia de Água gerada pela Tecnologia (m³)</b>	8.880.000
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Número de Sistemas de Reúso por Complexo Industrial</b>	4
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	R\$ 8,20	<b>K   Gap de Investimento</b>	R\$ 321.000.000

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - Incluindo custos de construção e material para construção do reservatório de aproveitamento com capacidade de uso de 250 m<sup>3</sup>. A modelagem para essa fonte se baseou em informações disponibilizadas em GOMES (2011).

B - Inclui custos de desinfecção e mão de obra, com base em GOMES (2011).

C - Com base em um reservatório com capacidade de captar 250 m<sup>3</sup>/ano. O volume de água captado depende da pluviometria do ano.

D - Custo de Equilíbrio de água para viabilizar a tecnologia.

E - A tecnologia requer que as empresas possuam telhados mínimos de 100m<sup>2</sup>. De acordo com análise das plantas industriais dos setores em (F), estimou-se que somente empresas classificadas pelo IBGE como de Médio ou Grande porte atenderiam a esse critério.

F - Todos os setores que possuem unidades com telhado com o mínimo de 100m<sup>2</sup>.

G - Assumiu-se que 20% das empresas já adotavam tecnologia de aproveitamento de água de chuva.

H - Assumiu-se que empresas de médio porte, possuem, em média, 1 complexo industrial, ao passo que empresas de grande porte possuem 4 cada. Em seguida, assumiu-se que cada complexo industrial suportaria 4 sistemas de aproveitamento (J), totalizando 35.117 equipamentos. Isso levando em consideração que 20% das empresas já fazem aproveitamento de água da chuva (G).

I - Esse valor foi atingido multiplicando o mercado potencial de equipamentos (H) pelo CAPEX (A).

J - Assumiu-se que, na média, os complexos industriais podem comportar 4 sistemas de aproveitamento de água com capacidade de 250 m<sup>3</sup>/ano cada.

K - Número de equipamentos (H) multiplicado pelo CAPEX de cada equipamento (A).

## TRATAMENTO DE OZÔNIO

O tratamento com ozônio é parte da categoria dos Processos de Oxidação Avançados (POA). O ozônio é um gás cuja matéria-prima é o oxigênio do ar ambiente (uma molécula triatômica e alotrópica de decomposição rápida) e pode ser gerado no local de utilização. Considerado o desinfetante mais forte aplicado na purificação de água, o ozônio é introduzido como uma tecnologia de tratamento secundário, sendo necessário um tratamento primário.

Neste caso não utilizaremos pré-tratamento pois a água utilizada é potável. Ele também pode ser usado em conjunto com outras tecnologias de reúso. A grande vantagem do ozônio é o fato de que ele não requer tratamento de águas residuais, ou seja, não há passivos ambientais.

TRATAMENTO DE OZÔNIO			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 150.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	P/M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 22.500	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Alimentos e Bebidas
<b>C   Volume Anual de Água tratada (m³)</b>	262.800		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a tecnologia (%)</b>	0%
1   Mitigação de riscos regulatórios em função do alto grau de pureza resultante desse tratamento.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	140
		<b>I   Água economizada com a tecnologia (m³)</b>	36.500.000
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Volume de água tratado para uso sanitário (m³)</b>	500.000
		<b>K   Volume de água tratado para uso operacional (m³)</b>	36.000.000
<b>D   Custo de Equilíbrio de tratamento Terciário (R\$/m³)</b>	R\$ 3,64	<b>L   Gap de Investimento</b>	R\$ 21.000.000

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISAS

A - Com base em uma instalação de tratamento de ozônio com capacidade de 30m³/hora. As informações foram disponibilizadas pelo fornecedor NaturalTec.

B - Valores disponibilizados por NaturalTec.

C - O modelo utilizado é capaz de tratar 30 m³/hora, o que representa 262.800 m³ por ano.

D - A tecnologia não reduz efetivamente o consumo de água, mas trata uma água já potável para que esta adquira um grau maior de pureza. O valor representa o Custo de Equilíbrio de um tratamento terciário alternativo (ex. com cloro) para tornar a tecnologia viável.

E - Com base em informação de fornecedores, a tecnologia pode ser aplicada para empresas de todos os portes.

F - Aplicado a setores que demandem uma maior qualidade da água, como bebidas e alimentos.

G - Tecnologia recente e em estágio de amadurecimento. Portanto, assumiu-inferiu-se que a utilização de tecnologias análogas no mercado é próxima a zero.

H - O número de equipamentos instalados foi calculado com base no potencial de água tratada por essa tecnologia (I) dividido pela capacidade de tratamento de cada equipamento (C).

I - Água tratada para uso sanitário (J) e água tratada para uso operacional na indústria (K).

J - O volume de água tratado para uso sanitário foi feito com base no consumo de água por funcionário (m³/funcionário) na indústria de bebidas e alimentos. O número de funcionários foi retirado da PIA/IBGE 2015.

K - A economia de água para uso operacional foi feita com base na quantidade de água utilizada no processo de esterilização e lavagem de alimentos e bebidas. Os valores foram feitos com base em artigos técnicos dos setores de alimentos e bebidas.

L - O valor do investment gap foi feito multiplicando o potencial de mercado para os equipamentos (H) pelo CAPEX (A).

### ZONAS ÚMIDAS ARTIFICIAIS

As zonas úmidas são regiões onde a terra e a água interagem juntas criando um dos ecossistemas mais produtivos do mundo. As condições naturais criadas por uma zona úmida podem ser reproduzidas artificialmente com a construção de alagados artificiais.

Zonas úmidas construídas artificialmente são capazes de realizar o tratamento de efluentes industriais e domésticos através da assimilação dos nutrientes por plantas e biomassa. O efluente que seria tratado para ser descarregado pode ser recirculado e reutilizado parcialmente na planta industrial, reduzindo a quantidade necessária de água limpa a ser captada.

A infraestrutura necessária para o sistema é uma área superficial escavada recoberta com geomembrana de impermeabilização, de modo a evitar a contaminação do local e, acima da superfície protegida, são colocados suportes, tais como pedras, para receberem as plantas.

O tratamento é inodoro, não faz uso de energia, como outras estações de tratamento regulares, e assimila carbono da atmosfera. A construção de zonas úmidas é uma solução elegante para as indústrias, uma vez que é uma infraestrutura verde, capaz de tratar a água e proporcionar uma bela paisagem.

## ZONAS ÚMIDAS ARTIFICIAIS (WETLANDS)

ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 1.500.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	M/G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 0	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Todos os setores
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	146,000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que já utilizam a tecnologia (%)</b>	40%
<p><b>1  </b> Possível ganho de receita por comercialização de feno.</p> <p><b>2  </b> Exige área disponível na propriedade.</p>		<b>H   Número de Equipamentos</b>	509
		<b>I   Economia de Água gerada pela Tecnologia (m³)</b>	74,370,046
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Água utilizada para fins Sanitários e de Limpeza na Indústria (m³/empregado/dia)</b>	18,25
		<b>K   Perda de carga</b>	2%
		<b>L   Área de Implementação de Wetlands (m²)</b>	2.546.919
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	R\$ 0,84	<b>M   Gap de Investimento</b>	R\$ 1.138.921.584

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - Inclui projeto, mão de obra e matéria prima. Cada m de wetland demanda um CAPEX de R\$ 300. O modelo trabalhado aqui tem o tamanho de 5.000 m. As informações foram disponibilizadas pelo fornecedor Wetlands Construídos.

B - Essa tecnologia não possui custos operacionais significativos. Fonte: Wetlands Construídos.

C - De acordo com informações do fornecedor Wetlands Construídos, uma wetland de 2 m<sup>2</sup> gera 160 litros de água tratada por dia.

D - Custo de Equilíbrio da água para viabilizar o investimento na tecnologia.

E - A tecnologia pode ser aplicada em empresas de médio e grande porte, devido à escala mínima eficiente.

F - Em função da necessidade de grandes áreas para implementação das wetlands, essas tendem a ser instaladas em áreas rurais e peri-urbanas.

G - Próximo a zero. Esse valor foi inferido a partir do estágio incipiente de implementação da tecnologia na indústria.

H - O número de equipamentos instalados foi calculado com base no potencial de economia de água para essa tecnologia (I) dividido pela capacidade de economia de cada equipamento (C).

I - Estimado com base no consumo de água na indústria para fins sanitários e de limpeza.

J - Com base em Charles (2004): <https://goo.gl/yvJsla>

K - Inferiu-se que 2% de redução no potencial de economia de água da tecnologia em função de perda de carga por acumulação de resíduos na tubulação.

L - Área total demandada para implementação de wetlands. Estimamos esse valor com base na capacidade de tratamento de água por m<sup>2</sup> (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>) e pelo total de economia de água com a tecnologia (I). Unidades de produção são geralmente localizadas em áreas peri-urbanas e em zonas rurais, onde eles teriam espaço suficiente para implementar a tecnologia.

M - Potencial de wetlands a serem instaladas (H) multiplicado pelo custo de instalação de cada wetland (A).



## ULTRA FILTRAÇÃO

A ultra filtração (UF) é um tipo de membrana de filtração em que a pressão hidrostática força um líquido contra uma membrana semipermeável. Esta membrana é uma camada fina de material capaz de separar substâncias quando uma força motriz é aplicada através dela.

Considerada uma tecnologia viável para processos de tratamento de água potável e reúso de efluentes, processos com membranas estão sendo cada vez mais utilizados na remoção de bactérias e outros microrganismos, partículas e matérias orgânicas naturais, que podem transmitir cor, gosto e odor para a água e reagir com desinfetantes formando subprodutos de desinfecção. Neste estudo, a ultra filtração é utilizada para clarificação e desinfecção.

ULTRA FILTRAÇÃO			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 33.000.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 3.296.520	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Automotivo, Alimentos, Petroquímica, Aço e Metalurgia, Mineração, Bebidas, Papel e Celulose
<b>C   Volume de Água tratada pelo Equipamento (m³)</b>	18.921.600		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a tecnologia (%)</b>	0%
1   Custos anuais com transporte de R\$ 3.500.496.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	52
		<b>i   Volume de Água tratado pela Tecnologia (m³)</b>	990.161.021
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		<b>J   Participação das Torres de Resfriamento no consumo de Água da indústria</b>	40%
<b>D   Custo de Equilíbrio de Tratamento Secundário da Água (R\$/m³)</b>	R\$ 0,46	<b>K   Gap de Investimento</b>	R\$ 1.726.879.000

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - Valor do equipamento informado pelo fornecedor Fluid Brasil para um equipamento com capacidade de tratamento de 2.160 m³/hora.

B - Valor do equipamento informado pelo fornecedor Fluid Brasil para um equipamento com capacidade de tratamento de 2.160 m³/hora.

C - Para essa análise adotou-se um modelo com uma vazão de 2.160 m³/hora, o que gera um volume total de redução de 18.921.600 m³/ano.

D - Custo de Equilíbrio do tratamento de água para viabilizar o investimento na tecnologia.

E - Como o investimento inicial é muito elevado, espera-se que somente empresas de grande porte possam usufruir desta tecnologia.

F - Todas as empresas do setor industrial dentro de escopo desse estudo.

G - Tecnologia nova e ainda não difundida no mercado.

H - O número de equipamentos foi estimado com base no potencial de economia de água dessa tecnologia (I) dividido pela capacidade de tratamento de um equipamento (C).

I - O número de equipamentos foi calculado com base nas outorgas de água concedidas pela Agência Nacional de Águas para o setor industrial. Assumimos que 70% dessa água utilizada seria para uso nos setores em (F), e desse valor, 40% seria utilizado em torres de resfriamento (J).

J - As torres de resfriamento são responsáveis por uma participação elevada do consumo de água nos setores tratados em (F). Estimou-se essa participação em 40%.

K - O valor do Gap de investimento foi obtido multiplicando o mercado potencial para essa tecnologia (H) pelo CAPEX (A).

## OSMOSE REVERSA

A osmose reversa é um processo de separação em que um solvente é separado de um soluto de baixo peso molecular, a partir de uma membrana permeável, mas que é impermeável ao solvente e ao soluto. Isso ocorre com a aplicação de uma grande pressão sobre este meio aquoso, que vai contra o fluxo natural da osmose. É usado para tratamento de alta qualidade da água (água desmineralizada) e alguns processos de tratamento para fins de reutilização de efluentes.

Neste estudo, a tecnologia de osmose reversa é recomendada para a dessalinização de água salgada ou salobra, pré-tratamento, juntamente com ultra filtração e tratamento e reutilização de águas residuais. A osmose reversa é responsável por 65% da água dessalinizada em todo o mundo (Valor Econômico, 2016).

OSMOSE REVERSA			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 7.100.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 297.000	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Alimentos, Automotivo, Petroquímico, Aço e Metal, Mineração, Bebidas, Papel e Celulose
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	1.825.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a Tecnologia (%)</b>	0%
<b>1  </b> Aumento na dependência de energia devido ao caráter energo-intensivo da tecnologia.  <b>2  </b> Custos anuais com transporte de R\$ 346.750.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	<b>1.112</b>
		<b>I   Água economizada com a Tecnologia (m³)</b>	<b>2.029.400.000</b>
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
Não há parâmetros específicos para essa tecnologia.			
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	R\$ 0,99	<b>J   Gap de Investimento</b>	R\$ 7.895.200.000
<b>3   REFERÊNCIAS E PREMISSAS</b>			
<p>A - CAPEX para equipamento com capacidade de tratamento de 5.000 m³/dia. Informação disponibilizada pelo fornecedor Fluid Brasil.</p> <p>B - Com base em informações da Fluid Brasil. Além do OPEX, existem custos de transporte de água do mar até as fábricas no valor de R\$ 0,19/m³ (ZHOU, 2004). Esses custos de transporte foram calculados assumindo uma distância conservadora de 100km entre o mar e a fábrica.</p> <p>C - Redução de 5.000 m³ de água por dia com osmose reversa. Informação com base em Fluid Brasil.</p> <p>D - Custo de Equilíbrio da água para viabilizar o investimento em osmose reversa.</p> <p>E - Como o investimento inicial é muito elevado, espera-se que somente empresas de grande porte possam usufruir desta tecnologia.</p> <p>F - Todas as empresas do setor industrial dentro do escopo desse estudo.</p> <p>G - O Brasil só possui uma usina de dessalinização de água do mar, em Fernando de Noronha, para abastecimento da população, e de porte pequeno/médio. (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2015).</p> <p>H - O número de equipamentos foi estimado com base no potencial de economia de água dessa tecnologia (I) dividido pela capacidade de redução de uma usina de dessalinização (C).</p> <p>I - O número de equipamentos foi calculado com base no consumo de água de empresas de grande porte atuando em municípios litorâneos e dentro de estados com maiores níveis de estresse hídrico.</p> <p>J - O valor do Gap de investimento foi obtido multiplicando o mercado potencial para essa tecnologia (H) pelo CAPEX (A).</p>			

## DESTILAÇÃO TÉRMICA

A destilação térmica é responsável por 30% da água dessalinizada em todo o mundo (Valor Econômico, 2016). O processo de dessalinização térmica utiliza a energia para evaporar a água e, posteriormente, condensá-la novamente.

O DME (Destilação por Múltiplo Efeito) é um processo multi efeito em que a água pulverizada do mar é repetidamente evaporada e em seguida condensada, cada vez a uma temperatura e pressão mais baixas. Este processo é altamente eficiente e multiplica a quantidade de água pura que pode ser produzida usando uma determinada quantidade de energia, resultando numa redução significativa no custo.

DESTILAÇÃO TÉRMICA			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 8.500.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 374.220	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Alimentos, Automotivo, Petroquímico, Aço e Metal, Mineração, Bebidas, Papel e Celulose
<b>C   Volume de Efluentes Reaproveitados Anualmente (m³)</b>	1.095.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que possuem a tecnologia (%)</b>	0%
<b>1  </b> Aumento na dependência de energia devido ao caráter energético-intensivo da tecnologia.  <b>2  </b> Custos anuais com transporte de R\$ 202.575.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	1.853
		<b>I   Economia de Água gerada pela Tecnologia (m³)</b>	2.029.400.000
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
		Não há parâmetros específicos para essa tecnologia.	
<b>D   Custo de Equilíbrio da Água (R\$/m³)</b>	R\$ 1,80	<b>J   Gap de Investimento</b>	R\$ 15.753.333.333
<b>3   REFERÊNCIAS E PREMISSAS</b>			
<p>A - CAPEX informado pelo fornecedor Veolia, assumindo uma capacidade de geração de 3.000 m³/dia.</p> <p>B - Com base em informações do fornecedor Veolia. Além do OPEX, existem custos de transporte de água do mar até as fábricas no valor de R\$ 0,19/m³ (ZHOU, 2004). Esses custos de transporte foram calculados assumindo uma distância conservadora de 100km entre o mar e a fábrica.</p> <p>C - Redução de 3.000 m³ de água por dia com destilação térmica. Informação com base em Veolia.</p> <p>D - Custo de Equilíbrio da água para viabilizar o investimento em destilação térmica.</p> <p>E - Como o investimento inicial é muito elevado, espera-se que somente empresas de grande porte possam usufruir desta tecnologia.</p> <p>F - Todas as empresas do setor industrial dentro de escopo desse estudo.</p> <p>G - O Brasil só possui uma usina de dessalinização de água do mar, em Fernando de Noronha, para abastecimento da população, e de porte pequeno/médio. (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2015).</p> <p>H - O número de equipamentos foi estimado com base no potencial de economia de água dessa tecnologia (I) dividido pela capacidade de redução de uma usina de dessalinização (C).</p> <p>I - Com base na estimativa de mercado de dessalinização por Osmose Reversa.</p> <p>J - O valor do Gap de investimento foi obtido multiplicando o mercado potencial para essa tecnologia (H) pelo CAPEX (A).</p>			

## REFLORESTAMENTO

A presença de vegetação perto do curso do rio é de grande importância para manter o fluxo de água subterrânea e superficial em boas condições. O esgotamento das florestas no Brasil tem levado a questões fundamentais quando se trata de manutenção de bacias hidrográficas. Uma das vantagens de ter as cabeceiras com cobertura florestal preservada é que as árvores se tornam parte do processo de filtração da água no solo, permitindo uma melhor purificação do recurso a partir da origem para o destino.

Isso acontece devido à sua capacidade de assimilar alguns nutrientes da água. Além disso, a restauração das florestas mais perto do rio, áreas consideradas cruciais, é muito importante pois estas áreas, uma vez

recuperadas, funcionam não só localmente, mas podem atuar também como uma barreira para os fluxos de água que vêm das superfícies acima. Isto significa que o reflorestamento é capaz de diminuir não só a sedimentação, mas também a erosão e melhorar a qualidade da água para os usuários a jusante. No que diz respeito à vantagem de reduzir a sedimentação, as árvores proporcionam uma melhor agregação do solo, tornando-o menos suscetível de ser carregado quando chove.

Como resultado, evita a deposição de sedimentos no curso do rio, que são altamente prejudiciais para o fluxo, e gera economia posterior tanto no tratamento adicional para o uso de uma água mais limpa quanto na redução da necessidade de processos de dragagem.

REFLORESTAMENTO			
ANÁLISE DE VIABILIDADE		POTENCIAL DE MERCADO	
<b>1   PARÂMETROS GERAIS</b>			
<b>A   CAPEX (R\$)</b>	R\$ 133.000.000	<b>E   Porte de Empresa Aplicável</b>	G
<b>B   OPEX anual (R\$)</b>	R\$ 0	<b>F   Setores Aplicáveis</b>	Todos
<b>C   Redução Anual no consumo de Água (m³)</b>	11.900.000		
<b>2   OUTROS GANHOS OU CUSTOS DA TECNOLOGIA</b>		<b>G   Empresas que utilizam a Tecnologia (%)</b>	0%
<b>1  </b> Ganho com serviços ecossistêmicos por hectare: R\$ 4.890 por hectare.  <b>2  </b> Redução no risco de racionamento de água.  <b>3  </b> A tecnologia leva um tempo relativamente alto para gerar retorno para a empresa.		<b>H   Número de Equipamentos</b>	20
		<b>I   Água tratada com a Tecnologia (m³)</b>	238.000.000
		<b>2   Parâmetros Específicos para a Tecnologia</b>	
	Não há parâmetros específicos para essa tecnologia.		
<b>D   Custo de Equilíbrio do Desassoreamento Água (R\$/m³)</b>	R\$ 1,26	<b>J   Gap de Investimento</b>	R\$ 2.660.000.000

### 3 | REFERÊNCIAS E PREMISSAS

A - Investimento em reflorestamento em área de 14.276 ha. Valores com base no estudo da TNC (2015).

B - Essa tecnologia não possui OPEX.

C - A tecnologia é capaz de desassorear o equivalente a 11,9 milhões de m³ de água.

D - Custo do tratamento alternativo de desassoreamento a partir do qual a tecnologia se torna viável.

E - Dado o elevado CAPEX necessário, espera-se que a tecnologia seja voltada para empresas de grande porte e até mesmo, grupos de empresas que compartilham uma mesma bacia.

F - Tecnologia aplicável a todos os setores industriais.

G - O Gap de investimento foi estimado com base no tamanho da área que poderia ser reflorestada.

H - Com base nas áreas prioritárias para realização de investimentos em reflorestamento (aproximadamente 285.000 hectares). Informações obtidas com base no estudo da TNC (2015).

I - O volume de água economizado foi obtido multiplicando o número de equipamentos (H) potencialmente comercializados pelo potencial de tratamento de água gerado com cada equipamento.

J - Calculado com base no número de equipamentos potencialmente comercializados (I), multiplicado pelo CAPEX (A).

## 2.4 | Economia Potencial de Água

O potencial de economia de água das tecnologias supracitadas totaliza 3,8 bilhões de metros cúbicos por ano, sendo 2,4 bilhões pelas tecnologias voltadas à indústria e 1,4 bilhões pelas tecnologias voltadas à agricultura (wetlands e irrigação por gotejamento). O potencial de economia de água na indústria com o uso dessas tecnologias é equivalente a 19% da água (12 bilhões de m<sup>3</sup>) retirada no Brasil em 2010 para atender a indústria (ANA, 2010), ao passo que a economia potencial de água na agricultura equivale a 3% da água retirada no setor.

Cada uma das tecnologias descritas possui um potencial de economia (ou tratamento) de água por ano. Foi estimado uma quantidade de equipamentos que poderiam ser instalados em cada empresa de acordo com seu setor, porte, consumo de água e disposição em investir em tais tecnologias.

O produto entre a economia de água gerada com cada equipamento e a quantidade de equipamentos potencialmente instalados nos dá o volume total de água economizada com a implementação das tecnologias. No entanto, alguns setores já utilizam algumas das tecnologias descritas em suas operações.

Para evitar essa dupla contagem, foi feita uma análise para estimar a quantidade de empresas que já incorporam essas tecnologias. Embora a economia calculada pareça relativamente alta, é importante ressaltar que é um potencial cenário otimista. Várias empresas teriam motivos para não adotar tais tecnologias nos próximos anos, tais como:

**1 |** o custo de equilíbrio da água pode ser desvantajoso em alguns casos, em comparação com o custo total da água atual;

**2 |** falta de percepção da potencial mitigação de riscos operacionais que as tecnologias de conservação e reaproveitamento de água representam, especialmente em um cenário de maior escassez hídrica no futuro;

**3 |** dificuldade de acesso a tecnologias que ainda estão se inserindo no mercado e riscos associados a investimentos em tecnologias inovadoras.

A destilação térmica e osmose reversa são tecnologias que podem ser aplicadas para dessalinização da água, sendo, portanto, substitutas entre si. Dessa forma, buscou-se eliminar a dupla contagem na economia potencial. Algumas das tecnologias – esgoto para aquicultura, reflorestamento, tratamento de ozônio e ultrafiltração – são voltadas ao tratamento de água, e não necessariamente reduzem o consumo total de água das empresas ou captam de novas fontes, portanto, tampouco entraram no cômputo de economia de água potencial.

A tabela abaixo apresenta uma comparação entre o potencial de economia de água com as tecnologias voltadas para a indústria x consumo de água na indústria e a economia com tecnologias voltadas para agricultura x consumo de água na agricultura.

**Tabela 3 | Potencial de Economia de Água com Uso das Tecnologias Avaliadas**

	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /ano	% de Economia com Tecnologias
Retirada Total de Água no Brasil em 2010   Indústria	403	12.720.837.688	19%
Consumo Total de Água no Brasil em 2010   Indústria	197	6.233.722.105	39%
Retirada Total de Água no Brasil em 2010   Agricultura	1281	40.393.831.680	3%
Consumo Total de Água no Brasil em 2010   Agricultura	836	26.361.573.120	5%

Fonte: ANA, 2010; Elaborado por SITAWI

## 2.5 | Estudos de Caso: Reflorestamento e Reúso

### CASO REFLORESTAMENTO

A The Nature Conservancy (TNC), em cooperação com a Universidade de Stanford e o WWF formularam um estudo de caso para avaliação dos benefícios potenciais de investimento em reflorestamento como uma tecnologia de eficiência hídrica. O relatório foi criado para o projeto Movimento da Água para São Paulo objetivando propor investimentos necessários para diminuir a sedimentação do rio.

A falta de plantas na área perto de rios torna o solo menos agregado e mais suscetível para ser carregado para o leito do rio e, com o tempo, a deposição de terra no leito do rio causa danos severos no fluxo juntamente com altos custos para recuperação.

A melhoria na capacidade de retenção nas áreas perto do rio não somente diminui a sedimentação da área que está sendo tratada mas também influencia no movimento dos sedimentos que estão vindo de montante do rio. Isto indica que a preservação e gerenciamento das áreas prioritárias podem aumentar o efeito de barreira.

Neste caso desenvolvido, o objetivo é reduzir em 50% a sedimentação nas delimitações estabelecidas que receberem o investimento. As ações para restaurar a área variam de acordo com a situação atual e podem envolver diferentes iniciativas como conservação das áreas preservadas e restauração das degradadas.

A ferramenta utilizada para cálculos de sedimentação chama-se inVEST e funciona através da avaliação de diferentes serviços ambientais por meio de variáveis biofísicas e econômicas. A meta é beneficiar as bacias de fornecimento para a cidade de São Paulo.

A análise começou com a modelagem da situação atual de sedimentação e a identificação de áreas com maior potencial para deposição, chamadas áreas críticas. Depois isto, cenários para utilização dessas áreas foram produzidos considerando intervenções verdes juntamente com estimativa de custos.

A produção de sedimentos e nutrientes foi modelada de acordo com os cenários de intervenções e a avaliação de benefícios biofísicos, que são a redução no processo de sedimentação levando à avaliação final dos benefícios de desassoreamento.

A área foco do investimento é de 9.816 hectares para o Sistema Cantareira e de 4.460 hectares para o Sistema Alto Tietê de uma área total de 493.441 hectares, o que representa uma intervenção em 2.9% do total. O investimento é no valor de R\$ 133,8 milhões pago em 10 anos.

Segundo o caso desenvolvido pela TNC, os benefícios começam a aparecer no ano 11, quando há uma economia de R\$ 39 milhões por ano até o ano 14 através do processo de desassoreamento. A partir do ano 14, os benefícios estarão completos trazendo uma economia de R\$ 12 milhões por ano continuamente. O período de payback seria no ano 22.

Um estudo adicional realizado pela Trucost e pela Conservation International demonstrou que cada hectare de reflorestamento gera R\$ 4.890 de serviços ambientais anualmente, que incluem reciclagem e geração de nutrientes, formação do solo, geração de recursos genéticos sequestro de carbono, recuperação de resíduos e purificação da água e do solo. Já que os benefícios aparecem gradativamente, o retorno financeiro é visto somente no ano 5 até o ano 15, quando o processo de reflorestamento acaba. O VPL gerado é de R\$ 61 milhões, sem considerar perpetuidade.

Outro importante benefício de reflorestamento é a redução no risco de parada de produção devido à falta de recursos hídricos. Em São Paulo, houve redução de 8,7% da produção industrial devido à crise hídrica no primeiro semestre de 2015. Considerando que esta foi a pior crise nos últimos 50 de acordo com o IEA (2014), a probabilidade esperada de uma situação equivalente é de 2% (1/50).

A atividade produtiva que depende do Cantareira e Alto Tietê é de R\$ 95 bilhões por semestre e 67% dos produtores declaram serem impactados pela crise hídrica. Segundo estes dados, nós estimamos o impacto do reflorestamento na diminuição de risco.

Atualmente, segundo INMET, a bacia de Cantareira retém 20% de água, um volume baixo. Reflorestamento poderia aumentar este número em 80%, novamente segundo INMET. Isto significa que se multiplicarmos por 4 a possibilidade de retenção de água, proporcionalmente a possibilidade de parada diminui de 2% para 0,5% a.a. O VPL gerado foi de R\$ 94.5 milhões.

## CASO AQUAPOLO

O Aquapolo, Sociedade de Propósito Específico entre a Odebrecht Ambiental e a SABESP, companhia de economia mista do Governo do Estado de São Paulo, é uma empresa de tratamento e fornecimento de água de reúso industrial, criada inicialmente para abastecer as empresas do Polo Petroquímico do ABC, na região Metropolitana de São Paulo.

Pioneiro no reúso industrial em larga escala no Brasil, está entre os maiores projetos de reúso de água do mundo. O Aquapolo gera uma economia importante de água potável, equivalente ao consumo de uma cidade de 500 mil habitantes, o que permite o aumento da oferta de água para a população da região.

O projeto tem como objetivo transformar o esgoto, previamente tratado na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) ABC, em água adequada para o uso industrial. Para isso, conta com o que há de mais moderno no tratamento de efluentes, através do sistema de filtros de discos para reter sólidos acima ou igual a 400 microns, sistema TMBR (sistema terciário de biorreator com membrana), OR (osmose reversa) e um sistema de dióxido de cloro para produzir 3600 m<sup>3</sup> de água de reúso por hora.

A água industrial é aplicada em torres de resfriamento e reposição de água de caldeira para geração de energia. O Aquapolo foi projetado para atender uma demanda do cliente Braskem, com prazo contratual de 42 anos e um investimento para a implantação na ordem de R\$396 milhões, iniciando suas operações em dezembro de 2012. A modalidade contratual foi BOO (Design, Build, Operation and Ownership).

O maior desafio deste projeto foi garantir a qualidade e os parâmetros da água de uso industrial conforme requerimentos do cliente e, ainda, praticar uma tarifa

competitiva ao atualmente praticado com os custos de produção atuais.

O preço da água praticado é abaixo do valor da SABESP, no entanto, existem ganhos que compensam este custo para a Braskem, como redução das paradas por manutenção nos sistemas de trocadores de calor da empresa, onde a água do Aquapolo é utilizada nas torres de resfriamento. Além disto há mitigação do risco de desabastecimento, o que levaria a uma parada de produção da planta. Em situações de escassez, o abastecimento humano é privilegiado, sendo que a indústria ficaria em segundo plano. Segundo a ANA, os principais números do Aquapolo são:

- 1 | Produção de 650 L/s de água de reúso industrial, com capacidade de expansão para 1000 L/s;
- 2 | Retirada de mais de 584 mil kg/ano de amônia e 31.390kg/ano de fósforo, adicionando o nível terciário ao tratamento de esgotos do sistema ABC;
- 3 | Geração de cerca de 800 postos de trabalho durante as obras e outros 50 durante a operação;
- 4 | Arrecadação de R\$ 2,5 milhões em ISS (Imposto Sobre Serviços);

Cabe ressaltar que uma condição para replicar o projeto é ter uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) próximo a um polo industrial. Especialistas da área sugerem que se algumas empresas investissem em um projeto desse tipo, a crise hídrica seria fortemente sanada. Soluções como o Aquapolo se enquadram num modelo de economia circular, onde não existe o conceito de resíduo, a matéria-prima de um processo é resíduo do outro.



# 3 | OPORTUNIDADES PARA INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS



### 3 | Oportunidades para Instituições Financeiras

O capítulo anterior mapeou e avaliou a viabilidade econômica das 14 tecnologias para seus potenciais usuários. Suas conclusões servem não apenas para as empresas, que podem utilizar o Custo de Equilíbrio da Água (CEA) para verificar a viabilidade potencial de cada tecnologia, mas também para as instituições financeiras (IFs).

Estas podem usar o CEA para identificar oportunidades de negócio mais assertivas e melhor o relacionamento e argumentação comercial com seus clientes. A interação baseada nesse conhecimento contribui para um melhor perfil de risco do cliente e da carteira da IF.

A atratividade de cada tecnologia depende das estratégias de negócio de cada IF. No entanto, é possível criar um esquema de avaliação para determinar a atratividade provável para uma IF que já possua interesse em apoiar seus clientes na transição para uma economia mais eficiente do ponto de vista hídrico. Utilizamos três critérios principais para determinar esta atratividade: Valor do Capex, Gap de Investimento e Custo de Equilíbrio da Água.

#### VALOR DO CAPEX

Tecnologias que requerem maior investimento inicial, ou seja, possuem uma proporção maior de Capex com relação a Opex, são mais propensas a demandarem financiamento, uma vez que as empresas evitam

ter grandes dispêndios de caixa antes de auferir economias com a eficiência. Da mesma forma, um tíquete mais alto de financiamento permite que a IF dilua seus custos de transação na avaliação das propostas, podendo financiá-las através de linhas já existentes ao invés de criar produtos ou processos específicos de análise.

#### GAP DE INVESTIMENTO

O gap de investimento representa o potencial de mercado, em termos monetários, de cada tecnologia no mercado brasileiro. Quanto maior o mercado potencial, maior a probabilidade de clientes atuais ou futuros demandarem a tecnologia, bem como mais eficiente se torna o desenvolvimento de capacidades ou produtos pela IF vis-à-vis os ganhos potenciais.

#### CUSTO DE EQUILÍBRIO DA ÁGUA

Quanto menor o Custo de Equilíbrio da Água (CEA), mais viável se torna a tecnologia para uma gama maior de usuários com características heterogêneas com relação ao uso e acesso à água. Ademais, um CEA baixo tende a gerar uma “folga” no fluxo de caixa da empresa que implementa a tecnologia, o que contribui positivamente para o perfil de risco do financiamento.

Ao combinar de maneira qualitativa estes três critérios, definimos a Atratividade para IFs de cada tecnologia como Baixa, Média ou Alta. A tabela abaixo resume esta análise.

**Tabela 4 | Resumo da Atratividade das Tecnologias para Instituições Financeiras**

Tecnologias	Capex (R\$) Projeto Mediano	Custo de Equilíbrio Água (R\$/m³)	Gap de investimento (R\$ milhões)	Atratividade para IFs
Hidrômetro para Segmentação de Consumo	215.280	1,21	1.290	Baixa
Irrigação por Gotejamento para Cana-de-açúcar	4.000.000	0,12	497	Média
Irrigação por Gotejamento para Soja	4.000.000	0,94	2.168	Alta
Dispersador de Poeira	-	5,41	606	Baixa
Esgoto para Aquicultura	21.720	10,68	453	Baixa
Evaporação por Concentração de Vinhaça	30.000.000	1,38	3.780	Alta
Detector de Perda de Água	14.000	1,74	82	Baixa
Torres de Resfriamento sem Químicos	310.000	0	10.809	Média
Aproveitamento de Água Pluvial	9.150	8,20	321	Baixa
Tratamento de Ozônio	150.000	3,64	21	Baixa
Zonas Úmidas Artificiais (Wetlands)	1.500.000	0,84	764	Média
Ultra filtração	33.000.000	0,46	1.727	Alta
Osmose Reversa	7.100.000	0,99	7.895	Alta
Destilação Térmica	8.500.000	1,80	15.735	Alta
Reflorestamento	133.000.000	1,26	2.660	Média
		<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 48.808</b>	

Foi estimado o Gap de Investimento nas 14 tecnologias hídras nos 10 setores-alvo do estudo no valor de R\$ 48,8 bilhões. O montante é significativo, mas dependente de diversos fatores estruturais e conjunturais da economia brasileira para que o investimento seja executado. Olhando especificamente para as tecnologias de alta atratividade para IFs, o montante do investimento poderia chegar a R\$ 31,3 bilhões.

Para estimar o valor da oportunidade de negócios para as IFs, foram assumidos diferentes percentuais do Gap de Investimento a ser financiado por dívida de acordo com a atratividade da tecnologia. Foram utilizados os valores de 60%, 40% e 20% para as tecnologias de atratividade alta, média e baixa, respectivamente. Com isso, concluímos que o valor da oportunidade para as IFs em volume de financiamento é de cerca de R\$ 25 bilhões.

**Tabela 5 | Valor da Oportunidade das Tecnologias de Acordo com Atratividade para IFs**

Atratividade para IFs	Gap de Investimento (R\$ milhões)	Potencialmente financiado por IFs (%)	Valor da Oportunidade para IFs (R\$ milhões)
Alta	31.305	60%	18.783
Média	14.730	40%	5.892
Baixa	2.773	20%	555
<b>TOTAL</b>	<b>48.808</b>	-	<b>25.230</b>

### CAPTURANDO OPORTUNIDADES

Para auferir estas oportunidades, as IFs podem desenvolver uma série de ações, tais como:

- Entender a dinâmica dos setores de uso intensivo de água bem as preocupações das associações de classe desses setores
- Verificar quais tecnologias geram eficiência suficiente para repagar o financiamento com a redução do consumo de água
- Mapear a carteira de clientes em busca dos setores e empresas mais promissoras para estas tecnologias
- Capacitar seus Gerentes de Relacionamento para identificar o Custo Total de Água do cliente de modo a compará-lo com o Custo de Equilíbrio da Água de cada tecnologia

### GERENCIANDO RISCOS

Além das oportunidades apresentadas neste estudo, o entendimento das tecnologias mais promissoras e seus respectivos Custos de Equilíbrio da Água podem servir de insumo para que as IFs considerem o risco hídrico uma variável formal em seus modelos de risco de crédito e de portfólio. Neste sentido, possíveis ações incluem:

- Inserir critérios sobre exposição a risco hídrico, custo total da água e uso de tecnologias nos modelos de avaliação de risco de crédito dos clientes

- Desenvolver linhas de financiamento específicas ou adaptar o uso de linhas existentes, no que tange a prazos, taxas e garantias, para acomodar as tecnologias mais promissoras
- Avaliar possibilidades de criação de operações estruturadas envolvendo fornecedores das tecnologias, agências de fomento, agências de crédito à exportação, bancos de desenvolvimento, etc
- Homologar fornecedores de cada tecnologia para acelerar o processo de identificação de oportunidades e contar com os fornecedores como canal de promoção das linhas de financiamento
- Desenhar cenários onde o ganho de escala das tecnologias trará redução de preço e maior viabilidade de financiamento

- Considerar estas mesmas variáveis para uma análise da exposição a risco hídrico na carteira, com recortes setoriais, geográficos e por porte de empresa
- Desenvolver mecanismos financeiros alternativos (garantias, fianças, seguros) que possam mitigar riscos e estimular seus clientes na transição a uma economia eficiente no uso da água



# ANEXOS

## ANEXO 1 | Utilização da Água no Brasil

O Brasil é uma das nações mais ricas em recursos hídricos, responsável por 13% da reserva mundial de água doce (ANA, 2013). Embora o volume de água seja impressionante, a sua distribuição é desigual. A região Norte, onde a floresta amazônica está localizada e onde apenas 5% da população brasileira vive, possui 81% da água doce disponível no país.

Enquanto isso, na região Sudeste, responsável por quase metade do PIB brasileiro (Produto Interno Bruto) e onde 45% da população vive, a oferta de água é de apenas 6% do total do país (ANA, 2012). A incompatibilidade entre a demanda e a disponibilidade juntamente com o desenvolvimento urbano e de setores que fazem uso intensivo de água requer iniciativas de maior eficiência que reduzam o risco de um colapso.

O maior consumidor de água no Brasil é o setor agrícola, respondendo por 72% retirada total, porém com perdas estimadas em 50% (ANA, 2012), especialmente devido ao método de irrigação por aspersão usado em diferentes cultivos. Uma vez que a redução no consumo de água das plantas não é viável, iniciativas que conduzam a uma melhor irrigação e práticas que reduzam as perdas tendem a ser mais apropriadas para proteger bacias que já se encontram estressadas.

O segundo setor em volume de consumo de água no Brasil é a pecuária, com 11% do total consumido e uma pegada hídrica considerável na sua produção. Uma redução na pegada é importante, já que o consumo é muito elevado quando comparado com o que é produzido.

Além disso, devido a um aumento na ingestão de produtos de origem animal, especialmente nos países em desenvolvimento, a demanda por água no setor da pecuária tende a se elevar, exigindo um olhar mais atento e discussões sobre iniciativas complementares.

O consumo familiar vem apenas em terceiro lugar, responsável por 9% do total consumido no Brasil (ANA, 2013). Esta realidade pode ser observada na maior parte do país. Contudo, devemos considerar que para grandes cidades, esses números são diferentes, com uma diminuição no consumo de água na agricultura e pecuária e um aumento na parcela de uso doméstico e industrial. Isso ocorre principalmente pelas diferenças na ocupação e uso do solo.

Embora o uso doméstico não seja geralmente o maior consumidor, empresas de água responsáveis pela coleta e distribuição deste recurso para a população apresentam elevadas perdas técnicas, que podem atingir 40% do volume captado para ser distribuído (ANA, 2012). Empresas concessionárias também são responsáveis pelo fornecimento de água para parte do setor produtivo, considerado o quarto maior consumidor de água, respondendo por 7% do uso.

Entre as várias indústrias que são grandes usuários de água, como automotiva, petroquímica, metalúrgica e de bebidas, algumas práticas de conservação já são adotadas. Enquanto algumas empresas são conscientes e muito eficientes, com capacidade de atingir 97% de reúso, outras não dão atenção para a gestão da água e seus projetos (Santos et. al., 2010).

Em média, as grandes empresas, em especial as que fazem uso intensivo de água, têm o seu próprio sistema de captação de água. Para fazer isso, é necessário obter autorização da Agência Nacional de Águas (ANA) ou dos respectivos órgãos estaduais para a extração superficial, e dos órgãos estaduais no caso de águas subterrâneas. Para essas empresas, é importante preservar a bacia hidrográfica de onde é feita a tomada de água, respeitando a legislação, a conservação da natureza e seu ciclo hidrológico.

A distribuição de água no Brasil não é apenas um problema físico, mas também institucional. As diferentes partes interessadas, incluindo os governos federal, estaduais e municipais, associações comerciais, órgãos reguladores, empresas, agricultores e famílias trazem complexidade significativa para a gestão da água.

O regime de chuvas está sofrendo uma mudança na sua distribuição devido a mudanças climáticas, que, juntamente com a falta de iniciativas para preservar os reservatórios, estão levando à escassez em regiões que nunca tinham enfrentado tal situação antes. O extremo oposto também é percebido, com a ocorrência de tempestades e inundações.

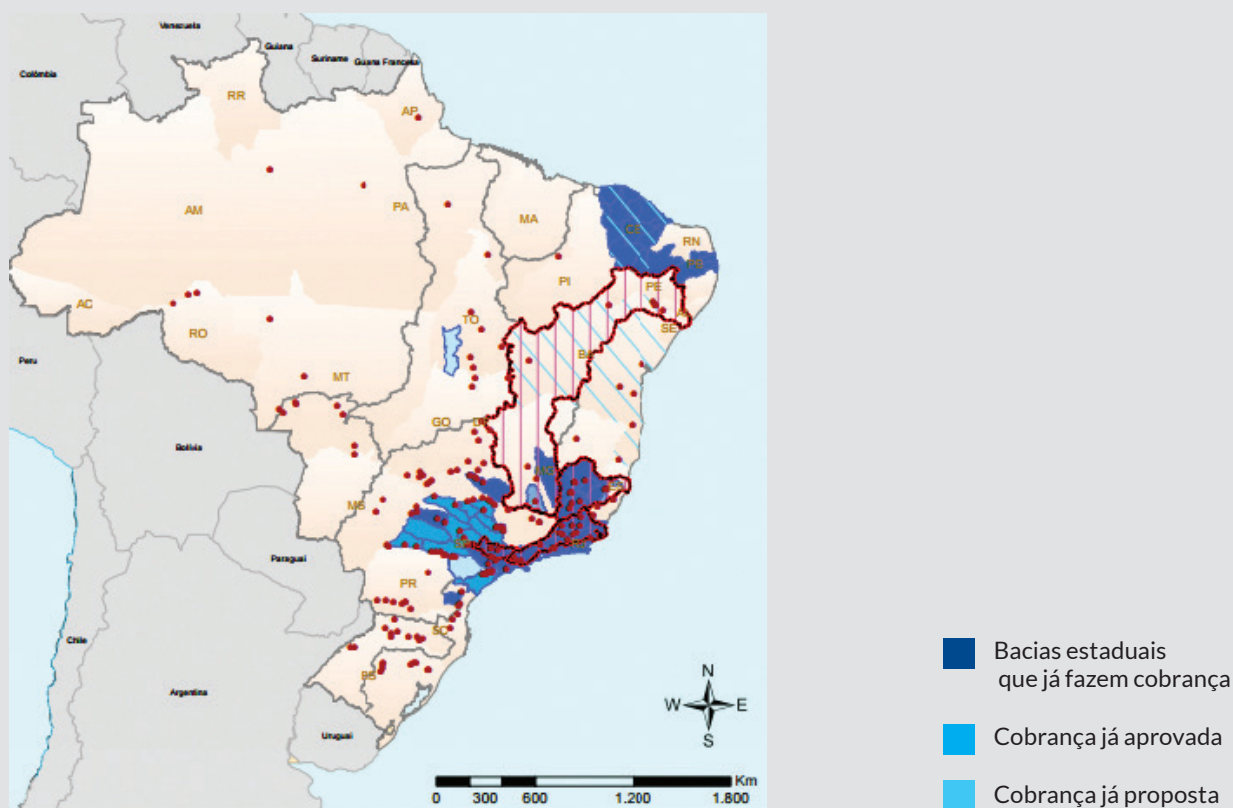
Uma vez que a captação pode ser prejudicada, inundações e tempestades não significam necessariamente um aumento na disponibilidade do recurso. Estes eventos são causadores de outros impactos negativos, como danos à infraestrutura, doenças e mortes.

## PRECIFICAÇÃO DA ÁGUA NO BRASIL

O preço público para captação de água no Brasil é determinado por Comitês das Bacias Hidrográficas, que são associações consultivas e deliberativas focadas na gestão local da água, contando com a participação de usuários, sociedade civil e autoridades governamentais. A cobrança é realizada pela Agência Nacional de Águas (ANA) ou respectivos órgãos estaduais e transferida para as entidades responsáveis pela gestão da bacia.

Atualmente, o preço público para captação de água é implementado em diversos rios sob domínio da União. Alguns exemplos incluem o rio Paraíba do Sul e as bacias hidrográficas de Piracicaba, Capivari e Jundiá. Em rios sob domínio estadual, a cobrança já foi implantada em todas as bacias do Rio de Janeiro, Paraíba, São Paulo, Minas Gerais, Ceará, Bahia e no Distrito Federal.

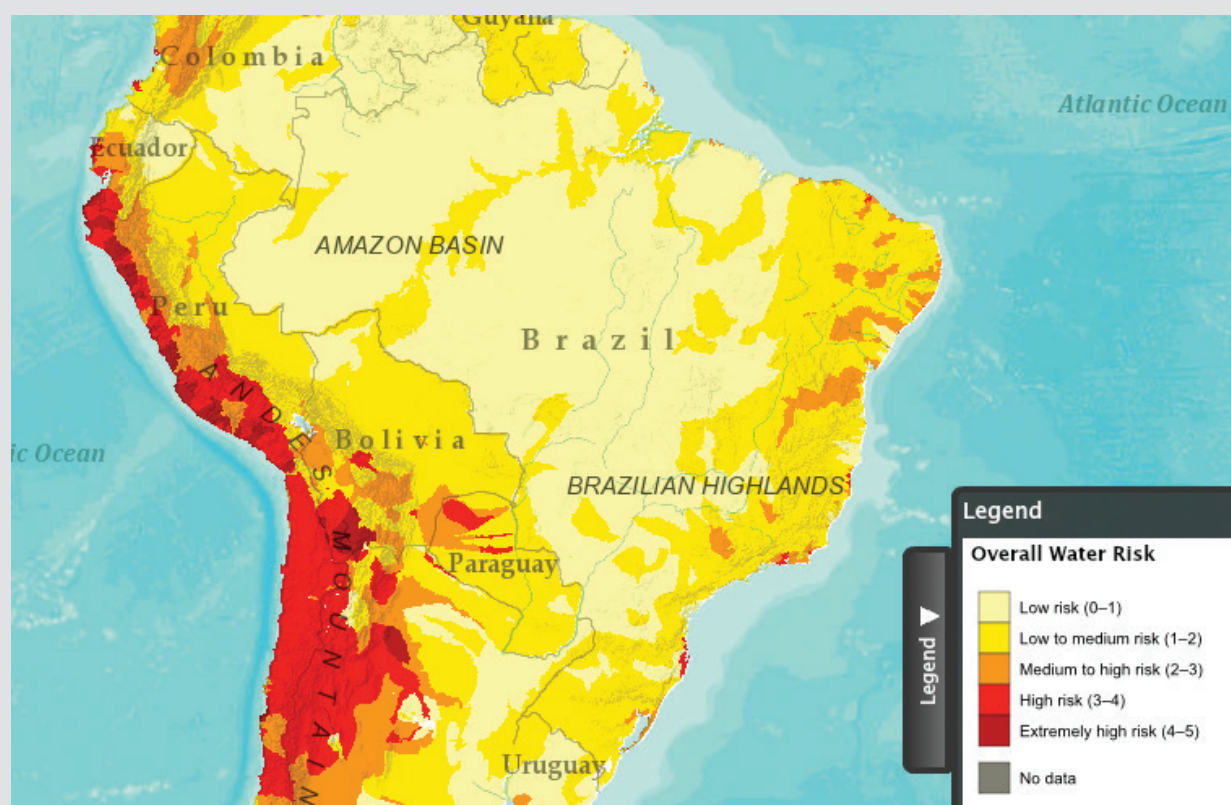
Figura 4 | Situação Atual de Cobrança por Recursos Hídricos (Nov/2015)



FONTE: ANA, 2015.

Os preços estabelecidos para captação de água podem variar muito: de R\$ 0,01 / m<sup>3</sup> (Bacia do Rio São Francisco) a R\$ 0,46 (Estado do Ceará). O alto valor no segundo caso é fruto do serviço de adução e distribuição, que garante entrega de água bruta para as empresas. Em geral, o preço também deveria refletir a escassez. Em bacias onde o mecanismo de cobrança ainda não foi iniciado, a solução é estimar um preço, dependendo da situação hídrica, assumindo que em algum momento no futuro a cobrança será promulgada. Para projetar o nível de estresse de água de cada região, usamos uma ferramenta chamada Aqueduto, desenvolvida pelo WRI - World Resources Institute. Esta ferramenta dá referências geográficas com base na situação da água em cada bacia.

Figura 5 | Nível de Estresse Hídrico em Diferentes Regiões do Brasil



Fonte: World Resources Institute, 2014

É interessante notar a alta correlação entre as zonas com maior escassez de água e os locais onde o mecanismo de cobrança já foi instituído. Esta situação corrobora que a principal razão da iniciativa é incentivar uma conscientização e aumentar o uso racional da água, mais importante em regiões onde há maior escassez.

Há algumas críticas e ceticismo com relação a este mecanismo, colocando em questão a sua capacidade de incentivar a racionalidade no uso e consumo da água. A principal razão são os baixos preços atribuídos à água pelos comitês.

Em condições em que há crescimento populacional, intensificação das atividades de produção e crescente escassez devido a fatores climáticos, estas críticas se tornam mais relevantes.

No entanto, devemos destacar que os valores mencionados acima não representam o custo da água para uma empresa. Há outras variáveis que devem ser consideradas, tais como infraestrutura, transporte e energia utilizada para que o custo total de água por m<sup>3</sup> para usuários finais seja alcançado. Dada a localização e outras condições geográficas da empresa usuária, tais custos podem variar consideravelmente e alterar fatores de competitividade entre as empresas.

## CRISE HÍDRICA

Os anos de 2014 e 2015 serão lembrados como de uma grave crise na distribuição de água no estado de São Paulo, com medidas de racionamento e interrupções no sistema.

O esvaziamento gradual do reservatório Cantareira, a principal fonte de água para a região metropolitana da cidade, como consequência das reduções na média de volume de chuva nos últimos 4 anos, levou à necessidade de uso do volume morto, ou seja, a necessidade de bombear a água a partir de um nível abaixo do normal de captação a fim de conseguir manter a distribuição.

A crise da água afetou não só as residências, mas também várias atividades econômicas que fazem amplo uso do recurso em seus processos. Embora algumas empresas não dependam exclusivamente do sistema público de abastecimento e tenham seus próprios recursos alternativos para captar a água, um grande número de indústrias ainda dependem do serviço público para suas atividades ou competem pelo mesmo reservatório.

De acordo com um estudo desenvolvido pela Fiesp em 2014, as grandes empresas (com mais de 250 funcionários) representam 10% das empresas no estado de São Paulo e são geralmente grandes consumidoras de água. Dentre estas, apenas 22,7% não operam seu próprio sistema de captação de água.

Ainda de acordo com o estudo, apenas 29,5% das grandes empresas acreditam que potencialmente possam sofrer um impacto significativo em suas receitas devido ao racionamento de água.

Cenários de mudanças climáticas (FBDS, 2009) preveem que o regime de chuvas vai continuar alterando-se e que muitas regiões populosas do Brasil vão experimentar secas severas com mais frequência. A expectativa, de acordo com o CEBDS (2015), é que em regiões de caatinga e cerrado haja secas enquanto regiões de Mata Atlântica experimentem aumento de chuva.

Adicionalmente, manifestações como ciclones e inundações podem influenciar o volume hídrico disponível e potencial elevação do nível do mar (CEBDS, 2015).

Este cenário requer a adoção de soluções de longo prazo, tais como proteção e recuperação de bacias hidrográficas, a adoção de novas tecnologias que reduzam a quantidade de água de melhor qualidade utilizada, a redução de perdas, construções que tragam novas fontes, bem como melhores práticas de todos os usuários.

Mesmo as empresas que não dependem de serviços públicos de água devem reconhecer que a adoção de iniciativas de eficiência hídrica é uma necessidade complementar, uma vez que mesmo suas fontes alternativas podem sofrer com a disponibilidade cada vez mais incerta.



## ANEXO 2 | Descrição dos Setores e seu Uso de Água

### PECUÁRIA

A criação de animais exige grande quantidade de água fresca para consumo e alimentação. Quando se trata da prioridade no uso da água, o uso para o consumo de animais está entre os principais. Já que o primeiro uso é voltado para o consumo animal, é necessário um fornecimento contínuo de água, que pode acabar levando a uma competitividade no fornecimento local.

O consumo de água limpa gera uma grande quantidade de efluentes, com alto volume de fezes e urina. Os resíduos líquidos provenientes do setor podem levar a poluição ambiental e, além de serem carregados com matéria orgânica proveniente da limpeza e do abatimento, podem também incluir antibióticos, hormônios e pesticidas. A fim de mitigar os riscos para a saúde humana e para o ambiente, pesticidas aplicados aos animais devem ser manuseados com cuidado.

Além disso, áreas utilizadas para a agropecuária extensiva no Brasil têm sido apontadas como responsáveis pelo desmatamento intensivo e por vezes até mesmo a desertificação, uma vez que grandes áreas são necessárias e a pastagem dos animais pode impedir o crescimento de florestas, devido ao pisoteamento de mudas e compactação do solo.

Alguns desses impactos podem ser irreversíveis e, por isso, existe muita pressão sobre os recursos pela realização dessa atividade que exige uma maximização da água utilizada. Há, portanto, a necessidade de lidar corretamente com os potenciais impactos causados, especialmente a redução da disponibilidade de água e iniciativas com o objetivo de mitigar conflitos.

### AGRICULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

O plantio é uma atividade que faz uso intenso de água já que um fornecimento contínuo é necessário durante todo o ciclo de produção, a fim de garantir quantidade e alta qualidade da cana. A relação entre o rendimento da cultura e a quantidade de água utilizada é chamada de produtividade da água, enquanto a produtividade econômica é definida como “o valor obtido por unidade de água utilizada”.

Há diversas variáveis que influenciam a produção agrícola, como a semente utilizada, as condições climáticas, evapotranspiração, o estado do solo, quantidade de fertilizante, drenagem, biomassa e estresse hídrico. Estes fatores também influenciam a quantidade de água disponível e necessária para a cultura.

Além do consumo, o setor também gera efluentes carregados com pesticidas e fertilizantes. A fim de manter a água subterrânea e de superfície e o solo a salvo de contaminação, é necessário cuidado e proteção. O processamento da cana também é um grande gerador de efluentes e um grande consumidor de água, necessitando de melhorias e de gestão para minimizar os impactos.

### AGRICULTURA DE SOJA

A necessidade de água para o cultivo de soja está diretamente relacionada à produtividade da plantação, sendo essencial garantir um fornecimento contínuo do recurso a fim de manter a produção. Em caso de demandas intensivas, uma pressão sobre a disponibilidade de água local pode acontecer, o que requer um bom planejamento, gestão e práticas para evitar uma situação extrema de escassez.

Os altos investimentos feitos em grandes culturas refletem a importância da demanda de água para o desenvolvimento pleno e eficaz das plantas, especialmente em períodos de seca e aridez que impedem o seu desenvolvimento, muitas vezes durante períodos onde a água é mais necessária.

Para que o rendimento de soja seja considerável, é importante que durante o ciclo a demanda de 450 a 850 mm de água seja atingida. É importante lembrar que a água em excesso também pode ser prejudicial para a cultura.

Como a soja é uma boa fonte de proteína, seu principal destino é a pecuária, onde é usada na produção de ração para os animais. Com o aumento no consumo de carne vermelha pela população, o seu principal mercado, as culturas de soja têm crescido e sendo apontadas como causa de desmatamento em muitas áreas que, como ocorre na pecuária, e em especial no Cerrado, são convertidas em zonas para a produção em grande escala.

A preocupação com a contaminação por fertilizantes e pesticidas da irrigação das culturas pode levar à contaminação das águas subterrâneas e superficiais, sendo necessário um bom controle, a fim de evitar uma redução na qualidade da água local bem como outros impactos, como a eutrofização.

## PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

O uso de água na produção de alimentos ocorre em quatro etapas principais. A primeira é durante a produção primária, que é a atividade que providencia a matéria-prima, como agricultura, pecuária ou produção de laticínios. O consumo de água nesta primeira fase pertence ao setor específico, mas ainda assim considera-se na pegada hídrica do produto.

Uma vez na fábrica, existe a necessidade de limpar e desinfetar os ingredientes e todos os produtos que têm contato direto com o alimento. Resfriamento e aquecimento são etapas importantes da produção e requerem grandes quantidades de água, podendo esta quantidade variar dependendo das instalações. O último dos principais usos que requer atenção é a incorporação da água na comida, como parte da receita ou do produto final.

Uma vez que os requisitos para o uso da água na produção de alimentos são elevados, a maior parte dela deve ser potável. Em algumas circunstâncias, a indústria alimentícia usa água não potável, como por exemplo para combate a incêndios e na produção de vapor.

Nestes casos, esta deve ser claramente identificada e não pode ser associada ou misturada com a água potável diretamente utilizada na produção dos alimentos. Os poluentes gerados pelo processo de desinfetar os alimentos, tais como pesticidas, herbicidas e detergentes transformam-se em efluentes. Os efluentes desta indústria contêm grandes quantidades de matéria orgânica e algumas substâncias tóxicas, que requerem tratamento.

## AUTOMOTIVA

A indústria automotiva em geral tem cinco etapas na produção de veículos. O consumo de água é grande para trocadores de calor, incluindo resfriamento, aquecimento e limpeza. Na primeira etapa, a forma das placas é definida, após passar pela prensa. O consumo de água nesta fase é equivalente a 16% do total.

A seguir, as placas seguem para o passo seguinte, a funilaria, onde são soldadas em conjunto. Em comparação com os outros processos, o consumo nesta fase é baixo, atingindo apenas 4,6% do total. Uma vez que o esqueleto do carro está pronto, ele segue para o processo de pintura, que é responsável pela maior parte do consumo de água, alcançando metade do volume.

A razão é primeiramente por existirem muitos passos para a pintura, assim como um grande número de enxagues necessário. A água utilizada gera um efluente contendo principalmente petróleo e metais. Após pintado, o veículo vai para o processo mecânico, quando o motor é testado, o equipamento é lavado e, em seguida, tudo é instalado.

Este é o segundo maior consumo de água na produção, atingindo um quinto do total, envolvendo etapas de limpeza e trocadores de calor. A montagem é o processo final, onde os testes são feitos. Um consumo de 9,5% é esperado para esta fase. A maioria das indústrias automotivas que têm uma reutilização maximizada de água devido a implementação de iniciativas, tem reduzido o consumo de água para uma média de 3,7 m<sup>3</sup>, como na Fiat, por veículo produzido.

## PETROQUÍMICA

O setor petroquímico é o mais expressivo na indústria química. O setor é o responsável pela transformação de produtos originários de petróleo e gás natural em bens, tais como plásticos, borrachas, fibras sintéticas, detergentes e fertilizantes. O maior consumidor de água em todo o processo é a torre de resfriamento, que perde uma grande quantidade de água para a evaporação.

Como a água dos trocadores de calor não entram em contato direto com os materiais processados, apresentando características idênticas à sua utilização anterior, tais sistemas são frequentemente implementados num circuito fechado, onde a água é resfriada numa torre, a fim de ser reutilizada.

A geração de águas residuais da indústria petroquímica vem principalmente a partir da condensação de vapores, expurgos de torres de refrigeração e os produtos derramados que eventualmente sejam lavados pela água da chuva.

Estes efluentes geralmente contêm altos níveis de matéria orgânica, que podem incluir fenóis e benzeno, e sólidos em suspensão. Podem também ser encontrados metais pesados, poluentes radioativos presentes no óleo e, por vezes, poluentes biológicos.

## AÇO E METALURGIA

O setor responsável pela transformação dos metais para a sua correta utilização é a metalurgia. A maioria dos metais na natureza não são encontrados naturalmente sozinhos, mas agregados a outros minerais, o que requer os processos de metalurgia, a fim de que se tornem adequados para o uso. As indústrias do setor da metalurgia podem ser divididas naquelas que produzem ferro, tubos, metais não-ferrosos e fusão de metais e siderúrgica.

O setor siderúrgico é um grande consumidor de água, sendo responsável pela produção do aço, que é feito num alto-forno, com a mistura de ferro, coque e cal. A produção de coque já é uma grande consumidora de água, devido à perda por evaporação que acontece quando a água é aplicada para resfriamento no coque. Além do consumo referente a este processo de resfriamento, existe um outro que é o responsável pela maior utilização de água na produção. As placas de aço são produzidas sob condições de temperatura muito elevadas e também requerem água para serem resfriadas, o que acarreta conseqüentemente alguma perda por evaporação.

Além dos processos produtivos, outra grande fonte de consumo é a utilização de água como forma de tratamento de gases poluentes, por lavagem. Os gases provenientes deste setor estão altamente concentrados com óxidos e com metais pesados, provenientes do coque e dos minerais, bem como efluentes de lavagem, que requerem tratamento antes da descarga. Além disso, a alta temperatura da água utilizada no processo de resfriamento pode ser considerada um poluente, sendo necessário o resfriamento dela antes do descarte.

## MINERAÇÃO

Na mineração, a água é um dos principais insumos, sendo utilizada dentro de uma ampla gama de atividades, desde sua extração até a entrega final ao cliente, incluindo processamento mineral, supressão de poeira, transporte de rejeito e uso administrativo. O processo básico de mineração para todos os minerais antes que sejam destinados a qualquer outro tipo de indústria consiste em duas fases: a extração e o beneficiamento, este último específico para cada tipo de mineral.

O processo de beneficiamento visa mudar a granulometria e a concentração relativa de minerais através de diferenças físicas e químicas que existem do mineral desejado sem que haja uma alteração nas identidades químicas e físicas do mineral.

O processo remove os minerais de ganga dos minerais de minério e, geralmente, é composto por etapas de moagem, lavagem e secagem. A fim de separar o minério, processos como o de flotação são usados. Para o processo de moagem do material em pedaços menores, o equipamento requer alta umidade. Ambas etapas apresentadas fazem alto consumo de água.

Outro grande consumidor de água na mineração é a supressão de pó, uma vez que os minerais suspendem muita poeira durante a exploração e também durante o transporte. A supressão costuma ser feita com água e ao longo das vias de acesso da mina, especialmente porque elas são geralmente de estrada de terra, e sobre as pilhas de minerais, já que o seu pó pode ser facilmente transportado e se espalhar. A água não é muito eficiente em manter a poeira suprimida e por isso acaba sendo altamente consumida para atingir o seu objetivo.

A geração de efluentes também é alta, mas os parâmetros e tratamento necessários dependem dos processos e das características do mineral e do solo de onde ele foi extraído. Na maioria das vezes, ele contém ácidos, metais pesados e outros poluentes, o que requer atenção especial quanto à proteção da área, a fim de evitar a contaminação.

## BEBIDAS

A produção de bebidas em geral exige uma grande quantidade de água limpa como parte do input principal da produção. Para evitar qualquer erro durante a produção, tal como interrupções devido à falta de recurso ou alterações no produto final que possam comprometer a reputação da fábrica, é importante ter uma fonte confiável e contínua de água fresca.

Além da utilização como matéria prima, também é necessária água para operações de limpeza, de resfriamento e de aquecimento, comuns a várias indústrias. A limpeza inclui os pátios da fábrica e limpezas mais nobres, como a limpeza das embalagens e ingredientes, como frutas.

Deve-se notar que o consumo de água fresca nesse setor pode incluir diferentes processos e a geração de diferentes tipos de efluentes, uma vez que as indústrias de bebidas incluem uma variedade de produtos com diferentes especificações, tais como bebidas frescas, bebidas alcoólicas e artificiais. Os efluentes gerados a partir dos processos são principalmente compostos por matéria orgânica e, por vezes, herbicidas e fertilizantes a partir da matéria-prima.

## PAPEL E CELULOSE

Enquanto plantações de árvores evitam parte dos efeitos negativos de clareiras, como erosão do solo, inundações e deslizamentos de terra, quando essas plantações são de monocultura, tem um efeito negativo sobre a fertilidade do solo e sobre a biodiversidade.

Monoculturas são o principal modo de produção para as indústrias de papel e celulose e podem exigir a aplicação de grandes quantidades de pesticidas e fertilizantes, apresentando riscos para os trabalhadores e para o meio ambiente, em especial a água.

Na produção de papel, o consumo de água inicia-se na limpeza, com a lavagem, o descascamento e o corte das árvores. Depois de limpas, as toras são levadas para o cozimento, onde são preparadas imersas numa solução aquosa de hidróxido de sódio e sulfureto de sódio.

Depois de cozido, o efluente é separado da polpa, que também deve ser lavada antes de seguir para a próxima etapa. O licor usado no cozimento é completamente recuperado, mas falhas como perdas e derramamentos podem acabar sendo fontes pontuais de contaminação.

O último processo é o branqueamento que transforma a fibra do papel em branca. Realizado em torres, constitui uma sequência de fases em que os diferentes reagentes são aplicados.

No final de cada etapa, a pasta deve ser lavada para remover o produto químico e é encaminhada para a próxima etapa do branqueamento. O sistema de lavagem é em contracorrente, a fim de reduzir o consumo de água, energia e reagentes. A lavagem serve para duas coisas, engrossar a polpa e alterar a temperatura.

A produção de papel gera uma grande quantidade de efluentes que pode significar uma limitação para a expansão do processo. Os efluentes provenientes deste setor são carregados com compostos orgânicos, produtos químicos e incluem lignina, um composto de difícil biodegradação e tóxico para a comunidade biológica, exigindo processos de tratamento intensivo para entrega de um efluente apropriado.

## ANEXO 3 | Método e Processo de Pesquisa

### PROCESSO DE PESQUISA

A abordagem adotada neste estudo foi a análise de dados disponíveis em fontes secundárias e entrevistas com especialistas em água / meio-ambiente, assim como com empresas dos setores selecionados que possuem iniciativas de conservação de água. Adicionalmente, também foram entrevistados fornecedores de tecnologias relevantes e analisamos e desenvolvemos estudos de caso com as informações fornecidas.

A análise começou com as tecnologias mais promissoras no mercado. Estas tecnologias têm geralmente mais dados disponíveis, já são comprovadamente fontes de otimização de recursos hídricos e, não menos importante, podem ser usadas em mais de um setor. Tal abordagem alavancou nossa análise e proporcionou maior compreensão e viabilidade das tecnologias mais importantes.

No entanto, dados cruciais, tais como iniciativas específicas de empresas, práticas de mitigação de risco, volumes de investimento e informações básicas, como número de funcionários, número e tamanho das unidades produtivas tiveram de ser estimados. Muitas empresas preferem não compartilhar informações por as considerarem estratégicas ou porque a burocracia intrínseca ao processo de liberação é um obstáculo. A fim de calcular o gap de investimento, certas variáveis foram estimadas, como o status atual do uso da tecnologia e tamanho do mercado potencial.

Para trabalhar no gap de investimento e tamanho do mercado potencial, foi necessário considerar o número total de empresas em cada um dos setores do estudo, incluindo a sua classificação por porte. Esta classificação se baseia no número de funcionários. Mais informações estão disponíveis no Quadro 3 do apêndice.

A adoção de estudos de casos foi importante pois existe diferença na aplicação de cada uma das tecnologias, dependendo da indústria, do produto, do local da planta, e das condições ambientais ao redor dela. Além disso, as tecnologias de setor específico geralmente precisam de informações detalhadas, a fim de permitir uma análise econômica e financeira adequada. Por isso, foram escolhidas tecnologias relevantes que podem ser usadas em diferentes setores, permitindo uma análise mais genérica e também mais rica da viabilidade.

Foi desenvolvida uma extensa lista de entrevistas com o apoio do CEBDS e de outros especialistas do mercado. Considerando os interesses das empresas e seu momento estratégico, muitas não se encontraram disponíveis para participar. Junto às empresas, especialistas em água compartilharam seus conhecimentos e atuais fornecedores de tecnologias também participaram. Nossa lista final de entrevistados pode ser vista na Tabela 4.

**Tabela 5 | Entrevistas Realizadas**

SETOR / TEMA	EMPRESA / ESPECIALISTA
Agricultura de Soja	Amaggi
Automotivo	Volkswagen
Aço e Metalurgia	Arcelor Mittal
Petroquímica	Braskem
Mineração	Vale
Bebidas	Brasil Kirin
Papel e Celulose	Fibria
Agricultura de Cana-de-Açúcar	Canaverde
Tratamento de Água	Brasil Ozônio
Tratamento de Água	Aquapolo
Gestão de Perdas	Cassio Lima
Torres de Resfriamento	Dip Consultoria e Treinamento
Reflorestamento	TNC
Wetlands	Wetlands Construídos
Reúso	GE Water
Reúso	CIRRA, Prof Ivanildo Hespanhol
Metodologia	CNI, Percy Soares

## LIMITAÇÕES

As tecnologias transversais geralmente precisam de detalhamento mínimo de informações a fim de permitir uma análise econômica e financeira adequada. Portanto, foi necessário escolher uma indústria ou definições dentro de um setor a fim de garantir conclusões úteis de aplicação e de viabilidade.

Na agricultura, por exemplo, existem múltiplas variáveis que influenciam o rendimento da plantação e o consumo de água, tais como condições climáticas, evapotranspiração, a qualidade do solo, biomassa, além de estresse hídrico. Premissas específicas foram utilizadas a fim de atingir conclusões de análise de viabilidade e gap de investimento.

Como já ressaltado, tecnologias de reúso de água estão divididas em tecnologias de oferta e demanda. Tecnologias de demanda possuem especificações por setor, indústria, empresa e produto produzido.

Para completar uma avaliação, detalhes do processo produtivo, por vezes não disponível ou conhecido pela empresa, são necessários. Portanto, essa análise considerou o fornecimento de tecnologias de oferta, com eficiência comprovada e aplicação transversal nos setores.

## ANEXO 4 | Caracterização dos setores por Porte de Empresa e Uso de Água

Tabela 5 | Avaliação dos Setores Industriais

	Setor	Vendas (% Total da Indústria)	Alta/Média/Baixa Intensidade da Água	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m <sup>3</sup> /unit)			
				Captação	Consumo	Efluente	Unidade
1	Processamento de Alimentos	14,87	A	12-12,5	1,5-2,5	10,0-10,5	ton
2	Automotivo	11,70	A	2,6-9	0,47-1,6	2,13-7,4	unid
3	Químico	7,89	A	0,5-70	0,25-40	0,6-50	ton
4	Aço e Metalurgia	6,54	A	1,24-52,5	0,25-10,5	0,99-42	ton
5	Manufatura de Maquinário Industrial	5,21	A	2,2-9,7	0,4-1,9	1,8-7,8	unid
6	Mineração	4,19	A	0,14-6,25	0,05-2,91	0,14-5	ton
7	Manufatura de Produtos Não-Metálicos	3,29	A	0,08-10	0,08-1,45	0,2-9,9	ton
8	Bebida	2,52	A	1,24-5,4	0,47-1,2	0,5-4,3	m <sup>3</sup>
9	Papel e Celulose	2,52	A	38-63	4-21	34-42	ton papel
10	Veículos de Transporte, exceto Automotivo	1,94	A	2484	309	2175	unid
11	Têxtil	1,69	A	36-118	6-23	30-96	ton
12	Farmacêutica	1,53	A	312,5	62,5	250	ton
13	Tabaco	0,58	A	31,25	6,25	25	ton entrada
14	Mineração de Não-Metálicos	0,54	A	0,04-47,5	0,03-13,8	0,01-36,8	ton
15	Refinaria	9,84	M	0,188	0,038	0,15	barril de petróleo
16	Manufatura de Produtos de Plástico e Borracha	3,73	M	0,23-16,2	0,05-3,2	0,18-13	ton
17	Manufatura de Produtos Metálicos	3,25	M	2,65	1,24	1,41	ton
18	Vestuário	1,46	M	3,32	0,64	2,68	k
19	Manufatura de Produtos Madeireiros	0,75	M	3,2	0,84	2,36	1000 m <sup>3</sup>
20	Serviços de Impressão	0,56	M	0,17-9	0,03-1,8	0,14-7,2	ton

Fonte: CNI (2013), IBGE (2014). Elaboração: SITAWI.

**Tabela 6 | Custo de Capital Natural sobre a Receita**

	Setor	INTENSIDADE DO CAPITAL NATURAL (R\$m custo CN/ R\$m receita)		
		Consumo de Água	Poluentes da Água	Gap de Investimento (R\$ milhões)
1	Aquicultura	3,433	0,192	3,625
2	Refino e Mistura de Gorduras e Óleos	0,064	2,304	2,368
3	Abate e Processamento de Animais	1,958	0,271	2,229
4	Pecuária de Corte	0,504	0,510	1,014
5	Lavoura de Cana-de-Açúcar	0,379	0,513	0,892
6	Lavoura de Soja	0,099	0,537	0,636
7	Lavoura de Algodão	0,385	0,101	0,486
8	Cervejaria	0,009	0,261	0,270
9	Processamento de Chá e Café	0,024	0,204	0,228
10	Geração de Energia Hidrelétrica	0,063	0,003	0,066
11	Petroquímica	0,003	0,061	0,064
12	Exploração Madeireira	0,008	0,056	0,064
13	Produção de Tabaco	0,005	0,055	0,060
14	Sistemas de Abastecimento de Água e Irrigação	0,045	0,002	0,047
15	Produção de Vestuário e Acessórios	0,030	0,017	0,047
16	Fábrica de Papel	0,007	0,034	0,041
17	Fábrica de Celulose	0,009	0,028	0,037
18	Fundição e Refino Primário	0,026	0,005	0,031
19	Produtos de Madeira Mista	0,012	0,016	0,028
20	Farmacêutico	0,013	0,015	0,028

Fonte: Trucost 2015.



**Tabela 7 | Total de Empresas por Tamanho por Setor Industrial**

Tamanho da Empresa	Número de Empregados	Agricultura e Agropecuária	Processamento de Alimentos	Bebidas	Papel e Celulose	Petroquímica	Aço e Metalurgia	Automotivo	Mineração
Micro	0 a 9	21.927	47.446	3.324	4.001	21.756	49.031	5.388	9.735
Pequena	10 a 49	1.808	5.360	449	954	5.181	5.671	1.120	1.217
Média	50 a 149	401	1.106	134	250	1.346	930	371	202
Grande	Mais de 250	103	455	37	66	313	161	168	56
Total		24.239	54.367	3.944	5.271	28.596	55.793	7.047	11.210

FONTE: IBGE (2014).

## REFERÊNCIAS

- CERES Aqua Gauge, 2012 - The Ceres Aqua Gauge: A Framework for 21st Century Water Risk Management.
- The 2030 Water Resources Group, 2009 - Charting Our Water Future.
- UN, 2015 - World Water Development Report - Case Studies and Indicators.

## ÁGUA E INVESTIMENTOS

- CERES, 2015 - Investor Water Handbook.
- IFC Sustainable Financial Markets Facility - Environmental and Social Assessment Tool
- World Bank, 2005 - Financing water supply and sanitation investments.
- WBCSD Water, 2012 - Water valuation - Building the business case.
- EPA - Water-Saving Technologies
- SABESP – Tarifas (<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=183>)
- WBCSD, 2015 - The business case for natural infrastructure. ([http://www.naturalinfrastructureforbusiness.org/wp-content/uploads/2016/02/WBCSD\\_BusinessCase\\_jan2016.pdf](http://www.naturalinfrastructureforbusiness.org/wp-content/uploads/2016/02/WBCSD_BusinessCase_jan2016.pdf))
- WRI, 2015 - Cities Can Save Money by Investing in Natural Infrastructure for Water. (<http://www.wri.org/blog/2015/10/cities-can-save-money-investing-natural-infrastructure-water>)

## BRASIL

- CEBDS, March 2015 - Gerenciamento de riscos Hídricos no Brasil e o setor empresarial: desafios e oportunidades. ([http://cebds.org/wp-content/uploads/2015/03/CEBDS\\_RiscoHidrico\\_BAIXA.pdf](http://cebds.org/wp-content/uploads/2015/03/CEBDS_RiscoHidrico_BAIXA.pdf))
- CNI, 2013 - Água, indústria e sustentabilidade. ([http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2013/09/23/4967/20131025113511891782i.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2013/09/23/4967/20131025113511891782i.pdf))
- CNI, 2013 - Uso de água no setor industrial brasileiro. ([http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/03/12/6021/20140313113650962172e.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/03/12/6021/20140313113650962172e.pdf))

- FBB, MMA, FUNARBE, 2011 - Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada ([http://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao21032012055532.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao21032012055532.pdf))

- FIESP - Manual de Conservação e Reúso de Água para o Setor Industrial (<http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=15019>)

- Luana Lisboa, Demetrius David da Silva, Iara de Castro e Oliveira, Bruno Marcel de Barros da Silva, 2014 - Matriz de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos para o Setor Industrial Brasileiro. ([https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/d2f724fbc473e0a52087d6318d8194d\\_13ce3efa8a0568b8270a6667575ba948.pdf](https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/d2f724fbc473e0a52087d6318d8194d_13ce3efa8a0568b8270a6667575ba948.pdf))

- TruCost, 2015 - Natural Capital Risk Exposure Brazilian Banks

- UFRRJ, 2007 – Saneamento Ambiental, Abastecimento de água. (<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila IT 179/Cap 4 parte 1.pdf>)

- Portal Brasil, 2014 - Saiba mais sobre água, consumo consciente e recursos hídricos no Brasil. (<http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2010/10/agua-e-consumo-consciente>)

- IBGE – Biomas. (<http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-territorio/biomas.html>)

- SNIRH – Divisão Hidrográfica. (<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/divisao-hidrografica>)

- SNIRH – Conjuntura dos recursos hídricos. Informe 2014. (<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informes2014.pdf>)

- SNIRH – Conjuntura dos recursos hídricos. Informe 2015. ([http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_2015.pdf](http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2015.pdf))

- Reporter Brasil, 2004 - A má distribuição da água no Brasil. (<http://reporterbrasil.org.br/2004/04/b-artigo-b-a-ma-distribuicao-da-agua-no-brasil/>)

- Rios Vivos – Água. (<http://riosvivos.org.br/agua/>)

- SNIRH – Quantidade de água. (<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/quantidade-de-agua>)

- FIRJAN, 2015 – Manual de conservação e reúso de água na indústria. (<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EB-C426A014ED0443AB76C01&inline=1>)

- INMET - Normais climatológicas do Brasil, Período 1961-1990. (<http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/textos/apresentacao.pdf>)

- Plínio Tomaz, 2001 – Economia de água. ([http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos\\_livros/livro\\_economia\\_de\\_agua\\_170114/economia\\_de\\_agua.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_economia_de_agua_170114/economia_de_agua.pdf))

- IBGE, 2015 – Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2013

## SÃO PAULO

- CPDEC & UNICAMP, 2014 - O uso e o consumo da água no estado de São Paulo. ([https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/o\\_uso\\_e\\_consumo\\_da\\_agua\\_no\\_estado\\_de\\_sp.pdf](https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/o_uso_e_consumo_da_agua_no_estado_de_sp.pdf))

- Folha de São Paulo, 2014 - Indústrias consomem cerca de 40% da água de SP, mas fazem pouco em reúso. (<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/11/1549655-industrias-consumem-cerca-de-40-da-agua-de-sp-mas-fazem-pouco-em-reuso.shtml>)

- Planeta Sustentável, 2015 - Crise da água em SP: 'Vilões' do consumo, indústria, comércio e agronegócio ensaiam êxodo e falam em novos tempos. (<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/planeta-agua/crise-da-agua-em-sp-viloes-do-consumo-industria-comercio-e-agronegocio-ensaia-exodo-e-falam-em-novos-tempos/>)

- Revista Forum – Como superar a crise da água. (<http://www.revistaforum.com.br/digital/especial/como-superar-a-crise-da-agua/>)

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS

- Planeta Sustentável, 2014 - Entenda a segunda parte do 5º relatório do IPCC (<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/blog-do-clima/2014/04/01/entenda-a-segunda-parte-do-5o-relatorio-do-ipcc/>)

- FBDS e Lloyd's, 2009 - Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. ([http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS\\_MudancasClimaticas.pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf))

## REÚSO

- General Electric, 2008 - Addressing water scarcity through recycling and reuse: a menu for policymakers. ([https://www.ge.com/sites/default/files/Addressing\\_Water\\_Scarcity\\_Recycle\\_Reuse\\_White\\_Paper.pdf](https://www.ge.com/sites/default/files/Addressing_Water_Scarcity_Recycle_Reuse_White_Paper.pdf))

- Mierzwa - Hespanhol, 2007 - Água Na Indústria - Uso Racional e Reúso. (<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-14112002-203535/publico/TeseJCM.pdf>)

- Tchobanoglous et al., 2003 - Wastewater Engineering. Treatment and reuse. ([http://www.mumbaidp24seven.in/reference/Ch\\_1WastewaterEngineering4thed\\_byMetcalfandEddy.pdf](http://www.mumbaidp24seven.in/reference/Ch_1WastewaterEngineering4thed_byMetcalfandEddy.pdf))

- Aquapolo ambiental, 2016 – Água de reúso. (<http://www.aquapolo.com.br/agua-de-reuso-videos>)

- G. Miller, 2005 - Integrated concepts in water reuse: managing global water needs. (<http://www.homepages.ucl.ac.uk/~ucessjb/S3 Reading/miller 06.pdf>)

- Revista Pesquisa Fapesp, 2015 – Água Reciclada. (<http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/10/01/teste-agua-reciclada-audio-2/>)

- Aquapolo ambiental, 2015 – Case Study

- New Jersey Stormwater, 2004 - Computing Stormwater Runoff Rates and Volumes. ([http://www.njstormwater.org/bmp\\_manual/NJ\\_SWBMP\\_5\\_print.pdf](http://www.njstormwater.org/bmp_manual/NJ_SWBMP_5_print.pdf))

- Mariani de Nez - UNESCO, 2010 – Análise da viabilidade do aproveitamento da água pluvial em agroindústria. Estudo de caso: Agrovêneta Indústria de Alimentos S.A. (<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00004D/00004D04.pdf>)

- Ricardo de Lima, Thiago Machado - UNIFEB, 2008 - Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações. ([http://www.feb.br/index.php/xxxvi-semana-cultural-e-cientifica-do-ise/doc\\_download/372-texto-completo-tcc2008-ricardo-e-thiago](http://www.feb.br/index.php/xxxvi-semana-cultural-e-cientifica-do-ise/doc_download/372-texto-completo-tcc2008-ricardo-e-thiago))

- Leonardo Pereira, Antonio Pasqualetto, Marco Minami - PUC – GO, 2008 - Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100m<sup>2</sup> de cobertura. ([http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade\\_economico\\_ambiental\\_da\\_implanta%C3%87%C3%83o\\_de\\_um\\_sistema\\_de\\_capta%C3%87%C3%83o\\_e\\_aproveitamento\\_de\\_%C3%81gua.pdf](http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade_economico_ambiental_da_implanta%C3%87%C3%83o_de_um_sistema_de_capta%C3%87%C3%83o_e_aproveitamento_de_%C3%81gua.pdf))

- Hespanhol, 2008 - Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. (<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a09.pdf>)

- Raquel de Carvalho - UFPR, 2010 - Potencial econômico do aproveitamento de águas pluviais: Análise da implantação de um sistema para a região urbana de Londrina. (<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/34378/CARVALHO, RAQUEL SARAVY DE.pdf?sequence=1>)

## BEBIDAS

- BIER (Beverage Industry Environmental Roundtable), 2012 - Managing Water-Related Business Risks & Opportunities in the Beverage Sector ([http://media.wix.com/ugd/49d7a0\\_f49252ae57154a7baefbd0c314e311f1.pdf](http://media.wix.com/ugd/49d7a0_f49252ae57154a7baefbd0c314e311f1.pdf))
- BNDES, 2014 - O setor de bebidas no Brasil ([https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3462/1/BS\\_40\\_O\\_setor\\_de\\_bebidas\\_no\\_Brasil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3462/1/BS_40_O_setor_de_bebidas_no_Brasil_P.pdf))
- CETESB, 2009 - Cervejas e Refrigerantes Série P+L

## CANA-DE-AÇÚCAR

- FIESP, 2009 - Manual de Conservação e Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética. (<http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=1616>)
- Waldenir Britto - FACAPE, 2007 - Custos de Irrigação na Cana-de-Açúcar: Um Estudo Realizado com os Diversos Sistemas de Irrigação em Juazeiro-BA. (<http://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/1471/1471>)
- Jornal da UNICAMP, 2014 - Método permite irrigação de cana com esgoto doméstico. (<http://www.unicamp.br/unicamp/ju/605/metodo-permite-irrigacao-de-cana-com-esgoto-domestico>)
- João Paulo Nunes da Silva, Maria Regina Nunes da Silva - IFES Goiás, 2012 - Noções básicas sobre o cultivo de cana-de-açúcar. ([http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifgo/tecnico\\_acucar\\_alcool/noco-es\\_cultura\\_cana\\_acucar.pdf](http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifgo/tecnico_acucar_alcool/noco-es_cultura_cana_acucar.pdf))
- Mirlei Pereira - UFU, 2010 - A inserção recente da cana-de-açúcar no sudoeste da Amazônia: novos indícios da instabilidade do território em Rondônia e Acre. ([http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122010000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122010000200007&script=sci_arttext))

## AGRICULTURA

- Mukhopadhyay, 2012 - Smart Sensing Technology for Agriculture and Environmental Monitoring. (<http://www.springer.com/us/book/9783642276378>)
- Ivan Ricardo Carvalho, Cleiton Korcelski, Guilherme Pelissari, Airton Dalmir Hanus, Genesio Mario da Rosa - UFSM, 2013 - Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. ([http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS\\_AGRARIAS/DEMANDA\\_HIDRICA.pdf](http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS_AGRARIAS/DEMANDA_HIDRICA.pdf))
- FAO, 2010 - Status of water use efficiency of main crops - SOLAW Background Thematic Report - TR07 ([http://www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic\\_reports/TR\\_07\\_web.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic_reports/TR_07_web.pdf))

- IBGE, 2015 - Levantamento sistemático da produção agrícola. ([ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_%5bmensal%5d/Fasciculo/lspa\\_201510.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5bmensal%5d/Fasciculo/lspa_201510.pdf))
- IWMI Part 3 Ch7, 2007- Pathways for increasing agricultural water productivity ([http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/Water\\_for\\_Food\\_Water\\_for\\_Life/Chapters/Chapter\\_7\\_Water\\_Productivity.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/Water_for_Food_Water_for_Life/Chapters/Chapter_7_Water_Productivity.pdf))
- Revista Pesquisa Fapesp, 2015 - A contribuição do campo. (<http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/03/13/a-contribuicao-do-campo/>)
- BBC Brasil, 2015 - A agricultura é vilã ou vítima na crise hídrica? ([http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150302\\_agua\\_agricultura\\_pai](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150302_agua_agricultura_pai))

## MINERAÇÃO

- IBRAM ANA, 2013 - Water Resources Management and the Mining Industry. ([http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/A\\_gest%C3%A3o\\_dos\\_recurso\\_h%C3%ADricos\\_e\\_a\\_minera%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/A_gest%C3%A3o_dos_recurso_h%C3%ADricos_e_a_minera%C3%A7%C3%A3o.pdf))
- International Council on Mining and Metals (ICMM), 2012 - Water management in mining: a selection of case studies. (<https://www.icmm.com/document/3660>)
- National Water Commission Australia, 2012 - Integrating the mining sector into water planning and entitlements regimes. ([http://archive.nwc.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/21857/Integrating-the-mining-sector.pdf](http://archive.nwc.gov.au/_data/assets/pdf_file/0005/21857/Integrating-the-mining-sector.pdf))
- In the mine, 2015 - Beneficiation in times of lack of water. (<http://inthemine.com.br/site/index.php/beneficiamento-em-tempos-de-falta-dagua>)
- Votorantim, 2014 - FIESP pays tribute to Votorantim Metais for its Water Conservation and Reuse project. ([http://www.votorantim.com.br/en-us/Noticias/listaNoticias/Pages/140403\\_votorantimmetaisehomenageadanafiespdeconservacao-ereúsodaagua.aspx](http://www.votorantim.com.br/en-us/Noticias/listaNoticias/Pages/140403_votorantimmetaisehomenageadanafiespdeconservacao-ereúsodaagua.aspx))
- Mining.com, 2015 - Água e mineração. Fatos e Verdades. (<http://noticias-mineracao.mining.com/2015/02/11/agua-e-mineracao-fatos-e-verdades>)
- UFMG, 2012 - Flotação de minério de ferro. (<http://www.ceermin.demin.ufmg.br/monografias/19.PDF>)
- PORMIN, 2011 - Beneficiamento de Minérios. ([http://www.redeaplmineral.org.br/pormin/noticias/legislacao/beneficiamento\\_de\\_minerio.pdf](http://www.redeaplmineral.org.br/pormin/noticias/legislacao/beneficiamento_de_minerio.pdf))

- MINÉRIOS & MINERALES, 2015 – Tecnologia de beneficiamento a seco é premiada. ([http://revistamineros.com.br/EdicoesInt/1676/47/Tecnologia\\_de\\_beneficiamento\\_a\\_seco\\_e\\_premiada.aspx](http://revistamineros.com.br/EdicoesInt/1676/47/Tecnologia_de_beneficiamento_a_seco_e_premiada.aspx))
- MINÉRIOS & MINERALES, 2011 – Processo – Peneiramento a umidade natural cria paradigma. ([http://www.minerios.com.br/EdicoesInt/138/4/ProcessoPeneiramento\\_a\\_umidade\\_natural\\_cria\\_paradigma.aspx](http://www.minerios.com.br/EdicoesInt/138/4/ProcessoPeneiramento_a_umidade_natural_cria_paradigma.aspx))
- Mining.com, 2015 - New Steel, dos Lorentzen, aposta em nova tecnologia. (<http://noticiasminerao.mining.com/2015/04/13/new-steel-dos-lorentzen-aposta-em-nova-tecnologia/>)
- In the mine, 2015 – Tecnologia viabiliza concentração a seco. (<http://newsteel.com.br/wp-content/uploads/2015/06/In-The-Mine.pdf>)
- Canadian Mining Journal, 2014 - Innovative device offers solution to waterless mineral processing. (<http://www.canadianminingjournal.com/features/innovative-device-offers-solution-to-waterless-mineral-processing/>)
- Dovemining.com – Dry Processing Plants. (<http://dovemining.com/dry-processing-plants/>)
- Gold-rus.com – Aero Dry Mining Equipment and Machinery. (<http://www.gold-rus.com/Gold/Aero-Dry-Processing-Plant.html>)
- Physical Separation in Science and Engineering, 2003 - Gravity separation: Old technique/new methods. ([downloads.hindawi.com/archive/2003/812865.pdf](http://downloads.hindawi.com/archive/2003/812865.pdf))
- Water World, 2012 - Thirsty world of mining: harvesting new water solutions. (<http://www.waterworld.com/articles/wwi/print/volume-27/issue-1/regulars/creative-finance/thirsty-world-of-mining.html>)
- Margriet Caswell, David Zilberman, George E. Goldman - UCANR, 1984 - Economic implications of drip irrigation. (<https://ucanr.edu/repositoryfiles/ca3807p4-70927.pdf>)
- MIT – Mission 2017 – Irrigation. (<http://12.000.scripts.mit.edu/mission2017/irrigation/>)
- Rodrigo Souza, Marcos do Amaral, Walter Silvestre, Tiago Sacramento - INOVAGRI, 2013 – Avaliação econômica da irrigação em pomares de açaí. ([http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/download/137/pdf\\_122](http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/download/137/pdf_122))
- Portal Dia de Campo, 2011 - A depreciação como ferramenta de decisão na irrigação. (<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25713&secao=Colunas%20e%20Artigos>)
- Uri Goldstein - GTACC, 2006 - Custos de Implantação e Amortização de Sistemas de Irrigação Localizada em Citrus. (<http://www.gtacc.com.br/pdf/irrigation/169.pdf>)
- Rio Rural, 2012 – Irrigação por gotejamento. ([http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/32\\_Irrigacao\\_por\\_gotejamento.pdf](http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/32_Irrigacao_por_gotejamento.pdf))
- Rio Rural, 2012 – Irrigação por aspersão. ([http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/33\\_Irrigacao\\_por\\_aspersao.pdf](http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/33_Irrigacao_por_aspersao.pdf))
- Yoram Krontal - ASSOCANA, 2013 - Irrigação por gotejamento, tecnologia de alto rendimento e redução dos custos de produção. ([http://www.assocana.com.br/restrito/04\\_e\\_05.12.13\\_15.Yoran\\_Krontal.pdf](http://www.assocana.com.br/restrito/04_e_05.12.13_15.Yoran_Krontal.pdf))
- Paulino et al., 2011, Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006 (<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/201>)
- Thomaz Machado, Marcos Neves, Sigismundo Neto - FEARP, 2002 - Viabilidade econômica da irrigação localizada na cultura da cana-de-açúcar. ([http://www.canapedeagua.com.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=19&Itemid=6](http://www.canapedeagua.com.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=19&Itemid=6))
- Regina Célia de M. Pires, Flávio B. Arruda, Emílio Sakai, Rinaldo de O. Calheiros, Orivaldo Brunini - APTA, 2008, Agricultura irrigada. ([http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/T&IA/T&IAv1n1/Revista\\_Apta\\_Artigo\\_Agricultura.pdf](http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/T&IA/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_Agricultura.pdf))
- Canal Rural, 2014 - Irrigação por gotejamento pode economizar até 50% de água. (<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/irrigacao-por-gotejamento-pode-economizar-ate-agua-24147>)
- ANA, 2014 - Water resources management and water use for irrigation in Brazil. Current situation and potential areas. (<http://docslide.com.br/government-nonprofit/gestao-de-recursos-hidricos-e-o-uso-da-agua-para-irrigacao-no-brasil-situacao-atual-e-areas-potenciais.html>)
- José Payero, C. Yonts, Suat Irmak, David Tarkalson – UNL, 2005 - Advantages and Disadvantages of Subsurface Drip Irrigation. (<http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec776.pdf>)
- A. Tagar, F. A. Chandio, I. A. Mari, B. Wagan - WASET, 2012 - Comparative Study of Drip and Furrow Irrigation Methods at Farmer's Field in Umartkot. (<http://waset.org/publications/2316/comparative-study-of-drip-and-furrow-irrigation-methods-at-farmer-s-field-in-umartkot>)

## IRRIGAÇÃO

- EMBRAPA, 2011 - Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. (<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47913/1/2011AP16.pdf>)
- UDOP, 2015 - Valores de ATR e Preço da Tonelada de Cana-de-açúcar desde 2000. ([http://www.udop.com.br/cana/tabela\\_consecana\\_parana.pdf](http://www.udop.com.br/cana/tabela_consecana_parana.pdf))
- Nova Cana, 2013 - Fertilizantes minerais e orgânicos na produção da cana-de-açúcar. (<https://www.novacana.com/cana/fertilizantes-minerais-organicos-producao-cana-de-acucar/>)

## REFLORESTAMENTO

- The Nature Conservancy, 2012, Green Infrastructure Case studies. (<http://www.nature.org/about-us/working-with-companies/case-studies-for-green-infrastructure.pdf>)
- World Resources Institute, Natural Infrastructure for Water. (<http://www.wri.org/our-work/project/natural-infrastructure-water>)
- World Resources Institute, 2009 - Natural Infrastructure - Investing in Forested Landscapes for Source Water Protection in the United States. ([http://www.wri.org/sites/default/files/wri13\\_report\\_4c\\_naturalinfrastructure\\_v2.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/wri13_report_4c_naturalinfrastructure_v2.pdf))
- Greening the grey, 2013 - Trees Do It. (<http://www.greeningthegrey.org/trees-do-it/>)
- Rim D. Coder - University of Georgia, 1996 - Identified Benefits of Community Trees and Forests (<http://www.nfs.unl.edu/documents/communityforestry/coderbenefitsofcommtrees.pdf>)
- BNDES, 2013 - BNDES aprova R\$ 167,7 mi para maior projeto de restauração florestal do Brasil. ([http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Sala\\_de\\_Imprensa/Noticias/2013/meio\\_ambiente/20130612\\_fibria.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Sala_de_Imprensa/Noticias/2013/meio_ambiente/20130612_fibria.html))
- UNEP, 2014 - Green Infrastructure. Guide for water management. ([http://www.unepdhi.org/-/media/microsite\\_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guide-en-20140814.pdf](http://www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guide-en-20140814.pdf)) <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2014-026.pdf>)
- CNT, 2010 - The value of green infrastructure. ([http://www.cnt.org/sites/default/files/publications/CNT\\_Value-of-Green-Infrastructure.pdf](http://www.cnt.org/sites/default/files/publications/CNT_Value-of-Green-Infrastructure.pdf))
- Natural Capital Project - InVEST. (<http://www.naturalcapitalproject.org/software/#rios>)

- Susanne Schmidt - The University of Queensland - Riparian reforestation to increase water infiltration and reduce run-off. ([http://www.ipswich.qld.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/39048/Riparian-reforstation-to-increase-water-filtration-and-rduce-runoff\\_Susanne-Schmidt.pdf](http://www.ipswich.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/39048/Riparian-reforstation-to-increase-water-filtration-and-rduce-runoff_Susanne-Schmidt.pdf))

- EBC, 2012 - Reflorestamento amplia alternativas de renda para o produtor rural. (<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2012-06-23/reflorestamento-amplia-alternativas-de-renda-para-produtor-rural>)

- MMA, 2011 - Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. ([http://www.mma.gov.br/estruturas/202/\\_arquivos/psa\\_na\\_mata\\_atlantica\\_licoes\\_aprendidas\\_e\\_desafios\\_202.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf))

- ANA - Programa Produtor de água. (<http://produtordeagua.ana.gov.br/>)

- Braga - USP, 2005 - CONSERVAÇÃO INTEGRADA DE FLORESTA E ÁGUA. (<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-24102008-103711/publico/BragaT.pdf>)

## AUTOMOTIVO

- FIAT - Gestão de recursos hídricos: Um estudo de caso em indústria automobilística. (<http://www.aea.org.br/aea2009/downloads/trabalhospremio/CategoriaResponsabilidadeAmbiental-MencaoHonrosa-RodrigoMiarellideOliveira.pdf>)

- Automotive Business, 2015 - Moda em SP, reúso de água é praxe na indústria. (<http://www.automotivebusiness.com.br/artigo/1063/moda-em-sp-reuso-de-agua-e-praxe-na-industria>)

- CIMM, 2014 - Volkswagen do Brasil reduz o consumo de água com investimento em processos. ([http://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir\\_noticia/11614-volkswagen-do-brasil-reduz-o-consumo-de-agua-com-investimento-em-processos](http://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/11614-volkswagen-do-brasil-reduz-o-consumo-de-agua-com-investimento-em-processos))

- Julianna da Silva - UNESP, 2013 - Reúso de água residuária na indústria automobilística: Estudo de caso da montadora FIAT Automóveis S.A - Betim/MG. (<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwizjdeQsYzNAhUIeSYKHUyzAf4QF-ggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.feb.unesp.br%2Feduoliv%2FSeminarios2013%2F%3Faction%3Ddownload%26file%3DL0p1bGxpYW5hL0LudH-JvZHXn429fZG9jeC5wZGY%3D&usq=AFQjCNGp-TRWUej9POQ8tprj2D7wtXr7EgA&sig2=vFAMoj7PTZs5-SjYX1659g>)

- IPEA, 2009 - O Desempenho Ambiental das Empresas do Setor Automotivo na Região Metropolitana de Curitiba. (<https://www.google.com.br/search?q=%E2%80%A2+IPEA%2C+2009+-+O+Desempenho+Ambiental+das+Empresas+do+Setor+Automotivo+na+Regi%C3%A3o+Metropolitana+de+Curitiba.&aq=%E2%80%A2+IPEA%2C+2009+-+O+Desempenho+Ambiental+das+Empresas+do+Setor+Automotivo+na+Regi%C3%A3o+Metropolitana+de+Curitiba.&aq=chrome..69i57.398j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>)

- Larissa de Lima - UFJF, 2010 - A prática da melhoria contínua em processos sustentáveis: estudo de caso sobre a redução do consumo de água em uma indústria automobilística. ([http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2010\\_3\\_Larissa.pdf](http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2010_3_Larissa.pdf))

## PISCICULTURA

- FGV, 2003 - Projeto Potencialidades Regionais. Estudo de viabilidade econômica: Piscicultura. ([http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj\\_pot\\_regionais/piscicultura.pdf](http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/piscicultura.pdf))

- Ministério de Pesca e Aquicultura, 2015 - Plano de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira - 2015/2020. ([http://www.mpa.gov.br/files/docs/Outros/2015/Plano\\_de\\_Developmento\\_da\\_Aquicultura-2015-2020.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/docs/Outros/2015/Plano_de_Developmento_da_Aquicultura-2015-2020.pdf))

- SEBRAE Mercados - A EVOLUÇÃO DA PISCICULTURA NO BRASIL. (<http://www.sebraemercados.com.br/a-evolucao-da-piscicultura-no-brasil/>)

- Célia Scorvo, João Scorvo Filho, Alceu Donadelli, Patrícia Turco - APTA, 2012 - Piscicultura em tanques rede em represas rurais. (<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/janeiro-junho-2/1168-piscicultura-em-tanques-rede-em-represas-rurais/file.html>)

- EMBRAPA, 2010 - Noções básicas sobre piscicultura e cultivo em tanques-rede no Pantanal. (<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CAR03.pdf>)

- IBGE, 2006 - Censo Agropecuário 2006. (<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>)

- Ministério de Pesca e Aquicultura, 2014 - Pesca Industrial (<http://www.mpa.gov.br/pesca/industrial>)

- Ministério de Pesca e Aquicultura, 2014 - Espécies cultivadas. (<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/especies-cultivadas>)

- Panorama da aquicultura - Demandas para uma produção sustentável de tilápia. (<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=2637>)

- Suetônio Mota - UFC, 2013 - Aproveitamento de Águas Residuárias Tratadas em Irrigação e Piscicultura. (<http://www.abes-sp.org.br/arquivos/evento210613/03.pdf>)

- Cidade Verde, 2011 - Agespisa inicia nova pesquisa sobre criação de peixe em esgoto. (<http://cidadeverde.com/noticias/82777/agespisa-inicia-nova-pesquisa-sobre-criacao-de-peixe-em-esgoto>)

- Luciana Emanuelle Sanches Silva, Guilherme Semionato Galício - UEMS, 2012 - Alimentação de peixes em piscicultura intensiva. (<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias/agrarias/Alimentacao.pdf>)

- PROSAB, 2006 - Reúso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim. ([https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab\\_-\\_final.pdf](https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab_-_final.pdf))

- Fernanda Furlaneto, Maura Esperancini - UNESP, 2008 - Estudo da viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados. (<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/ie/2009/tec1-0209.pdf>)

- PROSAB, 2009 - Esgoto: Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. ([ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/27770-Nutrientes\\_esgoto\\_sanitarios.pdf](ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/27770-Nutrientes_esgoto_sanitarios.pdf))

- World Health Organization, 1989 - Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture. (<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41681/1/9241542489.pdf>)

- Fernanda Furlaneto, Daercy Ayroza, Luiz Ayroza - APTA, 2006 - Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*oreochromis spp.*) Em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. ([ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/rentabilidade\\_tilapia.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/rentabilidade_tilapia.pdf))

- Globo Rural, 2015 - Veja os dados da piscicultura no Brasil (<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Peixe/noticia/2015/04/veja-os-dados-da-piscicultura-no-brasil.html>)

- SSWM, 2014 - Aquaculture (Fish). (<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-treatment/hardware/semi-centralised-wastewater-treatment-10>)

- UNEP - How does wastewater-fed aquaculture work. (<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/TechPublications/TechPub-15/2-9/9-1-3.asp>)

- FAO - Wastewater use in aquaculture. (<http://www.fao.org/docrep/t0551e/t0551e09.htm>)

- Clovis Pereira, Flavio Lapolli - UFSC, 2008 - Criação de tilápias no efluente doméstico tratado em lagoas de estabilização. (<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/2175-7925.2009v22n1p93/18724>)

- Suetonio Mota et al. - ABES - UFC, 2011 - Avaliação da sustentabilidade ambiental do uso de esgoto doméstico tratado na piscicultura. (<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a08v16n1.pdf>)

## WETLANDS

- Instituto Terramax, 2009 - Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas. (<http://www.ambiente.sp.gov.br/pactodasaguas/files/2011/12/sistema-wetlands.pdf>)

- Sérgio Abrahão - UFV, 2006 - Tratamento de água residuária de laticínios em sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras. ([http://www.gpqa.ufv.br/docs/mestrado/2006/Tratamento de agua residuaria de laticinios em sistemas alagados construidos cultivados com forrageiras.PDF](http://www.gpqa.ufv.br/docs/mestrado/2006/Tratamento%20de%20agua%20residuaria%20de%20laticinios%20em%20sistemas%20alagados%20construidos%20cultivados%20com%20forrageiras.PDF))

## SOJA

- Agrolink, 2015 - Sistema de irrigação subterrâneo alavanca em até 46% a produtividade de grãos ([http://agrolink.com.br/culturas/soja/noticia/sistema-de-irrigacao-subterraneo-alavanca-em-ate-46-a-produtividade-de-graos\\_217854.html](http://agrolink.com.br/culturas/soja/noticia/sistema-de-irrigacao-subterraneo-alavanca-em-ate-46-a-produtividade-de-graos_217854.html))

- SF Agro, 2015 - Irrigação subterrânea é alternativa em tempos de crise hídrica (<http://sfagro.uol.com.br/irrigacao-subterranea-e-alternativa-em-tempos-de-crise-hidrica/>)

- Secretaria de Agricultura, Pecuária e Agronegócio do RS, 2012 - A Irrigação - Tecnologia de ponta, é responsabilidade ambiental ([http://www2.agricultura.rs.gov.br/noticias\\_detalhe.php?cod=5155](http://www2.agricultura.rs.gov.br/noticias_detalhe.php?cod=5155))

- Anizelli, 2012 - De sequeiro aos pivôs centrais: A experiência da Fazenda Sta. Clara ([http://www.agrfeis.unesp.br/pdf/Conird\\_2012/apresentacoes\\_palestrantes/oficina\\_conird\\_fabricio\\_5\\_nov\\_2012.pdf](http://www.agrfeis.unesp.br/pdf/Conird_2012/apresentacoes_palestrantes/oficina_conird_fabricio_5_nov_2012.pdf))

- Jacobi, O portal do Geólogo - Minerodutos ou agricultura irrigada: quem gasta mais água? (<http://www.geologo.com.br/mineroduto4.asp>)

- DPH, 2004 - Soja e água. (<http://base.d-p-h.info/pt/fiches/dph/fiche-dph-7548.html>)

- Barreto. USP, 2004 - Os impactos socioambientais do cultivo de soja no Brasil. ([https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjyhdIK74nMAhVExpAKHeKIDW8QFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.anppas.org.br%2Fencontro\\_anual%2Fencontro2%2FGT%2FGT05%2Fclarissa\\_barreto.pdf&usq=AFQjCNFg8yEChCekGlpZpQpyRuE4PLC-g-g&sig2=VKPFFDYN2g-J0FhNYcBsUA](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjyhdIK74nMAhVExpAKHeKIDW8QFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.anppas.org.br%2Fencontro_anual%2Fencontro2%2FGT%2FGT05%2Fclarissa_barreto.pdf&usq=AFQjCNFg8yEChCekGlpZpQpyRuE4PLC-g-g&sig2=VKPFFDYN2g-J0FhNYcBsUA))

- WWF, 2014 - A expansão da soja. (<http://www.wwf.org.br/informacoes/?38423/A-expansao-da-soja>)

## PETROQUÍMICA

- Paula Scarlati - UFRJ, 2013 - Redução do consumo de água na indústria petroquímica. (<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/reducao-de-consumo-de-agua-na-industria-petroquimica.pdf>)

## OZÔNIO

- NaturalTec - Desinfecção Ozônio. (<http://www.naturaltec.com.br/Desinfeccao-Ozonio.html>)

## DESSALINIZAÇÃO

- Marceu Tabosa - CONTECC, 2015 - Estudo de viabilidade econômica de uma planta de osmose reversa com gerador eólico. ([http://www.confea.org.br/media/Mecanica\\_estudo\\_de\\_viabilidade\\_economica\\_de\\_uma\\_planta\\_de\\_osmose\\_reversa\\_com\\_gerador\\_eolico.pdf](http://www.confea.org.br/media/Mecanica_estudo_de_viabilidade_economica_de_uma_planta_de_osmose_reversa_com_gerador_eolico.pdf))

- Robério Campos - UFPE, 2007 - Avaliação benefício-custo de sistemas de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses. (<http://www.scielo.br/pdf/resr/v45n4/a07v45n4>)

- André Lermontov, Cristiano Borges, Paula Reuther, Lidia Yokoyama, Dante Luisotto - UFRJ, 2013 - Análise econômica da dessalinização de água do mar por osmose inversa visando abastecimento público no Estado do Rio de Janeiro. (<http://www.grupoaguasdobrasil.com.br/wp-content/uploads/2013/01/artigo-dessalinizacao.pdf>)



## Lista de Siglas e Abreviaturas

- ANA - Agência Nacional de Águas
- ANP - Associação Nacional de Petróleo
- BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento
- BMZ - Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung - Ministério Federal Alemão da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento
- CAPEX - Capital expenditure  
Valor do Investimento
- CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
- CEA - Custo de Equilíbrio da Água
- DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DME - Destilação por Múltiplo Efeito
- ESG - Environmental, Social and Governance - Ambiental, Social e Governança
- ETA - Estação de Tratamento de Água
- ETE - Estação de Tratamento de Esgotos
- FBDS - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
- Fiesp - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
- GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - Sociedade para a Cooperação Internacional
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IF - Instituições Financeiras
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
- IRRRI - Independent Research in Responsible Investment
- ONU - Organização das Nações Unidas
- OPEX - Operational expenditure - Custo Operacional
- OR - Osmose Reversa
- PDME - Programa Diálogo dos Mercados Emergentes
- PIB - Produto Interno Bruto
- POA - Processos de Oxidação Avançados
- TIR - Taxa Interna de Retorno
- TMBR - Sistema Terciário de Biorreator à Membrana
- TNC - The Nature Conservancy
- UF - Ultra Filtração
- VPL - Valor Presente Líquido
- WACC - Weighted Average Cost of Capital  
Custo médio ponderado do capital de uma empresa
- WBCSD - Conselho Mundial Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável
- WRI - World Resources Institute
- WWF - World Wildlife Fund

