



**A INDÚSTRIA**

NA BACIA DO RIO

# PARANAPANEMA

**USO DA ÁGUA E BOAS PRÁTICAS**



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS  
E SANEAMENTO BÁSICO

---

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**Presidente da República**

Jair Bolsonaro

---

**MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**Ministro**

Rogério Simonetti Marinho

---

---

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO**

---

**Diretoria Colegiada**

Christianne Dias Ferreira  
(Diretora-Presidente)  
Ricardo Medeiros de Andrade  
Oscar Cordeiro de Moraes Netto  
Marcelo Cruz  
Joaquim Gondim  
(Diretor-Substituto - até 10 de agosto de 2020)  
Rodrigo Flecha Ferreira Alves  
(Diretor-Substituto)

**Secretaria Geral (SGE)**

Rogério de Abreu Menescal

**Procuradoria-Federal (PF/ANA)**

Luis Carlos Martins Alves Junior

**Corregedoria (COR)**

Maurício Abijaodi Lopes de Vasconcellos

**Auditoria Interna (AUD)**

Eliomar Ayres da Fonseca Rios

**Chefia de Gabinete (GAB)**

Thiago Serrat

**Gerência Geral de Estratégia (GGES)**

Nazareno Marques de Araújo

**Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)**

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

**Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica Nacional (SGH)**

Marcelo Jorge Medeiros

**Superintendência de Tecnologia da Informação (STI)**

Sérgio Augusto Barbosa

**Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SAS)**

Humberto Cardoso Gonçalves

**Superintendência de Implementação de Programas e Projetos (SIP)**

Tibério Magalhães Pinheiro

**Superintendência de Regulação (SRE)**

Rodrigo Flecha Ferreira Alves

**Superintendência de Operações e Eventos Críticos (SOE)**

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

**Superintendência de Fiscalização (SFI)**

Alan Vaz Lopes

**Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas (SAF)**

Luís André Muniz

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO**

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

**A INDÚSTRIA**

NA BACIA DO RIO

**PARANAPANEMA**

**USO DA ÁGUA E BOAS PRÁTICAS**

BRASÍLIA - DF

**ANA**

2020

© 2020 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA  
Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L, M, N, O e T  
CEP 70610-200, Brasília-DF  
PABX: (61) 2109-5400 | (61) 2109-5252  
Endereço eletrônico: [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)

#### COMITÊ DE EDITORAÇÃO

##### Diretor

Ricardo Medeiros de Andrade

##### Superintendentes

Humberto Cardoso Gonçalves  
Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho  
Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

##### Secretário Executivo

Rogério de Abreu Mensescal

As ilustrações, tabelas e gráficos sem indicação de fonte foram elaborados pela ANA. Informações, críticas, sugestões, correções de dados: [cedoc@ana.gov.br](mailto:cedoc@ana.gov.br). Disponível também em: <https://www.ana.gov.br/>

Todos os direitos reservados  
É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

#### EQUIPE EDITORIAL

##### Supervisão editorial

Diana Leite Cavalcanti  
Thiago Henriques Fontenelle  
Aída Maria Pereira Andrezza  
Andréia Pedroso

##### Revisão dos originais

Candice Schaufert Garcia  
Geovana Thaís Colombo  
Maria Bernardete Sousa Sender

##### Projeto gráfico, diagramação, capa e infografia

Vanessa da Silva Cardoso – DATA AO CUBO

##### Fotografias

Banco de Imagens ANA

##### Produção

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

#### AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO

##### Coordenação Geral

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

##### Coordenação Técnica

Diana Leite Cavalcanti  
Thiago Henriques Fontenelle

##### Colaboradores

Ana Paula Montenegro Generino  
Carlos Alberto Perdigão Pessoa  
Daniel Izoton Santiago  
Flávio Hadler Tröger  
Gonzalo Álvaro Vázquez Fernandez  
Luciana Aparecida Zago de Andrade  
Marcelo Luiz de Souza  
Márcio de Araújo Silva

#### CONSÓRCIO RHA-ENGEORPS

##### Coordenação Geral

Candice Schaufert Garcia  
Maria Bernardete Sousa Sender

##### Coordenação Técnica

Aída Maria Pereira Andrezza  
Andréia Pedroso

##### Equipe Técnica

Ailton Barboza de Souza  
Geovana Thaís Colombo  
Karine Krunn  
Kássia Regina Bazzo  
Leonardo Mitre Alvim de Castro  
Otávio Maruyama Vogel  
Paulo Alves da Costa Filho

##### Consultores

Cristiano Luchesi Niciura  
Fabiane Baran  
José W. de A. Cavalcanti  
Laertes Munhoz da Cunha  
Marcos Oliveira Godoi  
Mary Helena Allegretti

Catálogo na fonte: Divisão de Biblioteca/CEDOC

**A265f** Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil).  
A indústria na bacia do rio Paranapanema : uso da água e boas práticas / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. – Brasília : ANA, 2020.  
94p.: il.  
ISBN: 978-65-88101-07-0

1. Indústrias – Água – Uso. 2. Paranapanema, Rio, Bacia. I. Título.

CDU 628.1.034.2

Elaborada por Fernanda Medeiros – CRB-1/1864

##### Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

---

## COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA (CBH)

---

### DIRETORIA

**Presidente**

Everton Luiz da Costa Souza

**Primeiro Vice-Presidente**

Vandir Pedroso de Almeida

**Segundo Vice-Presidente**

Paulo Fernando Soares

**Secretário**

Denis Emanuel de Araujo

**Secretária Adjunta**

Suraya Damas de Oliveira Modaeli

---

### CÂMARA TÉCNICA DE INSTRUMENTOS DE GESTÃO (CTIG)

---

**Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**

Gonzalo Álvaro Vázquez Fernandez - Titular  
Daniela Chainho – Suplente

**Associação do Sudoeste Paulista de Irrigação e Plantio na Palha (ASPIPP)**

Priscila Silvério Sleutjes - Titular  
Vanessa Van Melis - Suplente

**Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)**

Luís Sergio de Oliveira - Titular

**Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP)**

Vandir Pedroso de Almeida - Titular  
Itamar Alves de Oliveira Júnior - Suplente

**Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)**

Orlando Fagotti Filho - Titular  
Hilton Iwao Ubukata - Suplente

**Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)**

José Ronaldo Piofio - Titular  
Marcos Roberto Ramos Pereira – Suplente

**Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar)**

Thaís Carolina Ferreira Waiss - Titular  
Julio Kazuhiro Tino - Suplente

**Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)**

Sandro Roberto Selmo - Titular  
Suraya Damas de Oliveira Modaeli - Suplente

**Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP)**

Eduardo Sérgio Assumpção Quintanilha Braga - Titular  
Werner Meyer - Suplente

**Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de São Paulo (FAESP)**

Marcos Landgraf Malta – Titular  
Antonio Salvador Consalter - Suplente

**Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP)**

Lucas Eduardo de Souza Santos – Titular

**Grupo Ambiental Interdisciplinar de Apucarana (GAIA)**

Nadir Maria Spaciari Kuchpil - Titular  
Ironice da Fonseca - Suplente

**Instituto Ambiental do Paraná (IAP)**

Juliane Aparecida Kerkhoff - Titular  
Christine da Fonseca Xavier - Suplente

**Instituto das Águas do Paraná (AGUASPARANA)**

João Lech Samek - Titular  
Luiz Fornazzari Neto - Suplente

**Instituto de Desenvolvimento Ambiental Sustentável (IDEAS)**

Paulo Henrique da Silva Queiroz - Titular  
Mário Alberto Masedo Moretto - Suplente

**Prefeitura Municipal de Itapetininga (SP)**

Rodrigo Rodrigues Terra – Titular  
Thiago Augusto de Melo - Suplente

**Prefeitura Municipal de Mandaguaçu (PR)**

Elton Aparecido Mendes da Silva - Titular  
Adalberto Wilian Ferracin da Silva - Suplente

**Prefeitura Municipal de Ponta Grossa (PR)**

Andreia Aparecida de Oliveira - Titular  
Adriana de Andrade e Silva – Suplente

**Prefeitura Municipal de Tarumã (SP)**

Oscar Gozzi - Titular  
Fabio Alexandre Chenou – Suplente

**Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB)**

Antonio Carlos Barreto - Titular  
Fernando Emmanuel G. Vieira - Suplente

**Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral do Estado do Paraná (SEPL)**

Milton de Almeida Barbosa - Titular  
Fabricio Miyagima - Suplente

**Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo**

Euvaldo Neves Pereira Junior - Titular  
Eliseu Aires de Melo – Suplente

**Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos**

Emílio Prandi - Titular  
Carlos Eduardo Secchi Camargo - Suplente

**Universidade Estadual de Londrina (UEL)**

José Paulo Pinese - Titular

**Universidade Estadual de Maringá (UEM)**

Paulo Fernando Soares - Titular

**Universidade Estadual Norte do Paraná (UENP)**

Carlos Eduardo Gonçalves Aggio - Titular  
Marco Antonio Zanoni – Suplente

**Universidade Estadual Paulista (UNESP)**

Antonio Cezar Leal - Titular - Coordenador  
Paulo Cesar Rocha - Suplente

# PLANILHA

## APRESENTAÇÃO

09

1

CONTEXTO

11

2

PROCESSO DE ELABORAÇÃO

21

3

DIAGNÓSTICO PROSPECTIVO DO USO DA  
ÁGUA E PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS

31

4

RECOMENDAÇÕES E PRÓXIMOS PASSOS

79

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

93

# APRESENTAÇÃO

A indústria desempenha papel relevante na economia e no uso da água. O Brasil possui enorme e variado parque industrial que produz desde bens de consumo a tecnologia de ponta. Além das diversas tipologias industriais, um mesmo produto pode ser feito com diferentes tecnologias e protocolos. A água representa um insumo considerável no processo produtivo e o mapeamento do uso efetivo da água enfrenta diversos desafios, que passam pela integração de bases de dados públicas até a adoção de instrumentos mais ágeis de acompanhamento de grandes usuários.

Em regiões em que o setor industrial apresenta grande relevância, como é o caso da bacia do rio Paranapanema, que abrange territórios dos estados do Paraná e de São Paulo, o refinamento de informações, tanto em termos de demandas hídricas quanto de qualidade das águas, é fundamental para tomadas de decisão com vistas à segurança hídrica. Adicionalmente, o intercâmbio e a disseminação de informações com relação às boas práticas de uso da água – atuais, planejadas e desejadas – constitui outro aspecto de substancial importância nesse contexto.

O estudo de caracterização do uso da água pela indústria na bacia do rio Paranapanema é uma iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em atendimento a ações definidas no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranapanema (PIRH Paranapanema), e priorizadas pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Para-

napanema (CBH Paranapanema).

O desenvolvimento do estudo contou com a colaboração, além do CBH Paranapanema e dos seis Comitês das Bacias Afluentes, dos órgãos gestores de meio ambiente e de recursos hídricos dos estados do Paraná e de São Paulo, assim como de representações do setor industrial, para o fornecimento das informações necessárias. Com um sistema de gestão de recursos hídricos atuante e integrado, a bacia do rio Paranapanema permanece mobilizada na implementação de seu Plano e na melhoria constante dos processos de gestão e articulação.

Os resultados do estudo constituem importante subsídio ao planejamento de ações voltadas à gestão de recursos hídricos, condizentes com a realidade da bacia, e de fomento à adoção das boas práticas pelo setor industrial, visando à redução de consumos e lançamentos de efluentes. Os resultados apresentam relevância nacional, tanto pela qualidade e profundidade alcançadas quanto pela importância dos setores detalhados (sucroenergético, celulose e papel, bebidas alcoólicas e produtos de carne).

Ao apresentar a publicação “A Indústria na Bacia do Rio Paranapanema: uso da água e boas práticas”, a ANA almeja que o caminho percorrido durante este estudo, pioneiro no País, possa ser aperfeiçoado e, então, implementado em iniciativas similares em outras bacias hidrográficas, visando aprimorar o balanço hídrico quali-quantitativo em todo o território nacional.



Represa de Rosana no rio Paranapanema  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

## BACIA DO RIO PARANAPANEMA

O rio Paranapanema é afluente, pela sua margem esquerda, do rio Paraná, constituindo um limite natural entre os estados do Paraná e de São Paulo.

A bacia hidrográfica do rio Paranapanema ocupa uma área de cerca de 106.500 km<sup>2</sup>, sendo 51% no Paraná e 49% em São Paulo, abrigando 247 municípios, dos quais 230 possuem sede total ou parcialmente inserida nos limites da bacia.

A população total da bacia é de aproximadamente 4,7 milhões de habitantes, encontrando-se a maioria – mais de 60% – no lado paranaense. Os municípios que se destacam, devido ao seu contingente populacional, são Londrina, Maringá e Ponta Grossa, no lado paranaense, e Presidente Prudente, Itapetininga e Botucatu, no lado paulista.

Em sua totalidade, os municípios da bacia são responsáveis por cerca de 2% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, resultado de uma economia agropecuária e industrial estruturada e dinâmica.

No âmbito da gestão dos recursos hídricos, a bacia do rio Paranapanema é dividida em seis Unidades de Gestão Hídrica (UGH), sendo três em cada estado:

drica (UGH), sendo três em cada estado:

- **Norte Pioneiro, Tibagi e Pirapanema, no Paraná;**
- **Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema, em São Paulo.**

No estado do Paraná, a gestão do uso da água e dos efluentes industriais é feita pelo recém criado Instituto Água e Terra (IAT), resultante da fusão de três órgãos – Instituto Ambiental do Paraná (IAP), Instituto de Terras, Cartografia e Geologia (ITCG) e Instituto das Águas do Paraná. Assim, o IAT possui, dentre suas atribuições, a gestão dos recursos hídricos, o licenciamento ambiental e a realização de monitoramento e fiscalizações ambientais.

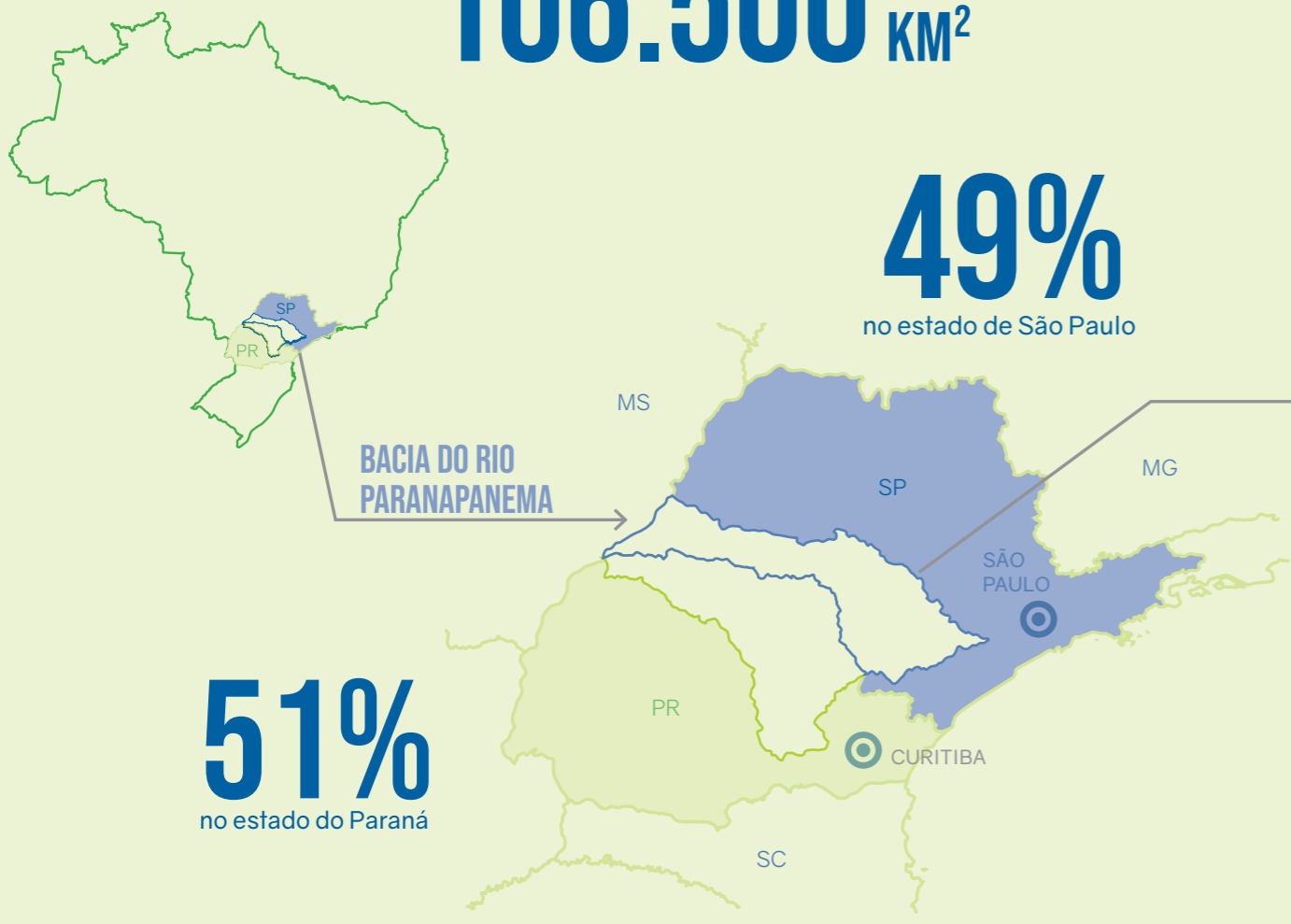
Em São Paulo, o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) é o órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos, vinculada ao respectivo licenciamento ambiental dos empreendimentos, que, por sua vez, é de responsabilidade da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em cujas atribuições está incluído o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do estado.



Áreas de cana-de-açúcar nas proximidades do distrito de Sapezal, no município de Paraguaçu Paulista (SP)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

BR

A bacia do rio Paranapanema ocupa uma área de cerca de **106.500 KM<sup>2</sup>**



A gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Paranapanema conta, além da ANA e dos órgãos gestores estaduais (IAT e DAEE), com o CBH Paranapanema, no âmbito interestadual, e com os seis CBHs Afluentes, cuja área de atuação coincide com a delimitação das Unidades de Gestão Hídrica (UGHs).

SP



PR

A bacia do rio Paranapanema abrange

**247** municípios no total

**230** sedes municipais

**4,7** milhões de habitantes





## PIRH PARANAPANEMA

### PONTO DE PARTIDA - PIRH PARANAPANEMA

O PIRH Paranapanema foi concebido como um instrumento de planejamento, gestão e integração da bacia, fortemente pactuado, a partir de um arranjo institucional que envolveu a ANA, os órgãos gestores estaduais, o CBH Paranapanema e os seis CBHs Afluentes, além da participação contributiva de atores estratégicos.

Com vistas à construção de um adequado planejamento do uso dos recursos hídricos na bacia, o PIRH Paranapanema estabeleceu diretrizes para o aumento da quantidade e a melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, assim como para racionalização do seu uso.

A partir dessas diretrizes, o Plano de Ações do PIRH definiu estratégias de atuação reunidas nos componentes temáticos Gestão de Recursos Hídricos (GRH) e Intervenções e Articulações com Planejamento Setorial (STR). No âmbito do segundo componente, apontou-se a necessidade de avanços no levantamento das informações existentes, assim como na compilação, sistematização, consistência e análise de informações sobre os usos da água e características dos efluentes industriais. Essa demanda se refletiu nos programas STR.C – Indústria e STR.F – Produção de Conhecimento.

Como metas para esses programas, foi estabelecida a elaboração de estudo técnico para consolidar a estimativa quanti-qualitativa das cargas e parâmetros presentes nos efluentes gerados pelo setor industrial e deter-

minar padrões de consumo de água que possam ser utilizados como referência na elaboração de estudos que envolvam demandas pelo uso da água, por meio das ações:

- STR.C.1.1: Estudo de caracterização da carga poluente do setor industrial;**
- STR.C.2.1: Estudo de caracterização do perfil de uso da água na indústria; e**
- STR.F.2.3: Caracterização da carga poluidora de origem industrial.**

Como agente condutor da implementação e acompanhamento das ações do PIRH Paranapanema, e visando atender às expectativas dos usuários da bacia, o CBH Paranapanema contemplou as ações STR.C.1.1 e STR.C.2.1 no conjunto das 20 ações, dentre as 123 integrantes do PIRH que, devido à sua importância ou interesse prioritário da sociedade, foram inseridas no Manual Operativo (MOP).

Esse instrumento de planejamento tem por objetivo promover a concretização das medidas eleitas como prioritárias no Plano de Ações, por meio do estabelecimento de roteiros e procedimentos detalhados, elaboração de estudos de base e configuração dos arranjos institucionais necessários.

Portanto, as solicitações do setor industrial levantadas no PIRH Paranapanema e as ações correspondentes que foram priorizadas no MOP conjugaram-se e resultaram na contratação, pela ANA, do presente estudo.



## PERFIL SOCIOECONÔMICO

A região da bacia do rio Paranapanema possui uma economia diversificada, com base industrial e agropecuária sólida, com reflexos em um setor de serviços desenvolvido.

Do Valor Adicionado Bruto (VAB) dos municípios que possuem sede urbana na bacia, de R\$ 176 bilhões, 64% correspondem ao setor de serviços, 25% à indústria e 11% à agropecuária. As UGHs paranaenses respondem por 58% do total do valor agregado à economia da bacia e as paulistas, por 42%<sup>1</sup>.

A UGH Tibagi é a região com me-

lhores índices econômicos, ficando em primeira posição em termos de geração de valor, nos setores de agropecuária, indústria e serviços. As UGHs Médio Paranapanema e Piraponema ficam em segunda posição, seguidas pelas UGHs Alto Paranapanema, Pontal do Paranapanema e Norte Pioneiro.

O número de unidades produtivas instaladas na bacia do rio Paranapanema é de 252.231, sendo 195.235 (77%) do setor de serviços, 31.468 (13%) da indústria e 25.528 unidades (10%) do setor agropecuário.

<sup>1</sup> IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016.

## INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO

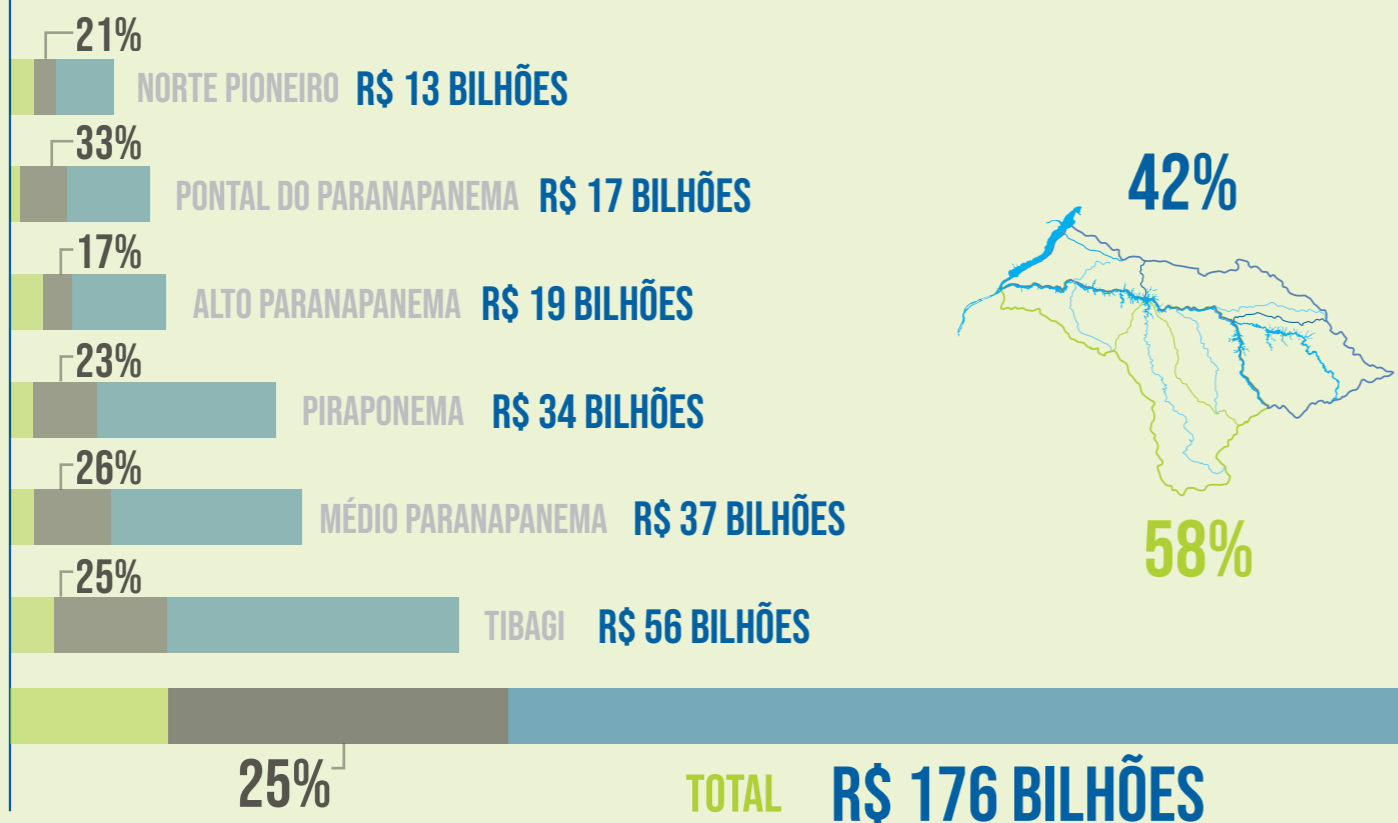
No contexto do setor industrial, predominam as indústrias de transformação, com 20.110 unidades, correspondendo a 8% do total de unidades produtivas da bacia, e cerca de 80% do total de unidades do setor industrial. Com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), essas unidades industriais se dividem em 99 diferentes tipologias, segundo o nível hierárquico de grupos<sup>1</sup>. Dentre elas, predominam na bacia, em termos quantitativos, 11 tipologias industriais, que possuem mais de 500 unidades. A tipologia com o maior número de unidades é

a de confecção de artigos do vestuário e acessórios, seguida da fabricação de móveis e fabricação de outros produtos alimentícios. Essas três atividades representam mais de 30% das unidades produtivas da bacia.

A UGH Tibagi possui o maior número de unidades de indústria de transformação, com 7.327, seguida pela UGH Piraponema, com 6.095 estabelecimentos. Na sequência, as UGHs Médio Paranapanema, Norte Pioneiro, Alto Paranapanema e Pontal do Paranapanema possuem 2.755, 1.454, 1.428 e 1.051 unidades, respectivamente.

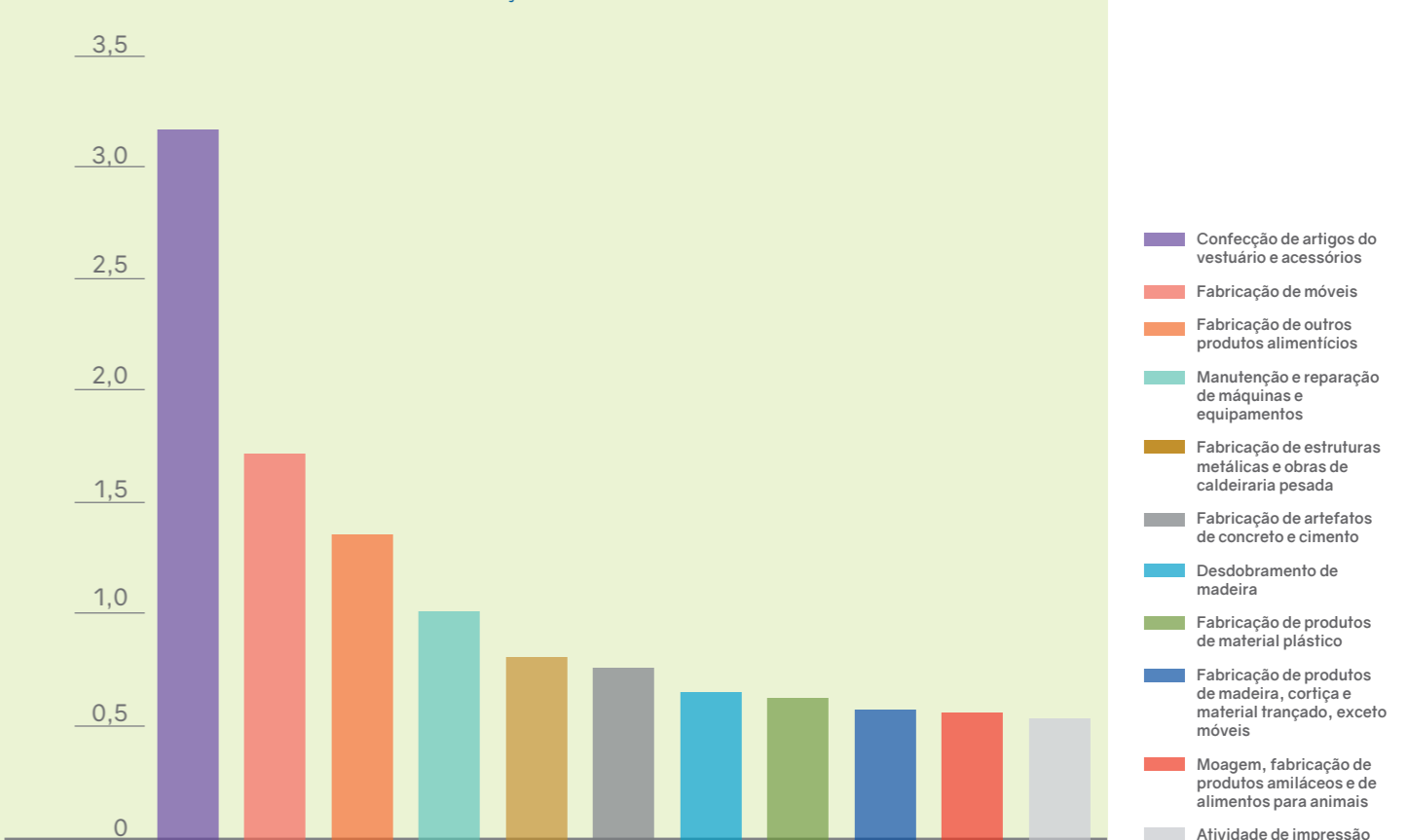
<sup>1</sup> A CNAE é ordenada de forma hierarquizada em cinco níveis: seção, divisão, grupo, classe e subclasse.

### VAB BACIA DO RIO PARANAPANEMA\*



\* O VAB, calculado a partir da diferença entre o valor bruto da produção e o consumo intermediário (gastos da produção), representa a contribuição que cada atividade acresce ao valor final da produção, portanto, seus valores indicam o desempenho da economia.

### UNIDADES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO INSTALADAS NA BACIA

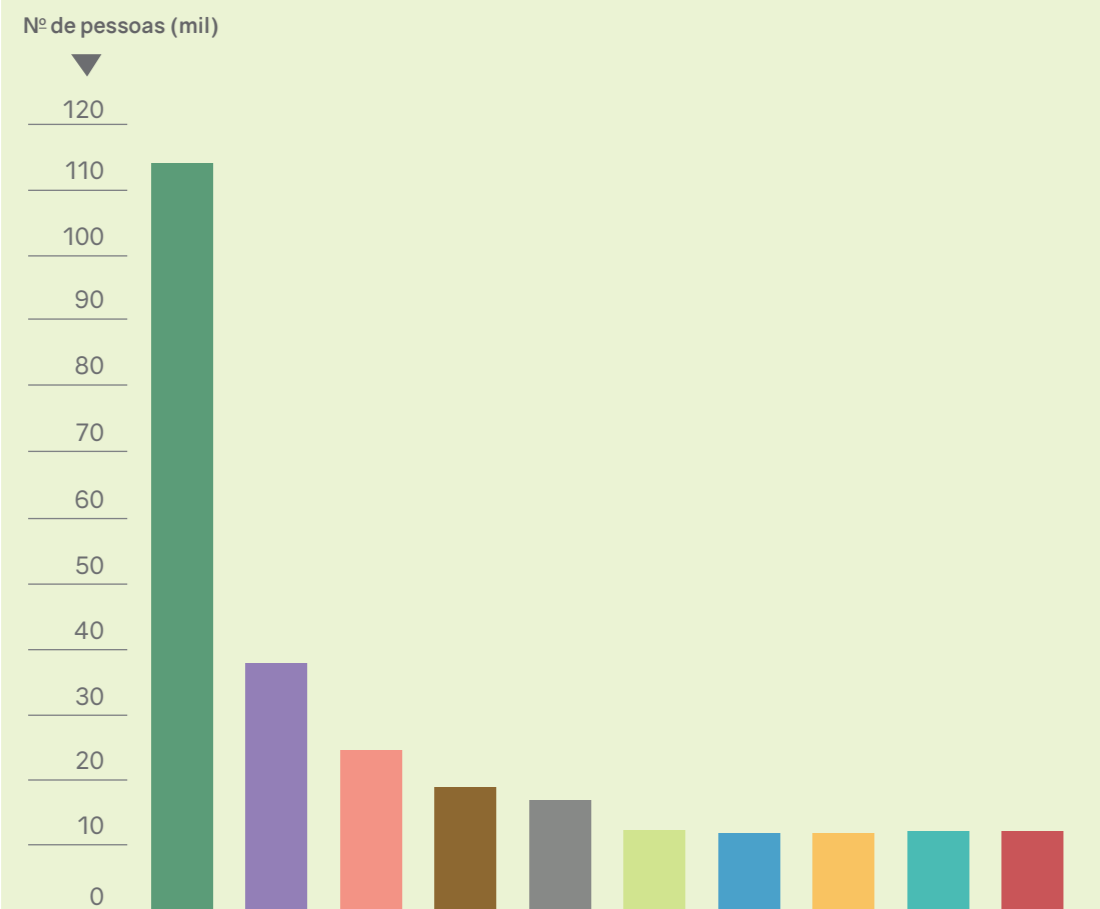


O pessoal ocupado na indústria de transformação totaliza 359.931 pessoas, distribuídas em 23 diferentes atividades industriais, segundo o nível hierárquico de divisão da CNAE. Dentre essas atividades, 10 possuem mais de 10.000 pessoas ocupadas, com destaque à fabricação de produtos alimentícios, com 114.324 pessoas (32% do total da bacia). O setor de confecção de artigos de vestuário e acessórios ocupa a segunda posição, com 37.454 pessoas ocupadas, representando 10% do total. Em terceiro lugar está a fabricação de móveis, com 24.464 pessoas ocupadas, representando 7% do total. Esses três

segmentos industriais representam, aproximadamente, metade da força de trabalho industrial da bacia.

A proporção do número de unidades da indústria de transformação presentes na bacia se reflete na distribuição do pessoal ocupado, por UGH. Assim, a UGH Tibagi possui o maior contingente de pessoal ocupado, com 113.855 pessoas. Na sequência, vêm as UGHs Piraponeima, com 100.788 pessoas, e Médio Paranapanema, Norte Pioneiro, Alto Paranapanema e Pontal do Paranapanema com 64.608, 30.252, 29.883 e 20.545 pessoas, respectivamente.

PESSOAL OCUPADO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO



- Fabricação de produtos alimentícios
- Confecção de artigos do vestuário e acessórios
- Fabricação de móveis
- Fabricação de produtos de madeira
- Fabricação de produtos de metal exceto máquinas e equipamentos
- Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
- Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
- Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
- Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias
- Fabricação de máquinas e equipamentos

## USO DA ÁGUA

A água é um importante insumo para o setor industrial. Além de uso direto e indireto nos processos produtivos e de constituir componente do produto final, é consumida em refeitórios, vestiários, limpeza de equipamentos e pisos e nas estações de tratamento de água (ETA) e de efluentes (ETE).

Para avaliação do perfil industrial da bacia em termos de uso da água, estimaram-se as demandas de captação e lançamento de efluentes a partir dos dados de outorga. A partir dessas estimativas, observou-se que as maiores vazões, tanto de captação quanto de lançamento de efluentes, concentram-se em seis tipologias industriais<sup>II</sup>, representando mais de 80% do volume total outorgado na bacia para captação de água e 90% do volume total outorgado para lançamento de efluentes.

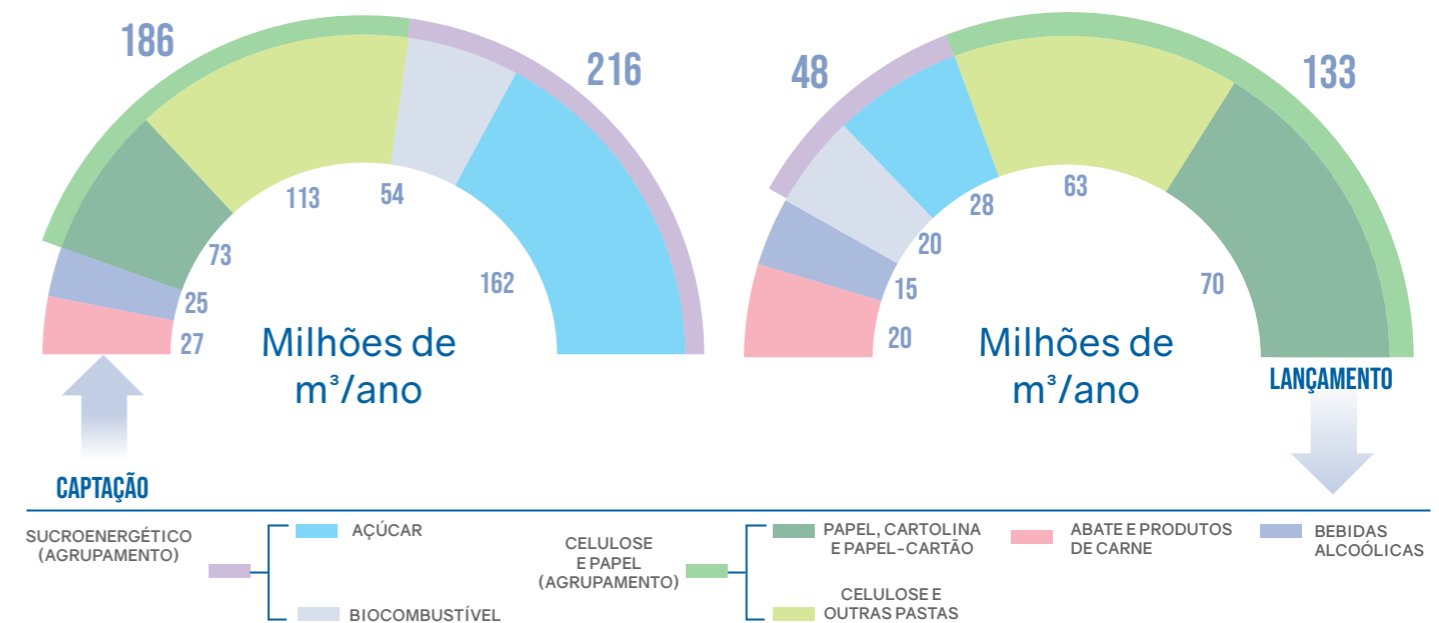
Das seis tipologias com maiores demandas de água, somente a atividade industrial de abate e produtos de carne figura também como tipologia mais importante quanto à quantidade de pes-

soal ocupado. Essa diferença mostra que não há necessariamente relação direta entre o número de unidades industriais e pessoal ocupado e a demanda de uso da água por tipologia industrial, e pode ser justificada pelo fato de que algumas das atividades industriais da bacia, embora possuam um alto número de unidades e pessoal ocupado, utilizam-se de processos produtivos com baixo consumo de água e geração de efluentes. Além disso, indústrias que possuem menores consumos de água, ou que necessitam de água de melhor qualidade e não possuem tratamento interno, optam por efetuar tanto a captação de água como o lançamento de efluentes em redes públicas.

Para a realização das análises deste estudo, as tipologias com processos produtivos, insumos ou produtos semelhantes foram agrupadas, resultando em quatro setores principais em termos de uso da água: sucroenergético, celulose e papel, abate e produtos de carne e bebidas alcoólicas.

II. Segundo o nível hierárquico de grupos da CNAE.

**4** TIPOLOGIAS INDUSTRIAIS  
**80%** DO VOLUME CAPTADO  
**90%** DO VOLUME LANÇADO



# 2

## PROCESSO DE ELABORAÇÃO

### OBJETIVOS DO ESTUDO

- 1** Refinar a caracterização do uso da água pela indústria da bacia do rio Paranapanema
- 2** Estimar a carga efluente potencialmente poluidora do setor industrial da bacia
- 3** Realizar o diagnóstico prospectivo das tipologias industriais mais representativas em termos de uso da água
- 4** Identificar as boas práticas de racionalização do uso da água e tratamento e/ou reúso de efluentes na indústria
- 5** Estabelecer o benchmarking, na forma de indicadores-metade uso da água, resultantes da utilização de boas práticas, para as tipologias industriais mais representativas
- 6** Propor medidas direcionadas ao setor industrial e órgãos gestores para a racionalização do uso da água e redução do lançamento de efluentes na bacia do rio Paranapanema

Os trabalhos tiveram início com o levantamento das fontes de informações necessárias para subsidiar o estudo, realizado em conjunto com a ANA, os CBHs e os órgãos ambientais e de recursos hídricos estaduais. O resultado desse levantamento foi sistematizado na forma de um Inventário de Fontes de Informação, contendo a identificação das fontes, a forma de acesso aos dados e as lacunas, bem como as dificuldades, oportunidades e estratégias possíveis - contatos técnicos, meios e recursos humanos, administrativos, metodológicos ou materiais - para sua obtenção.

Dentre as bases de dados disponíveis, o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) foi estabelecido como a base referencial para o mapeamento das captações e lançamentos de efluentes na bacia do rio Paranapanema, por apresentar as informações mais completas com relação às outorgas federais e estaduais. Para validação e complementação dos dados do CNARH, foram utilizadas como bases de dados de apoio: cadastros de outorgas estaduais, Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos (DAURH), dados de cobrança pelo uso da água, dados dos processos de licenciamento dos órgãos ambientais e de recursos hídricos - automonitoramento, fiscalização e Declaração de Carga Poluidora (DCP).

Ao final da consolidação e consistência de dados, estabeleceu-se uma relação de indústrias com informações referentes à captação e/ou lançamento em corpo hídrico. A partir dessa relação, as tipologias industriais foram classificadas quanto aos volumes de retirada,

retorno e potencial poluidor outorgados mais significativos em relação aos volumes totais do setor industrial da bacia.

Buscando refinar as informações dos dados cadastrais, foram enviados esforços, durante todo o período de execução do estudo, para obtenção de dados advindos da contribuição direta do setor industrial, por meio de seminários com representantes das indústrias, questionários on-line, visitas técnicas *in loco* em indústrias selecionadas e entrevistas remotas com representantes das indústrias.

Durante toda a etapa de coleta e refinamento de dados, foram necessárias diversas reuniões e visitas institucionais. Além da articulação com os CBHs e órgãos gestores de meio ambiente e recursos hídricos estaduais, é importante destacar as tratativas com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e o Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP), buscando a mobilização do setor industrial na colaboração com o estudo.

Com a caracterização refinada do perfil do uso da água das indústrias da bacia, construiu-se um arcabouço atualizado e consistente de informações. Esses dados são essenciais para a segurança hídrica da bacia, contribuindo para o aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. Complementarmente, visando aprimorar a gestão dos recursos hídricos no setor industrial, o estudo identificou as boas práticas de racionalização do uso da água e tratamento e/ou reúso de efluentes e indicadores-meta resultantes para as tipologias industriais com as maiores demandas hídricas da bacia.

## COMO O ESTUDO FOI ELABORADO

ANTECEDENTES

### PIRH PARANAPANEMA

Proposição de programas e ações para uso sustentável dos recursos hídricos

### MANUAL OPERATIVO

Priorização de ações e roteiro para sua execução

### CONCEPÇÃO DO ESTUDO

A Indústria na Bacia do Rio Paranapanema – uso da água e boas práticas

PREPARAÇÃO DOS DADOS

### SISTEMATIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



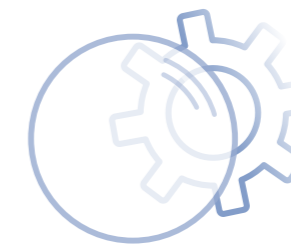
Inventário de fontes de informação

Coleta de dados: cadastros de outorgas federal e estaduais e de cobrança pelo uso da água



Consolidação e consistência da base de dados

### DIAGNÓSTICO PRELIMINAR



Complementação da coleta de dados: licenciamento ambiental, automonitoramento, fiscalização, declaração de carga poluidora

Classificação das tipologias industriais em termos de captação, lançamento e potencial poluidor

RESULTADOS DO ESTUDO

### REFINAMENTO DAS INFORMAÇÕES



Questionários on-line  
Visitas técnicas *in loco*  
Entrevistas remotas

Obtenção de dados de uso efetivo da água

Levantamento de boas práticas\* de redução de captação e de lançamento de efluentes e cargas poluidoras

### DIAGNÓSTICO PROSPECTIVO

Detalhamento do uso da água nas etapas do processo produtivo e determinação de indicadores atuais e otimizados de captação e lançamento de efluentes para os segmentos industriais selecionados



### PROPOSTA DE MEDIDAS PARA O SETOR INDUSTRIAL

Redução da captação de água nova\*\*

Controle do consumo de água no processo produtivo

Minimização da geração de efluentes, adoção de reúso e redução da carga poluidora



Seminários virtuais para apresentação dos resultados a representantes das indústrias, CBHs e órgãos gestores de recursos hídricos e meio ambiente, discussões e coleta de contribuições

### PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS PARA OS SETORES INDUSTRIAIS E DE RECOMENDAÇÕES PARA OS ÓRGÃOS GESTORES

\* Boas práticas são técnicas identificadas e experimentadas como eficientes e eficazes para a realização de determinada tarefa, atividade ou procedimento, visando à melhoria de processos produtivos, redução de custos de produção e conservação ambiental.

\*\* Água nova" ou "água de make-up" (água de reposição) é a vazão necessária para o processo produtivo, desconsiderando a parcela que está sendo recirculada no empreendimento.

### DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

A concepção do perfil de uso da água do setor industrial na bacia do rio Paranapanema foi estruturada a partir de diversas fontes de informação. Para o conhecimento preliminar das demandas hídricas, lançamentos de efluentes e potencial poluidor do setor industrial foram utilizadas informações sobre outorga das seguintes fontes:

- Outorgas do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNDARH 40);
- Outorgas estaduais do Paraná e de São Paulo;
- Dados de cobrança pelo uso da água nas UGHs paulistas.<sup>III</sup>

Dentre as bases de dados recebidas, o CNDARH é a que apresenta as informações mais completas em relação às outorgas federais e estaduais, sendo estabelecida como a base referencial para o mapeamento das captações e lançamentos de efluentes na bacia. Os cadastros de outorgas estaduais e as informações relacionadas à cobrança pelo uso das águas foram utilizadas para validar e complementar o CNDARH.

As bases de dados foram consistidas aplicando-se procedimentos específicos a cada uma, uma vez que possuíam organizações e estruturas diferentes entre si. De modo geral, os seguintes procedimentos foram aplicados a todas as bases para processamento e consistência dos dados:

- Verificação espacial da inserção dos pontos outorgados na bacia, via ferramentas de geoprocessamento;

- Remoção de outorgas cuja finalidade não era uso industrial e exclusivamente de indústrias de transformação, por meio do código CNAE;
- Remoção de outorgas desativadas ou com prazo de validade expirado, com exceção de casos em processo de renovação;
- Remoção de registros duplicados.

Após a aplicação desses procedimentos, devido ao grande número de registros de captação restantes – 1.370 outorgas – os usuários foram classificados em grande, médio e pequeno porte em relação às demandas hídricas. Para as análises subsequentes, consideraram-se os usuários de médio e grande porte, que representam 202 pontos outorgados e são responsáveis por mais de 90% do volume anual outorgado na bacia. Por se tratar de um número consideravelmente menor de registros, todas as outorgas de lançamento em corpos hídricos foram consideradas.

Para a complementação da base de dados de grandes e médios usuários de captação e todos os usuários de lançamento de efluentes, foram incorporados dados provenientes dos processos de licenciamento ambiental da CETESB e do IAT. Adicionalmente, foi realizada uma consistência minuciosa, que incluiu a consulta às portarias de emissão das outorgas e à situação cadastral do CNPJ do usuário.

A base de dados final, utilizada nas análises do estudo, totalizou 267 indústrias, contemplando 42 tipologias industriais (grupo CNAE 2.0).

OUTORGAS ESTADUAIS DO PARANÁ E DE SÃO PAULO

FONTES DE DADOS COMPLEMENTARES

COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS UGHs PAULISTAS

CADASTRO NACIONAL DE USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS (CNDARH)

BASE DE DADOS PRELIMINAR

1.562 PONTOS OUTORGADOS

LANÇAMENTO

192 PONTOS OUTORGADOS

CAPTAÇÃO

1.370 PONTOS OUTORGADOS

441 Superficial

929 Subterrânea

Percentual do volume captado 85%

15%

Classificação dos usuários quanto ao porte

211 PONTOS OUTORGADOS

96 Superficiais

115 Subterrâneas

Percentual do volume captado 82%

9%

403 PONTOS OUTORGADOS REFERENTES AOS MAIORES USUÁRIOS

192 PONTOS OUTORGADOS

Por se tratar de um número menor de registros, foram mantidas todas as outorgas de lançamento

Consistência

MONITORAMENTO DE FONTES DE POLUIÇÃO

DECLARAÇÃO DE CARGA POLUIDORA (DCP)

MEMORIAL DE CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO (MCE)

LAUDOS DE FISCALIZAÇÃO

Coleta de dados complementares em processos de licenciamento ambiental da CETESB e do IAT

202 PONTOS OUTORGADOS

95 Superficiais

107 Subterrâneas

Percentual do volume captado 83%

8%

401 PONTOS OUTORGADOS que corresponde à amostra final de

199 PONTOS OUTORGADOS que correspondem a

que correspondem a mais de

91% do volume de captação outorgado na bacia

267 INDÚSTRIAS

BASE DE DADOS CONSOLIDADA

100%

do volume de lançamento em corpo hídrico outorgado na bacia

III. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas UGHs paranaenses não estava implementada quando da realização deste estudo (ano de 2020).

Das 42 tipologias contempladas no estudo, mais de 20% são da divisão de fabricação de produtos alimentícios. Além desse setor, há tipologias da divisão de fabricação de celulose, papel e produtos de papel (9%), produtos químicos (9%), produtos têxteis (7%), fabricação de produtos minerais não-metálicos (7%) e metalurgia (7%), entre outros.

Dentre as tipologias, seis são responsáveis por cerca de 90% da captação de água (considerando usuários de médio e grande porte) e do lançamento de efluentes, sendo estas: fabricação e refino de açúcar, fabricação de biocom-

bustíveis, fabricação de celulose e outras pastas de papel; fabricação de papel, cartolina e papel-cartão; fabricação de bebidas alcoólicas e abate e fabricação de produtos de carne. Foram realizados agrupamentos das tipologias semelhantes em termos de processos produtivos e produtos, sendo denominados como setor sucroenergético (fabricação e refino de açúcar e biocombustíveis) e do setor de celulose e papel (fabricação de celulose e outras pastas e fabricação de papel, cartolina e papel-cartão).

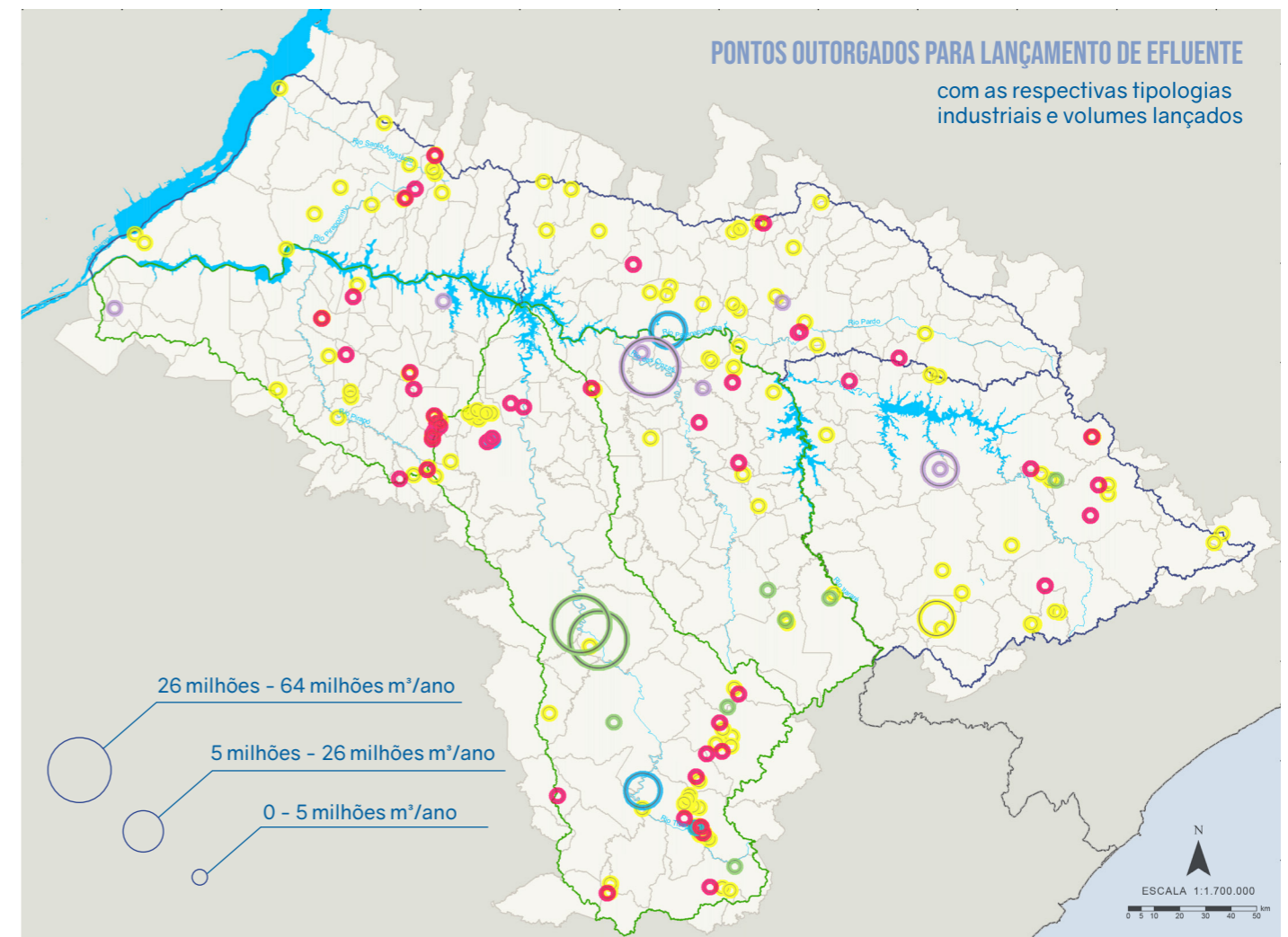
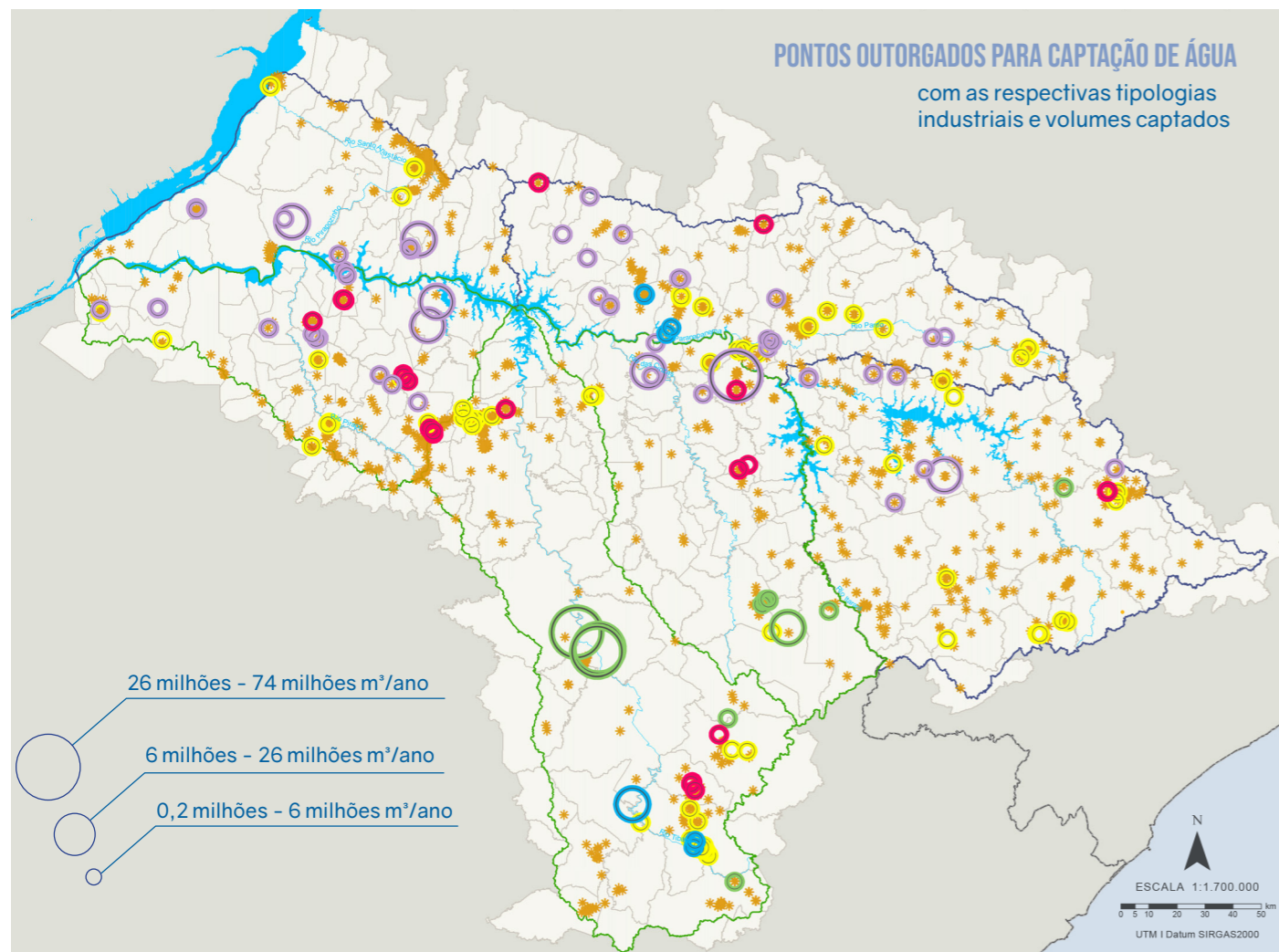
As outorgas da bacia, em sua maioria, estão localizadas em rios de do-

mínio estadual e são concedidas pelos órgãos gestores de recursos hídricos estaduais (IAT-PR e DAEE-SP). Foram identificadas duas outorgas da ANA para captação e três para lançamento no rio Paranapanema, curso d'água de domínio da União.

Com relação à quantidade de outorgas de captação, 52% estão localizadas no Paraná e o restante (48%) em São Paulo. Salienta-se que embora o número de registros consistentes de usuários de pequeno porte de captação seja expressivo – 1.199 registros – suas vazões representam menos de 10% do volume

total das outorgas de captação na bacia, podendo haver, ainda, registros espúrios, uma vez que não foi realizada a consistência minuciosa. Para lançamento de efluentes, 61% das outorgas são do estado do Paraná e 39% de São Paulo.

Tanto para captação quanto lançamento, observa-se uma concentração de pontos outorgados nos municípios e proximidades de Ponta Grossa, Londrina e Maringá no lado paranaense e em Itapetininga, Ourinhos e Presidente Prudente, no estado paulista. Todos os municípios mencionados possuem destaque industrial na bacia.



LEGENDA

★ USUÁRIOS DE PEQUENO PORTE

TIPOLOGIAS INDUSTRIAIS

○ SUCROENERGÉTICO

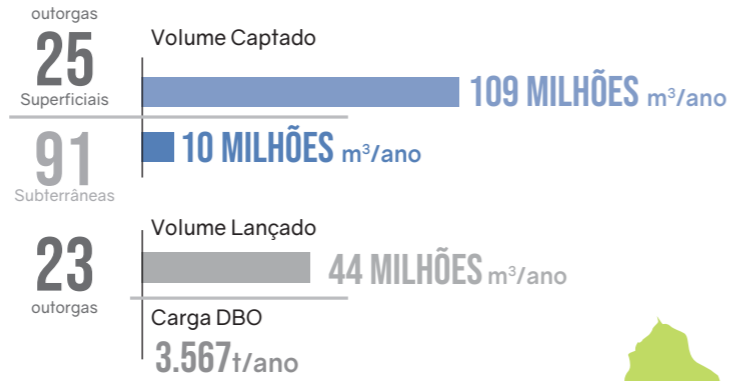
○ CELULOSE E PAPEL

○ BEBIDAS ALCOÓLICAS

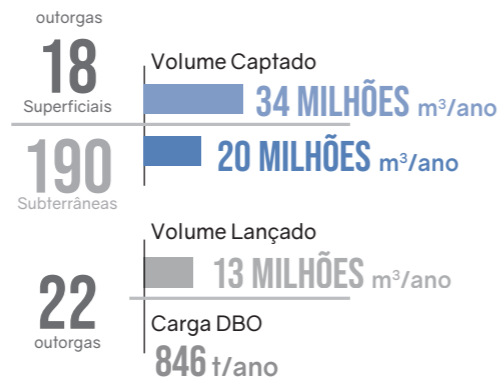
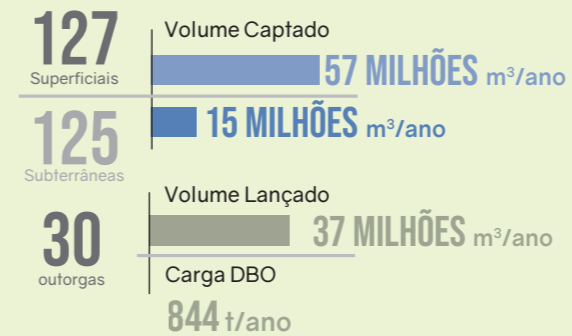
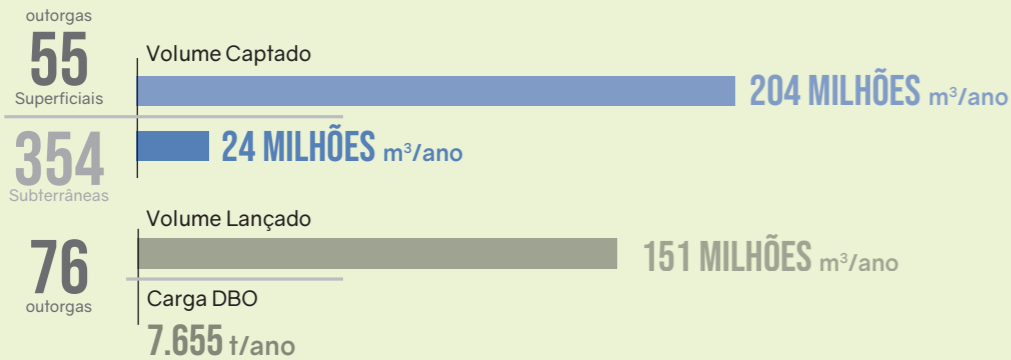
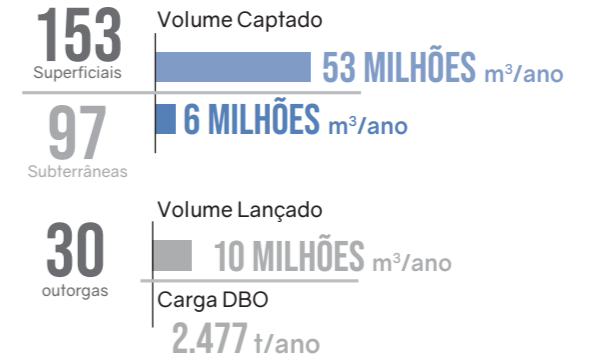
○ ABATE E PRODUTOS DE CARNE

○ OUTROS

PARANÁ

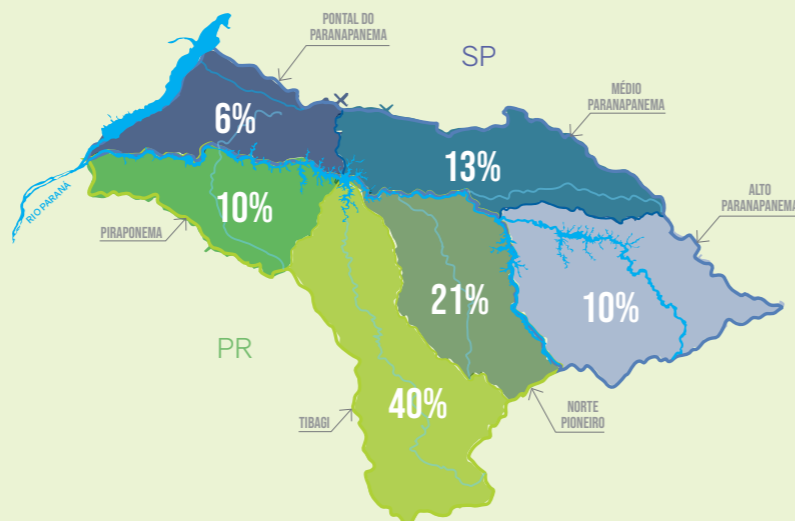


SÃO PAULO



BACIA

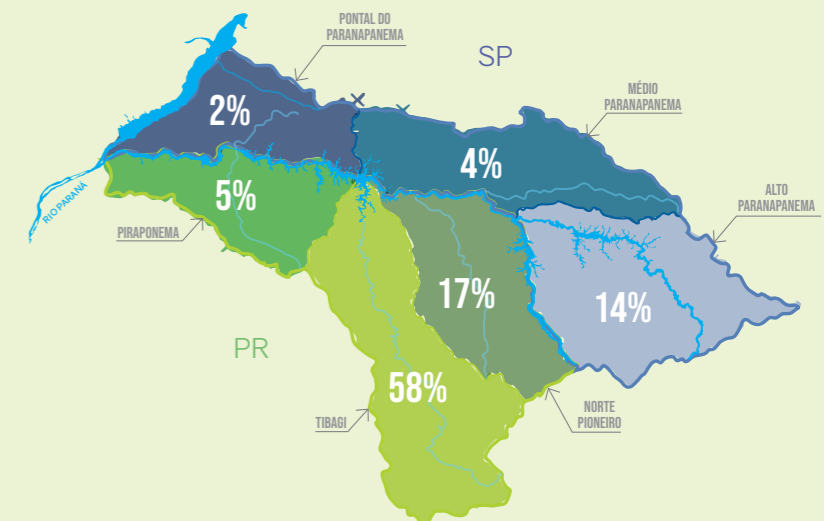
VOLUME TOTAL DE CAPTAÇÕES  
565 MILHÕES m<sup>3</sup>/ano



BACIA

VOLUME TOTAL DE LANÇAMENTOS  
259 MILHÕES m<sup>3</sup>/ano

CARGA DBO TOTAL  
16 MIL t/ano





# 3

## DIAGNÓSTICO PROSPECTIVO

### DO USO DA ÁGUA E PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS

Como resultado do caminho percorrido entre o levantamento dos dados brutos outorgados até o refinamento das informações a partir de dados coletados diretamente junto ao setor industrial, foi possível determinar indicadores – em relação à unidade de matéria-prima ou produto – das vazões de captação e lançamento de efluentes e potencial poluidor para as tipologias industriais com as maiores demandas de água da bacia do rio Paranapanema.

À luz dos indicadores atuais de usos efetivos da água, foram propostos indicadores-meta e realizadas estimativas de potenciais reduções de volumes captados e lançados e suas respectivas cargas poluidoras.

A partir dessas estimativas, foram recomendadas medidas relacionadas à adoção de boas práticas, abrangendo todos os segmentos industriais, com detalhamento para as tipologias com usos da água mais expressivos – setor sucroenergético, celulose e papel, bebidas alcoólicas, e abate e produtos de carne. Dessa maneira, melhorias de

eficiência focadas nessas tipologias podem resultar em maiores benefícios para o conjunto da bacia.

No âmbito das análises realizadas para detalhamento dos processos industriais desses setores, foram identificadas boas práticas conhecidas ou já aplicadas em alguns empreendimentos, que podem ser difundidas e reproduzidas em outras indústrias com vistas a obter a redução potencial dos indicadores de demandas. Para tanto, as entidades do sistema de gestão de recursos hídricos da bacia podem atuar como agentes de apoio e estímulo aos usuários industriais. Outras boas práticas aplicáveis aos setores específicos abordados pelo estudo foram obtidas da literatura, de prêmios e fóruns do setor industrial e indicadas por especialistas consultados.

O levantamento de informações junto ao setor industrial evidenciou também um esforço preexistente na adoção de práticas de redução do uso da água, por vezes, com metas até mais restritivas que as exigências legais.



Barragem, pivô central e reflorestamento entre Itaberá (SP) e Itapeva (SP)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

## REFINAMENTO DAS INFORMAÇÕES

O refinamento dos dados teve por objetivo identificar as vazões efetivamente captadas e lançadas pelas indústrias da bacia, que, em geral, diferem dos valores outorgados. Adicionalmente, foram coletados dados sobre produção e número de funcionários, visando à obtenção de indicadores de uso da água mais fidedignos à realidade setorial.

Esse processo foi fundamentado na participação dos órgãos estaduais de meio ambiente – CETESB e IAT – por meio de consulta a documentos de processos de licenciamento ambiental, assim como na contribuição do setor industrial.

A partir da base de dados consolidada, com apoio da ANA e dos CBHs solicitaram-se às indústrias as suas contribuições mediante o preenchimento de questionários e realização de visitas técnicas e entrevistas remotas.

## REUNIÕES COM O SETOR INDUSTRIAL

No início do estudo foram realizadas duas reuniões com o setor industrial nos dias 5 e 7 de novembro de 2019, em Jacarezinho/PR e Ourinhos/SP, respectivamente. Esses encontros ocorreram com participação da equipe da ANA, do CBH Paranapanema, do Consórcio RHA-ENGEORPS e de representantes do setor industrial, para apresentação do estudo e obtenção de contribuições desse setor.

## QUESTIONÁRIOS

Disponibilizados on-line, os questionários continham perguntas objetivas, organizadas em cinco seções: identificação; produção; captação, efluentes e carga poluidora; boas práticas de uso da água; e finalização.

Das **220** indústrias contatadas, para as quais foram obtidas informações de contato válidas, **42** responderam ao questionário (cerca de **19%**), predominantemente do estado do Paraná, representando mais de **60%** das respostas. Por tipologia, houve um retorno maior de indústrias do segmento sucroenergético, seguido de abate e produtos de carne, celulose e papel e bebidas alcoólicas.

Estiveram presentes nas reuniões representantes de indústrias dos segmentos sucroalcooleiro, alimentício e bebidas. Além da coleta de informações realizada, o estudo despertou o interesse dos participantes por promover a disseminação de boas práticas de uso da água, além de estabelecer referências para a avaliação das indústrias sobre o seu desempenho no uso dos recursos hídricos e nas tecnologias empregadas.

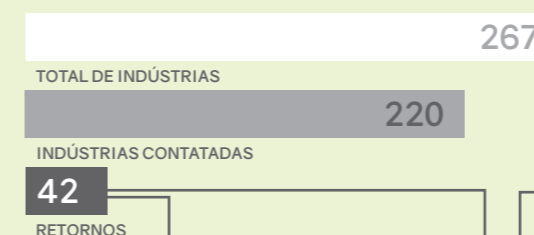
## VISITAS TÉCNICAS *IN LOCO* E ENTREVISTAS REMOTAS

O refinamento dos dados também se deu a partir de visitas técnicas *in loco* e entrevistas remotas realizadas para um conjunto amostral de 28 indústrias que permitiram as visitas e se dispuseram às entrevistas, dentre um total de 160 contatadas.

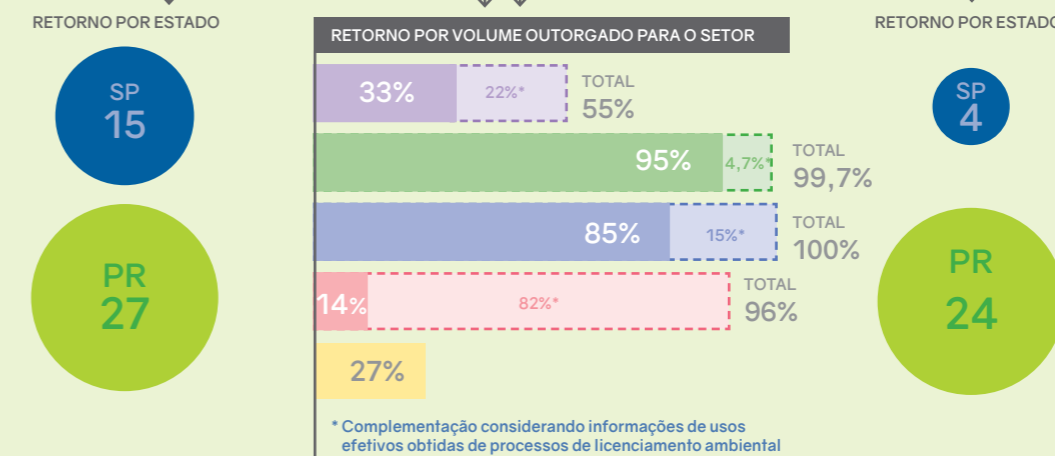
As visitas *in loco* foram realizadas entre os meses de janeiro a março de 2020 e as entrevistas remotas, nos meses de abril e maio de 2020, em adaptação às restrições impostas pelos órgãos governamentais em face da contingência da pandemia de Covid-19, impossibilitando as visitas presenciais.

Durante as visitas e entrevistas foram coletadas e/ou validadas informações das outorgas de captação e lançamento de efluentes e dos seus parâmetros de qualidade, assim como auferidos dados médios reais de consumo de água, lançamento de efluentes, cargas poluidoras e informações quantitativas sobre o processo produtivo. Além disso, foram registradas boas práticas no uso da água e gerenciamento de efluentes industriais, realizando-se também, sempre que possível, o registro fotográfico das instalações e tecnologias, no caso das visitas técnicas.

### QUANTIDADE TOTAL DE QUESTIONÁRIOS ENVIADOS E RESPOSTAS RECEBIDAS



### QUANTIDADE DE VISITAS SOLICITADAS E REALIZADAS



■ Sucroenergético  
■ Celulose e papel  
■ Bebidas alcoólicas  
■ Abate e produtos de carne  
■ Outros

## INDICADORES E BOAS PRÁTICAS

A partir dos dados refinados para as tipologias industriais com maiores demandas de água na bacia do rio Paranapanema, foram elaborados indicadores representativos de relações entre as vazões efetivas de retirada, lançamento de efluentes e cargas orgânicas, e as variáveis mais adequadas para cada segmento industrial – matéria prima ou produto.

Os indicadores apresentados a seguir representam, portanto, médias e faixas de variações do uso da água atual, em escala de bacia hidrográfica. Diferenças nos valores encontrados podem ocorrer em virtude de distintos processos produtivos utilizados e características específicas de cada empreendimento (porte, tecnologias, obsolescência de instalações, entre outras).

## PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS

Paralelamente ao ritmo acelerado da industrialização, a crescente conscientização ambiental e um mercado cada vez mais restritivo a empresas inadequadas sob essa ótica, têm levado as indústrias a implementar políticas e programas socioambientais.

Além disso, a indústria e seus gestores admitem que os recursos naturais são limitados e que o uso de água nova e o lançamento de efluentes industriais significam perdas de insumo e energia e aumento de custos operacionais.

Emerge, assim, a necessidade de se rever processos, visando minimizar o consumo, o desperdício e o volume de efluentes a serem tratados e lançados

A partir dos resultados dos indicadores atuais foi realizada a proposição de indicadores-meta<sup>IV</sup> e apresentadas estimativas de potenciais reduções de volumes demandados de água, de lançamento de efluentes e de cargas poluidoras, tanto com base nas informações das indústrias amostradas no estudo quanto, onde possível, em informações nominiais de outros empreendimentos dos mesmos setores instalados na bacia.

De forma a orientar a implementação das boas práticas, elaborou-se uma proposta de medidas que podem ser adotadas pelos diferentes segmentos industriais, visando à melhoria dos seus indicadores, rumo à racionalização progressiva do uso da água na bacia.

nos corpos hídricos. Mudam-se, pois, o enfoque da produção e a postura do setor industrial, que passa a buscar novas práticas, por meio da reavaliação dos procedimentos internos de fabricação e do emprego de tecnologias mais modernas para atingir padrões de qualidade mais competitivos.

Esse novo contexto estimula as indústrias a desenvolverem uma produção racionalizada e mais limpa e a possibilidade de beneficiar o meio ambiente e os recursos hídricos.

Iniciativas nesse sentido têm se popularizado no meio industrial, influenciadas pela pressão da sociedade, incluindo os consumidores, assim como

pela legislação ambiental e pela, vigente ou iminente, cobrança pelo uso da água e lançamento de efluentes. Nessa perspectiva, as medidas propostas pelo estudo contemplam as principais boas práticas que podem ser adotadas pelas indústrias, objetivando a minimização do uso de água nova captada e a melhoria das características dos efluentes gerados.

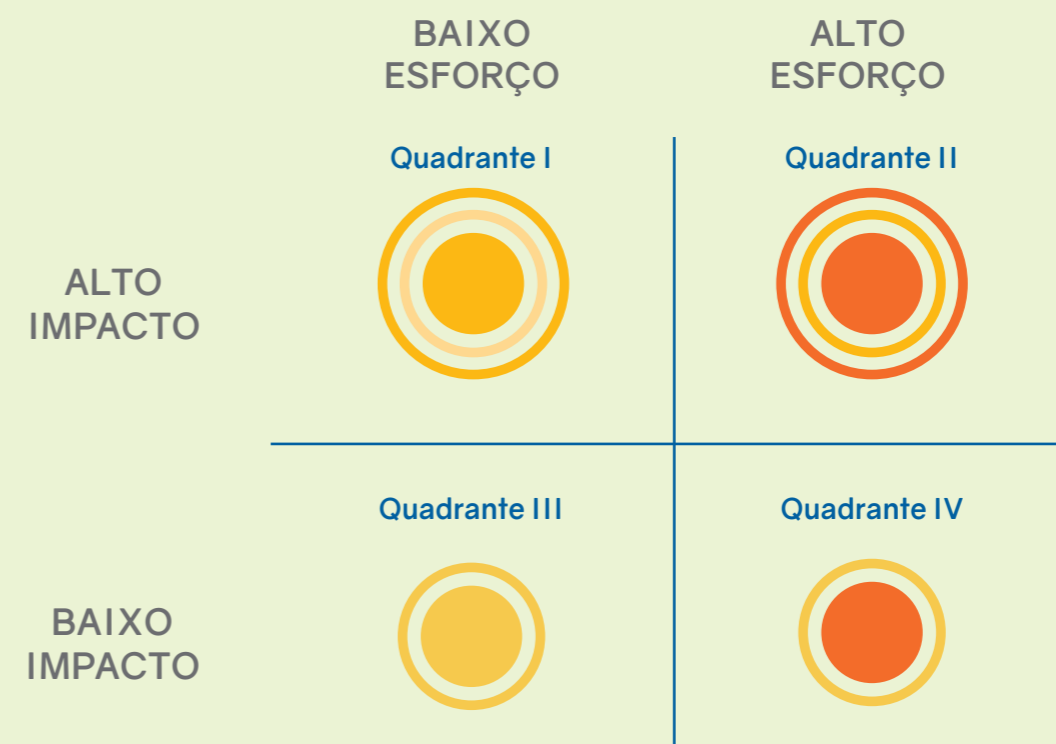
Para auxiliar na avaliação e viabilidade de implantação das medidas, foi incluída uma matriz de Esforço vs. Impacto. O esforço trata de questões financeiras, que envolvem mudança e/ou adição de equipamentos para executar a boa prática em questão.

O impacto afere em quanto a medida reduzirá a captação de água ou contribuirá para o reúso da água no processo produtivo.

Tal matriz possibilita, de forma concisa, correlacionar os dois aspectos que lhe dão nome. A sua utilização auxilia na otimização de recursos, na identificação das medidas que exigem maior concentração de esforços e na tomada de decisão.

Dessa forma, as medidas foram classificadas qualitativamente em Alto/Baixo Esforço e Alto/Baixo Impacto. Os quadrantes da matriz auxiliam na priorização das medidas da seguinte forma:

## QUADRANTES DA MATRIZ DE ESFORÇO VS. IMPACTO



**Quadrante I**  
Medidas que impactam um maior resultado e requerem menos esforço. Por essa razão devem ser priorizadas.

**Quadrante II**  
Medidas que produzem alto impacto, porém com maior esforço. Nesse caso, devem ser avaliadas com cautela, pois o maior esforço pode reduzir o impacto positivo esperado.

**Quadrante III**  
Medidas que requerem pouco esforço, porém produzem pouco impacto. Não se tratam de medidas totalmente dispensáveis, mas se deve priorizar as do Quadrante I perante estas.

**Quadrante IV**  
Medidas que geram baixo impacto e que requerem muito esforço. Em geral, podem ser adiadas ou mesmo extintas.

IV. Indicadores-meta representam possibilidades de redução dos usos da água compatíveis com referências para o setor. Indicadores potenciais constituem metas de uso ainda mais restritivas que, porém, podem ser adotadas em horizontes de médio prazo.

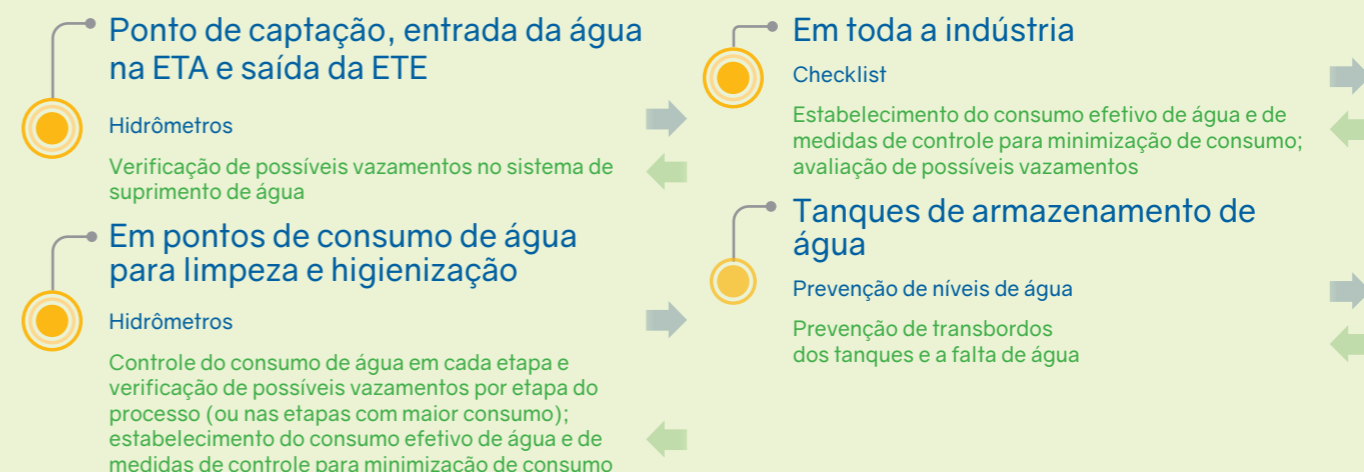
Visando à redução da captação de água e do lançamento de efluentes, foram propostas medidas transversais, aplicáveis a todos os segmentos industriais da bacia. Sob a perspectiva da matriz Esforço vs. Impacto, a implementação de hidrômetros, de checklists, limpezas a seco, reúso de efluentes tratados em lavagens exter-

nas e irrigação são medidas a serem priorizadas, devido ao baixo esforço e alto impacto. Embora a captação de água da chuva possua um alto impacto, o esforço para implementar essa ação é alto, envolvendo construção de tanques e instalação de tubulação específica para interligar a água captada aos locais para uso direto ou tratamento.



Área rural próxima ao rio Tibagi na região de Carambeí (PR)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

### CONTROLE DE CONSUMO DE ÁGUA



### REDUÇÃO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES



➔ Medida recomendada  
➔ Resultados esperados

● BAIXO ESFORÇO BAIXO IMPACTO  
● ALTO ESFORÇO BAIXO IMPACTO  
● BAIXO ESFORÇO ALTO IMPACTO  
● ALTO ESFORÇO ALTO IMPACTO

Usina sucroenergética em Jacarezinho (PR)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA



## O SETOR SUCROENERGÉTICO

O setor sucroenergético é um dos mais importantes na cadeia agroindustrial do Brasil, maior produtor global de cana-de-açúcar. Mais de 20 estados brasileiros, em todas as regiões, processam cana-de-açúcar, incluindo São Paulo e Paraná.

A indústria sucroenergética vem aumentando expressivamente a eficiência do aproveitamento de insumos nas últimas décadas, dentre os quais, a água. A partir de 2007, com a forte expansão do setor no estado de São Paulo e o aumento das preocupações ambientais, as usinas têm se comprometido a cumprir diretivas técnicas de

sustentabilidade cada vez mais restritivas. Também no estado do Paraná, novos regulamentos ambientais específicos para o setor foram iniciados em 2010.

Portanto, as indústrias sucroenergéticas têm investido em ações norteadas prioritariamente à modernização de seu processo produtivo, de modo a torná-lo mais eficiente, em especial na redução do consumo de água e no emprego de reúso. O setor pratica intensamente a recirculação de água em seu processo industrial, acarretando uma menor pressão por novas fontes de abastecimento de água.

Os produtos derivados da cana-de-açúcar incluem melaço, bebidas alcoólicas (rum, aguardente, cachaça) e, principalmente, **açúcar e etanol** – a maior parte das usinas produz ambos e a proporção varia com as condições de mercado.

A transformação da cana-de-açúcar em produtos passa por uma série de etapas que requerem volumes expressivos de água, destacando-se preparo da cana e extração e tratamento do caldo, fabricação de açúcar, fermentação, destilação do etanol e geração de energia, além de limpeza de pisos e equipamentos, bem como o reúso potável.

O processo produtivo da fabricação do açúcar e do álcool se inicia com a chegada da cana à usina onde ela é pesada, amostrada e submetida a análises a fim de se determinar o teor de sacarose. Em seguida, vai para o pátio de estocagem ou é encaminhada diretamente à mesa alimentadora das moendas na usina.

Na mesa alimentadora da usina, a cana quando colhida manualmente poderá ser lavada ou ventilada para limpeza a seco para remoção de materiais vegetais (palha), minerais (argila e areia) e outras impurezas (metais). No caso de ter sido colhida mecanicamente, a cana segue diretamente para o picador, desfibrador e moenda ou difusor. Esta etapa consiste em preparar a cana para a extração do caldo, aumentando sua densidade e capacidade de moagem.

Na moagem, a extração dos líquidos da cana é feita pelo esmagamento nos rolos das moendas. Outra forma de extração do caldo é o difusor de cana, onde a extração ocorre por ruptura de células. O bagaço de cana resultante, com reduzido teor de umidade, é queimado

nas caldeiras, produzindo vapor pressurizado de água que aciona as turbinas, gerando energia elétrica e mecânica. Esse processo é conhecido como cogeração de energia ou bioeletricidade.

Extraído o caldo da cana (caldo misto), o próximo passo é o seu tratamento, extraindo-se as impurezas solúveis e insolúveis. Primeiramente, o caldo passa por um processo de sulfitação e, em seguida, calagem para neutralizar a acidez do caldo.

Depois de aquecido, o caldo é purificado no processo chamado de decantação ou clarificação. O caldo decantado é retirado da parte superior de cada compartimento e enviado para os evaporadores de múltiplos efeitos para concentração. As impurezas sedimentadas constituem o lodo, também conhecido como torta de filtro, que será utilizado na lavoura como adubo orgânico fornecendo uma importante fonte de fósforo e outros nutrientes.

Na sequência, o caldo passa por evaporadores de múltiplos efeitos aquecidos a vapor, para a redução do teor de água. O caldo concentrado é chamado de xarope ou melaço, seguindo para os cozedores, evaporadores de simples efeito, onde o xarope é concentrado.

Surgem, então, os denominados cristais de açúcar, formados pela precipitação da sacarose. Ao atingir o tamanho ideal, a massa cozida segue para as centrífugas com a separação do açúcar. O mel removido retorna aos cozedores para a recuperação do açúcar dissolvido. A partir desse ponto, o mel passa a ser chamado de mel final ou melaço, sendo enviado para a fabricação do álcool. Finalmente, o açúcar é ensacado, pesado e armazenado.

O etanol pode ser produzido a partir da fermentação do mel final ou melaço, resultante do processo de fabricação de açúcar, ou ainda do caldo extraído nas moendas.

O caldo resfriado é enviado ao tanque diluidor para o preparo da mistura denominada de mosto, constituindo-se numa solução de açúcar cuja concentração é ajustada para facilitar a fermentação, nas dornas de fermentação.

Após a fermentação alcoólica, a mistura denominada vinho fermentado é enviada à centrífuga para recuperação do fermento.

O vinho fermentado é encaminhado para as colunas de destilação, sendo o álcool separado dos sub produtos (vinhaça, óleo fúsel, flegmaça e outros). A vinhaça é retirada do fundo da primeira coluna de destilação em uma proporção de aproximadamente 12 litros para cada litro de álcool produzido. A flegmaça, retirada do fundo da segunda coluna de destilação, constitui uma solução aquosa que pode ser reciclada para a primeira coluna ou descartada como efluente misturado à vinhaça para aplicação no solo.

O álcool hidratado, produto final dos processos de destilação e retificação, é uma mistura binária álcool-água que atinge um teor da ordem de 96° GL. Esse álcool hidratado pode ser comercializado ou passar por um processo de desidratação, formando álcool anidro, utilizado como aditivo à gasolina.

Na **geração de energia** a partir do bagaço da cana, pode-se destacar o uso da água na produção do vapor para gerar força motriz, na lavagem dos gases de combustão das caldeiras, no resfriamento do ar e óleo dos turbogeradores e nas torres de condensação.

Quanto ao lançamento de efluentes, os principais resíduos líquidos do processo industrial das usinas sucroenergéticas são a **vinhaça**, a **flegmaça** e as águas residuárias representadas pela água de lavagem de cana, dos multijatos da fábrica, de resfriamento da fermentação, dos condensadores de álcool, de lavagem dos gases da chaminé e cinzas das caldeiras e de lavagem de pisos e equipamentos.

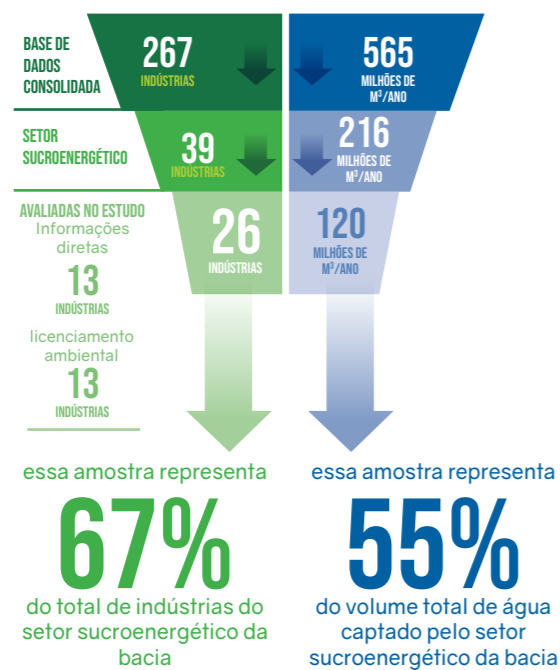
A vinhaça, por ser rica em matéria orgânica e nutrientes, passou a ser utilizada como fertilizante na lavoura da própria cana-de-açúcar, mediante fertirrigação. A flegmaça e as águas residuárias podem ser aplicadas em conjunto com a vinhaça, desde que haja um controle quanto aos aspectos ambientais resultantes, a fim de proteger o solo fertirrigado e as águas subterrâneas.

A **fertirrigação** é realizada amplamente pelo setor sucroenergético, seguindo critérios técnicos de nutrição canaveira e normas ambientais específicas que regulamentam a sua adoção. Normalmente, dá-se mediante a aplicação de pequenas lâminas para redução do estresse hídrico e melhoria das condições de crescimento e desenvolvimento da cana, notadamente após o corte<sup>2</sup>.

Dessa maneira, a fertirrigação controlada da vinhaça e das águas residuárias, desde que condicionada ao atendimento aos normativos e às práticas setoriais de sustentabilidade, é uma boa prática do setor do ponto de vista ambiental e produtivo, resultando em uma melhora na produtividade agrícola da cultura da cana. Entretanto, sem prejuízo à aplicação na lavoura, existe uma tendência em se promover a biodigestão da vinhaça por processos anaeróbios como forma de obtenção de energia extra.

2. ANA. Levantamento da cana-de-açúcar irrigada e fertirrigada no Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias/ana-conclui-mapeamento-da-area-com-uso-de-agua-para-cana-de-acucar-no-brasil>.

# O SETOR SUCROENERGÉTICO



consumo de água em relação a unidades similares que produzem mais etanol.

Para verificar o potencial de otimização de uso da água, foram realizadas simulações de redução das demandas totais, tanto considerando apenas os usuários cujas informações foram aferidas neste estudo, quanto mediante estimativas de reduções de demandas considerando a totalidade de usuários do setor na bacia.

Para a primeira abordagem, foi simulada inicialmente a possibilidade de otimização dos usos da água de forma que todas as usinas tivessem seus índices iguais ou inferiores a 1,0 m³/t, valor máximo de captação de água considerado na Resolução nº 88/2008 da Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo (SMA), que define diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroenergético no estado de São Paulo<sup>V</sup>. Também foi realizada uma simulação de forma a verificar potenciais reduções nas demandas de todas as indústrias avaliadas para atingir um índice médio ainda menor, mas passível de ser atendido, de 0,80 m³/t. Tal índice foi verificado como factível e, inclusive, foi motivo de premiação da empresa Raízen (unidade de Piracicaba) como vencedora do 12º Prêmio de Conservação e Reúso de Água da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP)<sup>4</sup> e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP).

Com isso, caso os indicadores-meta de **1,0 m³** e **0,8 m³/t** fossem alcançados nas unidades amostradas avaliadas, haveria uma **redução na captação de água de 11,0 e 17,6 milhões de m³ ao ano**, respectivamente, correspondendo a uma diminuição também respectiva de 19,5% e 31%, em relação à sua demanda atual.

## Indicadores de Uso da Água da Bacia



De forma complementar, foi realizada uma simulação adicional considerando os valores nominais de produção das usinas sucroenergéticas existentes na bacia, visando estimar uma otimização potencial de demandas do setor sucroenergético para a totalidade da bacia<sup>VI</sup>.

Considerando o período operacional médio de 240 dias por ano (oito meses), a capacidade nominal das usinas da bacia foi estimada em 301.116 toneladas de cana moídas por dia. Com esse valor e o indicador potencial de 0,8 m³/t haveria uma **redução na captação de água de 15,6 milhões de m³ ao ano**, correspondente a uma diminuição de 21,2% em relação ao valor total estimado pelo indicador médio de 1,02 m³/t. No que se refere ao lançamento de efluentes provenientes do processo produtivo em

corpos hídricos, as usinas do estado de São Paulo praticam a fertirrigação, com a vinhaça misturada às águas residuárias. No estado do Paraná são encontradas usinas que realizam o tratamento das águas residuárias e as encaminham para o corpo hídrico.

Das 39 usinas do setor sucroenergético da bacia, foram identificadas outorgas de lançamento para sete delas, mas informações de vazões efetivas para apenas quatro, e de carga, para somente três. Assim, optou-se por desconsiderar os indicadores de lançamento de efluentes na bacia do rio Paranapanema. Reitera-se, no entanto, que o setor tem trabalhado com meta de lançamento zero, fazendo o reúso agrônomo da vinhaça e das águas residuárias na fertirrigação da própria lavoura de cana.

- ELIA NETO, A.; SHINTAKU, A. Usos e reúsos de água e geração de efluentes. In: Manual de conservação e reúso de água na agroindústria sucroenergética. Brasília, 2009.
- DILLEWIJN, 1952 apud FAO, 2020. DILLEWIJN, C. V. Botany of the Sugar Cane. Chronica Botany. Waltham, Mass. pp 371. Nova Iorque, 1952. FAO – Food and Agriculture Organization. Feeding pigs in the tropics – Chapter 3 Sugar cane. Disponível em: <http://www.fao.org/3/w3647e/W3647E03.htm>.

- Esta análise apresenta as seguintes ressalvas:  
Considerou-se a capacidade de produção nominal das usinas, que nem sempre retrata a sua real produção.  
Dentre as usinas da bacia consideradas, algumas possuem múltiplas captações, sendo parte na bacia do rio Paranapanema e parte em corpos hídricos de bacias vizinhas.  
A relação entre a produção de cana e a produção de açúcar e etanol foi adotada conforme dados da CONAB, referentes às safras 2018/2019 e 2019/2020.  
O período operacional pode variar entre diferentes anos, dependendo das demandas do mercado.

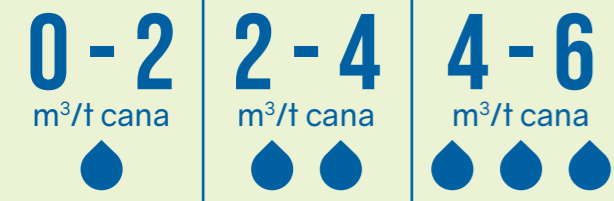
3. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2020. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br).

V. No estado do Paraná ainda não há limites legais estabelecidos relacionados com o volume máximo de água demandado para a produção de açúcar ou etanol.

4. 12º Prêmio de Conservação e Reúso de Água – Cases Vencedores. 2017. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/12o-premio-de-conservacao-e-reuso-de-agua-cases-vencedores/>.

# CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA NOS MACRO E SUBPROCESSOS DO SETOR SUCROENERGÉTICO

Consumo



CAPTAÇÃO

## LIMPEZA

Lavagem da cana

## MOAGEM

Embebição  
Resfriamento de mancais  
Resfriamento de óleo

## COGERAÇÃO DE ENERGIA

Produção de vapor direto  
Dessuperaquecimento  
Lavagem de gases da caldeira  
Limpeza dos cinzeiros  
Resfriamento óleo e ar dos turbogeradores

## TRATAMENTO DO CALDO

Resfriamento coluna de sulfitação  
Preparo do leite de cal  
Preparo de polímero  
Aquecimento de caldo para açúcar  
Aquecimento de caldo para etanol

## FILTRAÇÃO

Lavagem da torta  
Condensadores dos filtros



FÁBRICA DE AÇÚCAR

## EVAPORAÇÃO

Vapor para evaporação

Condensadores/multijatos evaporação

## COZIMENTO

Vapor para cozimento

Condensadores/multijatos cozedores  
Retardamento do cozimento  
Diluição de méis e magas

## CENTRIFUGAÇÃO

Lavagem de açúcar

## SECAGEM

Retenção de pó de açúcar



DESTILARIA

## FERMENTAÇÃO

Preparo do mosto  
Resfriamento do caldo  
Preparo do pé de cuba  
Lavagem gases CO<sup>2</sup> fermentação  
Resfriamento de dornas

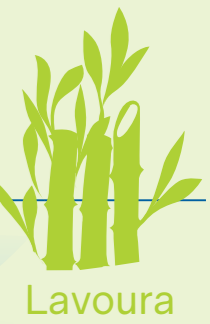
## DESTILAÇÃO

Vapor para a destilação  
Resfriamento dos condensadores

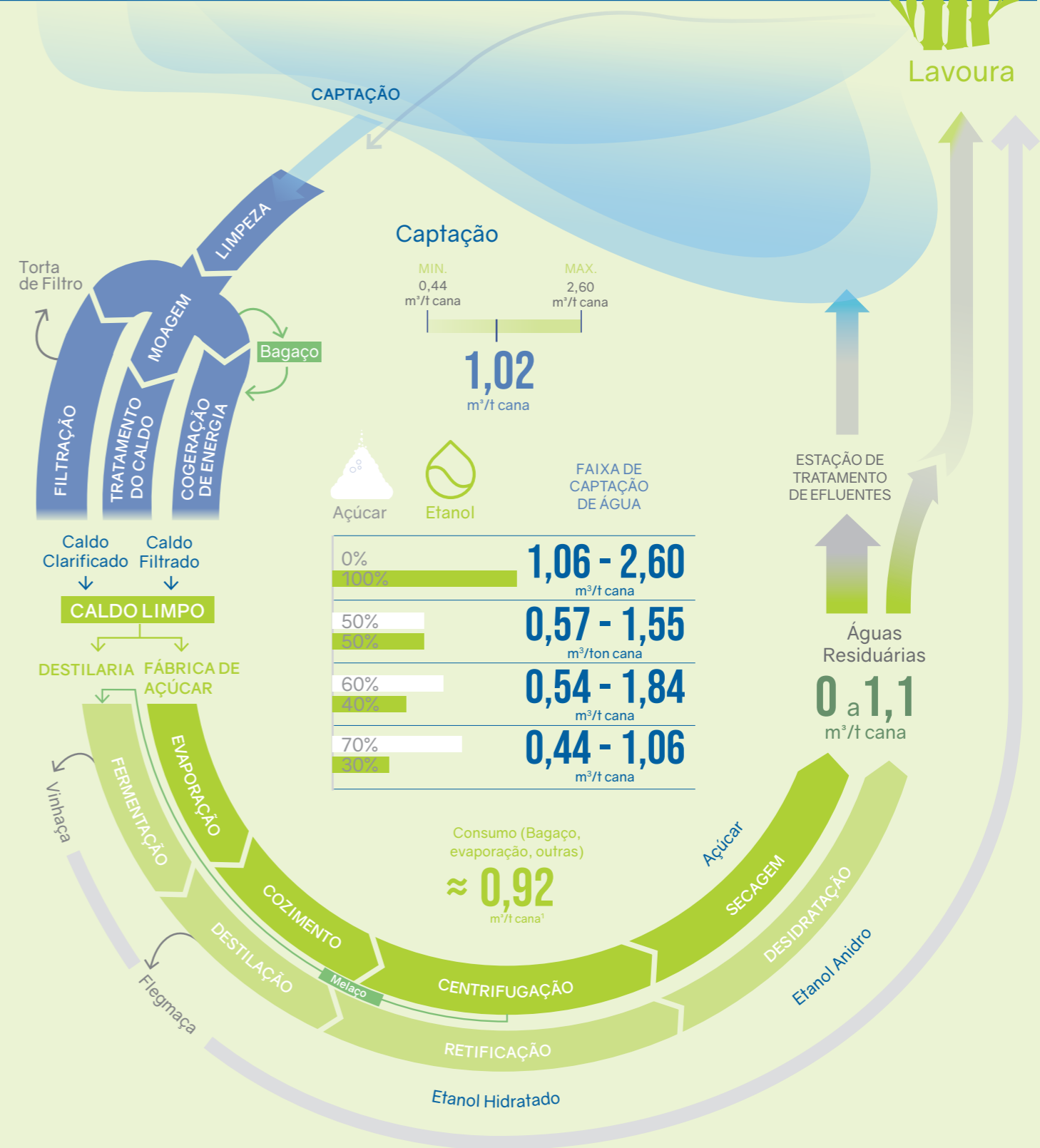
\* Além das medidas para redução de consumo de água, também são propostas medidas para redução de produção da vinhaça e seu potencial poluidor

# ÁGUA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Água da cana  
0,63 a 0,73  
m³/t cana



Lavoura



Estimativa total de consumo de água no processo.

**≈ 22**  
m³/t cana

Embora a estimativa total de consumo de água no processo produtivo seja, em média, de 22 m³/t, esse valor não reflete a captação de água após o início de operação do empreendimento, pois há reutilização de água entre subprocessos. Dessa forma, a captação de água nova passa a ser equivalente às perdas resultantes do processo de produção.

## MEDIDAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA



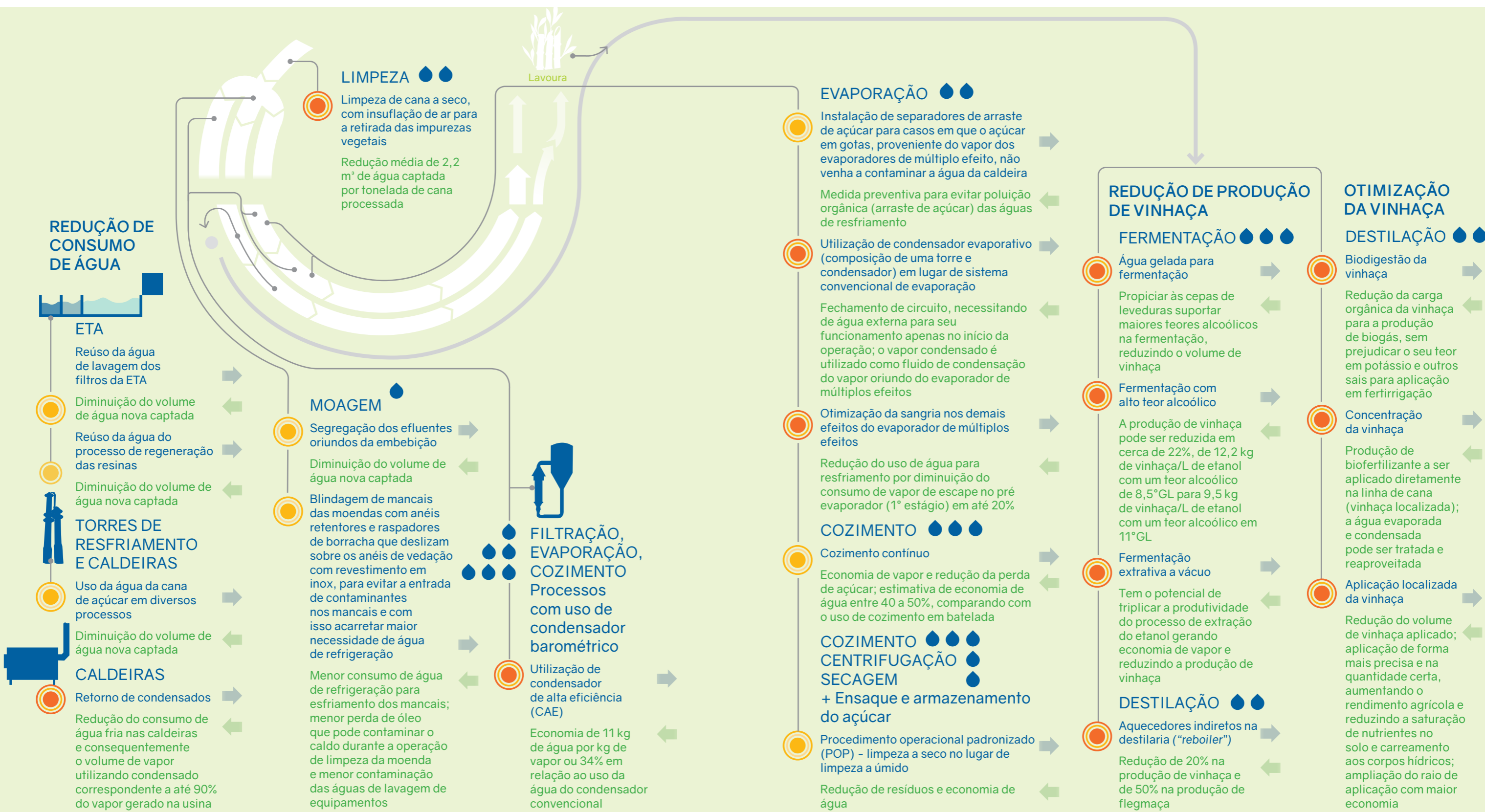
BAIXO ESFORÇO BAIXO IMPACTO  
ALTO ESFORÇO BAIXO IMPACTO  
BAIXO ESFORÇO ALTO IMPACTO  
ALTO ESFORÇO ALTO IMPACTO  
VEJA AS MEDIDAS NA PRÓXIMA PÁGINA

## Lançamento de efluentes

VINHAÇA  
**0,20 - 1,55**  
m³/t cana

ÁGUAS RESIDUÁRIAS  
**0 - 1,10**  
m³/t cana





Complementado a partir do "Manual de conservação e reúso de água na agroindústria sucroenergética". ANA, 2009. Disponível em: [https://bit.ly/ANA\\_2009](https://bit.ly/ANA_2009)

➔ Medida recomendada  
➔ Resultados esperados

● BAIIXO ESFORÇO BAIIXO IMPACTO  
● ALTO ESFORÇO BAIIXO IMPACTO  
● BAIIXO ESFORÇO ALTO IMPACTO  
● ALTO ESFORÇO ALTO IMPACTO

Indústria de papel em Telêmaco Borga (PR)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA



## O SETOR DE CELULOSE E PAPEL

7. FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná. Panorama setorial: indústria de celulose, papel, embalagens e artefatos de papel. Curitiba: FIEP, 2016.

8. BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. Relatório de Sustentabilidade 2010. Disponível em: <<http://www.sinpesc.com.br/images/publicacoes/O2sustentabilidade.pdf>>.

Dentre os setores industriais brasileiros, a produção de celulose e papel ocupa posição de destaque no cenário nacional e grande importância no contexto mundial. As maiores indústrias produtoras e o mercado consumidor se concentram nas regiões Sul e Sudeste do país, com destaque para os estados do Paraná e São Paulo que, juntos, agregam mais de 50% dos empreendimentos desse setor<sup>7</sup>.

As indústrias de celulose e papel, na sua grande maioria, utilizam como componente básico a madeira retirada de árvores adultas da qual se extraem as fibras de celulose. Esse

setor possui a água como insumo indispensável, utilizando-a em quantidade expressiva desde a criação de mudas de eucalipto ou pinus até o produto final<sup>8</sup>.

Diante da necessidade de valorizar os recursos hídricos, ao longo dos últimos anos, esse setor vem reduzindo suas taxas de consumo de água e lançamento de efluentes, tanto nas novas fábricas quanto nas unidades que operam há mais de 20 anos, por meio da redução de perdas nas inúmeras etapas em suas unidades fabris, atualização tecnológica e prática intensiva de reúso.

O processo de produção de **celulose e papel** se inicia nas áreas florestais, onde as árvores são derrubadas, desgalhadas e as toras cortadas são encaminhadas para as unidades industriais<sup>9</sup>. As toras são então lavadas (antes ou após o descascamento) para efetuar a remoção de impurezas, tais como areia e terra, que se encontram presentes em sua superfície e que serão prejudiciais ao processo. Na etapa de lavagem, a água residual pode ser encaminhada para um tanque de decantação e ser utilizada novamente na lavagem das toras.

Após a lavagem e descascamento, as toras seguem para os picadores, onde obtém-se cavacos de tamanho uniforme e dimensões definidas para facilitar os processos subsequentes. Os cavacos são levados ao digestor, onde são cozidos e impregnados por um composto denominado licor de cozimento, para remoção da lignina. Nessa etapa, forma-se a celulose marrom e o licor negro, em que se concentram, além de lignina, reagentes e substâncias constituintes da madeira.

Após o cozimento, a celulose marrom e o **licor negro** são separados. O licor negro, que é rico em material orgânico de alto poder calorífico, é encaminhado para um processo de recuperação das substâncias químicas da digestão. Nesse processo, o licor negro passa por evaporadores, onde é concentrado e encaminhado para os queimadores da caldeira de recuperação. Seus constituintes inorgânicos são coletados e dissolvidos com licor branco fraco ou água quente, formando-se o **licor verde**<sup>10</sup>. A etapa de recuperação de reagentes do licor negro é de extrema importância para as fábricas de celulose e papel, visto que não só retorna

os reagentes do digestor como produz vapor para diversas operações e elimina parte dos efluentes com potencial poluidor<sup>11</sup>. O licor verde formado passa por uma caustificação e transforma-se em **licor branco**, que retorna ao processo de digestão, fechando o ciclo do processo de digestão/cozimento.

A celulose marrom formada na digestão passa por etapas de lavagem para remoção de resíduos de licor negro. Na sequência, é encaminhada para o processo de deslignificação, em que se utiliza oxigênio em meio alcalino para redução da lignina, promovendo a redução da carga orgânica e da cor que chega ao processo de **branqueamento**.

O branqueamento tem como principal função obter uma celulose mais resistente a alterações no tempo, facilitar o controle do tingimento e obter papéis com brancura adequada para impressão. Essa é uma das etapas do processo de extração da celulose da madeira que mais consome água, sendo realizada em torres e se constituindo numa sequência de estágios em que diversos reagentes são aplicados e, ao final de cada estágio, a polpa é lavada para a remoção dos químicos e encaminhada para novo estágio de branqueamento. O sistema de lavagem é contracorrente, com o objetivo de reduzir o consumo de água, energia e reagentes. A água residual do branqueamento pode ser utilizada para diluição, porém, em alguns pontos, é utilizada água nova<sup>10</sup>.

A celulose branqueada é encaminhada para etapa de depuração para remoção de impurezas restantes e, em casos de plantas que só produzem celulose, o processo se encerra com a polpa sendo encaminhada para a prensa desaguidora, secagem e armazenamento.



Indústria de papel em Telêmaco Borba (PR)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

No caso de indústrias que produzem só papel, comprando celulose já fabricada e/ou utilizando aparas de papel reciclado, esses materiais são levados aos equipamentos denominados "hidrapulpers", aos quais é adicionada água, nova e/ou reciclada, onde a massa de celulose é desagregada. Em plantas integradas (produção de celulose e papel), a celulose é armazenada na forma de suspensão em tanques que alimentam as máquinas de papel.

A massa é bombeada a tanques de armazenamento, volta a ser diluída com água e é aspergida uniformemente sobre a máquina (também denominada "mesa"). A água que escoar é coletada e bombeada para reúso e as bordas irregulares da folha são aparadas com jatos de água a alta pressão. A aplicação de vapor sob pressão leva a massa

até seu teor de umidade final de 5%, formando a folha de papel "seca"<sup>10</sup>.

O consumo de água e a geração de efluentes no processo de produção de celulose e papel ocorrem em diversas etapas do processo. Contudo, as etapas de branqueamento, recuperação dos licores e na máquina de papel são as que mais consomem água e geram efluentes.

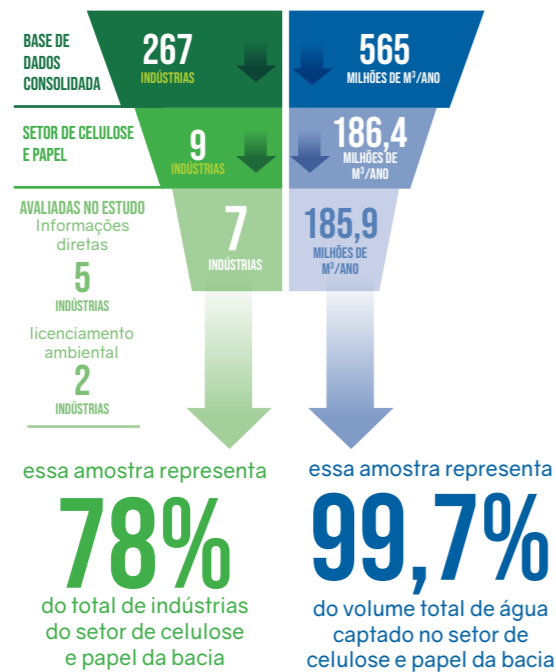
Além de consumida no processo de fabricação, a água também é utilizada em laboratórios, cozinha, restaurante, chuveiros, toaletes e nas estações de tratamento de água e efluentes<sup>10</sup>, ocorrendo, ainda, perdas advindas de problemas em equipamentos e tubulações.

Os efluentes contêm em sua composição principalmente matéria orgânica, sólidos em suspensão, resíduos de cloro (**AOX**), **fenol** e **sulfetos**.

9. SOUZA, A. H. C. B. Guia técnico ambiental da indústria de papel e celulose. In Série P + L. São Paulo: CETESB, 2008.

10. AMARAL, K.J. Uso de água em indústria de papel e celulose sob ótica da gestão de recursos hídricos. Tese de Doutorado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

11. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Celulose e Papel – Tecnologia de fabricação da pasta celulósica. 2.ed. São Paulo: IPT: SENAI, 1988.



De um total de nove indústrias do setor de celulose e papel existentes na bacia do rio Paranapanema, sete tiveram suas informações de uso da água e lançamento de efluentes analisadas no estudo. Tendo em vista que os indicadores de retirada de água e de lançamento de efluentes são comparáveis apenas para a mesma tipologia de produção, as sete indústrias foram distribuídas da seguinte forma:

- Uma indústria para a produção de celulose;
- Quatro indústrias para a produção de celulose e papel;
- Duas indústrias para a produção de papel.

No caso da indústria que produz apenas celulose, obteve-se um indicador de uso da água igual a **27,8 m³/tsa**<sup>VII</sup>. Já para as indústrias com produção integrada de celulose e papel, os indicadores de demandas variaram de **13,5 m³/t**

a **67,8 m³/t**. A diferença entre os valores extremos deve-se a particularidades dos processos produtivos, tais como ausência do branqueamento, reduzindo o indicador, assim como a produção final de outros produtos além de papel, aumentando o indicador. Para a produção de papel apenas, as duas indústrias avaliadas apresentaram valores próximos entre si, de **33 m³/t e 38,4 m³/t**.

Como indicador otimizado de captação de água, para a produção apenas de celulose e para a fabricação integrada de celulose e papel consideraram-se os valores mínimos da faixa dos indicadores apresentados pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) na publicação "Uso da Água no Setor Industrial Brasileiro", a partir de trabalho técnico realizado pelo Ministério do Meio Ambiente<sup>12</sup>, respectivamente, iguais a 25,9 m³/tsa e 38 m³/t. Para a produção apenas de papel, considerou-se 17 m³/t, meta estabelecida pela indústria Klabin da unidade de Angatuba para o ano de 2017, que se utiliza de processos otimizados de uso da água.

O indicador potencial para a produção apenas de celulose considerou a meta da indústria Veracel, de Eunápolis, para 2020, de **22,0 m³/tsa**; para produção integrada de celulose e papel, considerou-se o valor otimizado para uma indústria com bom indicador na bacia, de **31,4 m³/t**; e para produção de papel, considerou-se a meta de 2019 da Klabin de Angatuba, de **14,0 m³/t**.

Com relação ao lançamento de efluentes, os indicadores atuais foram de **24,9 m³/tsa, 11,3 m³/t a 50,6 m³/t e 32 m³/t a 40,9 m³/t**, respectivamente para a produção de celulose, produção integrada de celulose e papel, e produção apenas de papel.

Os indicadores otimizado e potencial adotados para o lançamento correspondem ao percentual de retorno de 80%, considerado usual pelo próprio setor.

Quanto ao potencial poluidor, as concentrações de DBO lançadas variaram de **7,9 mg/L a 27,7 mg/L**, não sendo observadas variações relacionadas à tipologia de produção, mas a especificidades do processo produtivo, tais como ausência de branqueamento e fabricação de outros produtos.

A partir da otimização dos usos da água para o setor, há um potencial de redução de captação na bacia de mais de **43 milhões de m³/ano** e de redução de cerca de **41 milhões de m³/ano** de

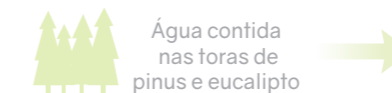
vazões lançadas nos corpos hídricos da bacia, proporcionando também a redução de mais de **2.000 kg de DBO/dia** nos efluentes, contribuindo para a melhoria da qualidade das águas da bacia.

Além das sete indústrias de celulose e papel avaliadas, foram identificadas apenas duas outras indústrias do setor na bacia, sendo que uma não apresenta informações sobre produção e a outra possui uma produção nominal de papel ondulado pouco expressiva frente às demais indústrias. Desse modo, considerou-se que todos os usuários com demandas relevantes na bacia tiveram suas informações aferidas e constam das análises realizadas.

## Indicadores de Uso da Água da Bacia

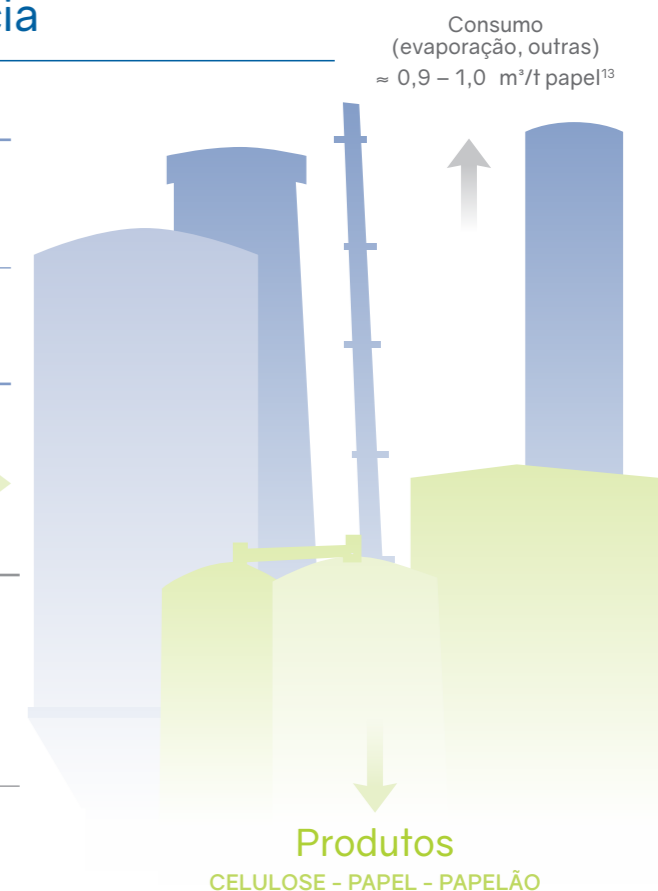
### Captação

	Fabricação de celulose:	Fabricação de celulose e papel:	Fabricação de papel:
ATUAIS	27,76 m³/tsa	13,51 - 67,82 m³/t papel	33,01 - 38,40 m³/t papel
METAS	otimizado   potencial 25,9   22,0 m³/tsa	otimizado   potencial 38,0   31,4 m³/t papel	otimizado   potencial 17,0   14,0 m³/t papel



### Lançamento de efluentes

	Fabricação de celulose:	Fabricação de celulose e papel:	Fabricação de papel:
ATUAIS	24,94 m³/tsa 0,50 kgDBO/tsa	11,27 - 50,59 m³/t papel 0,09 - 1,40 kgDBO/t papel	32,00 - 40,92 m³/t papel 0,45 - 0,71 kgDBO/t papel
METAS	otimizado   potencial 20,7   17,6 m³/tsa 0,41   0,35 kgDBO/tsa	otimizado   potencial 30,4   25,1 m³/t papel 0,09-0,84   0,09-0,70 kgDBO/t papel	otimizado   potencial 13,6   11,2 m³/t papel 0,15-0,30   0,12-0,25 kgDBO/t papel



13. NORSKE SKOG. Annual report 2011. Norway, 2012; 2019 annual report. Norway, 2020.

12. MMA - Ministério do Meio Ambiente. Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil: Produto 6 - Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada. Brasília, 2011.

VII. tsa: tonelada de celulose seca ao ar

# CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA NOS MACRO E SUBPROCESSOS DO SETOR DE CELULOSE E PAPEL

	0 - 5 m³/tsa ou t papel	5 - 10 m³/tsa ou t papel	> 10 m³/tsa ou t papel
Consumo	1 drop	2 drops	3 drops
Efluentes	1 drop	2 drops	3 drops

## CAPTAÇÃO



## CELULOSE



## PREPARO DA MADEIRA

Descascamento e lavagem de toras

## DIGESTÃO

Cozimento

Tanque de descarga

## LAVAGEM E DEPURAÇÃO NÃO BRANQUEADA

## RECUPERAÇÃO

Evaporação

Caldeira de recuperação

Caustificação e forno de cal

## BRANQUEAMENTO

Deslignificação com oxigênio

Preparo de produtos químicos

Branqueamento

## MÁQUINA DE CELULOSE

Depuração branqueada e secagem

## PAPEL



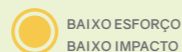
## MÁQUINA DE PAPEL

Preparo de massa\*, depuração e lavagem\* e máquina de papel

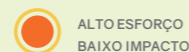
\*Em caso de fábrica de papel não integrada, que compra a celulose e/ou aparas de papel

## ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

### MEDIDAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA



BAIXO ESFORÇO  
BAIXO IMPACTO



ALTO ESFORÇO  
BAIXO IMPACTO



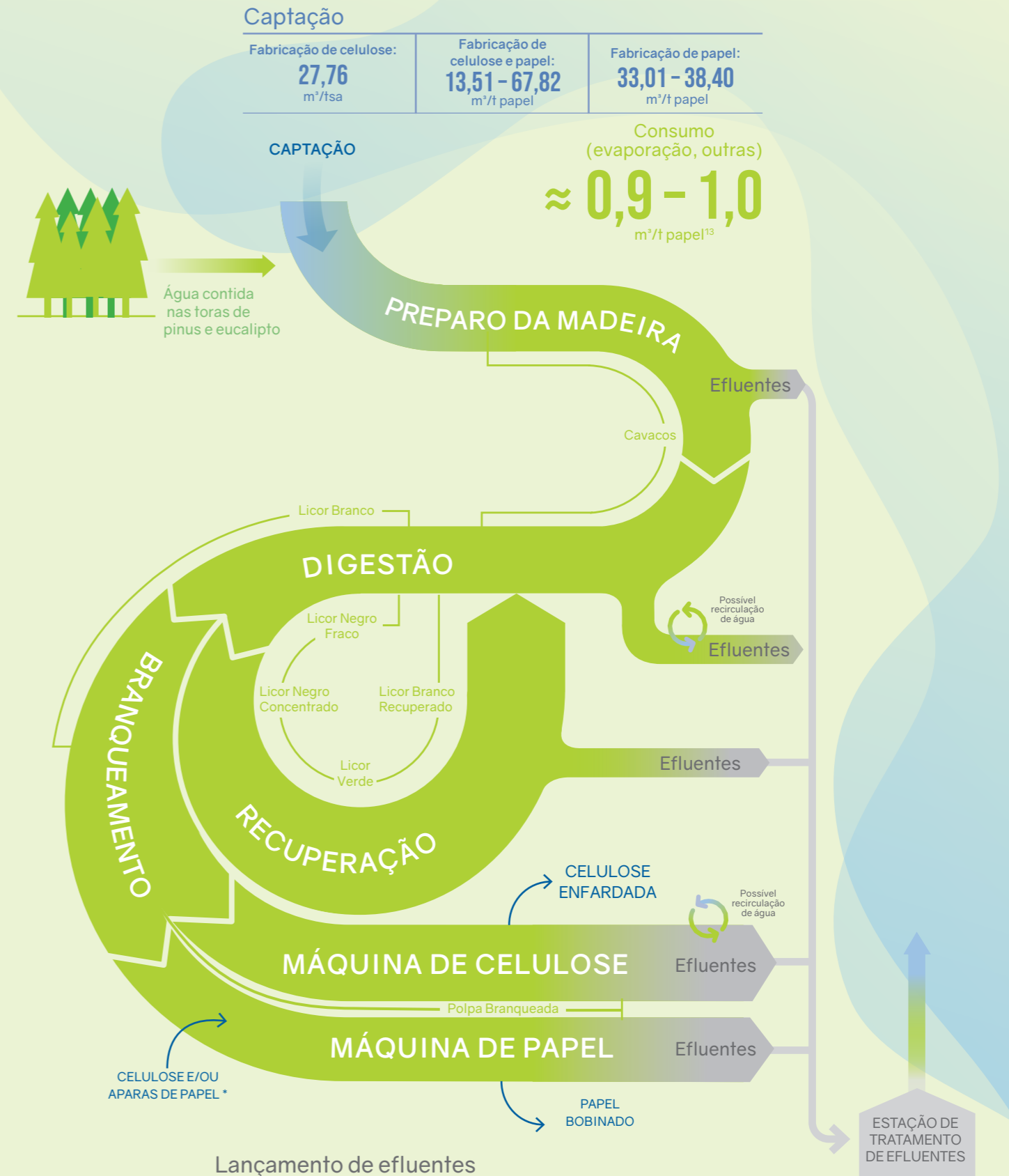
BAIXO ESFORÇO  
ALTO IMPACTO

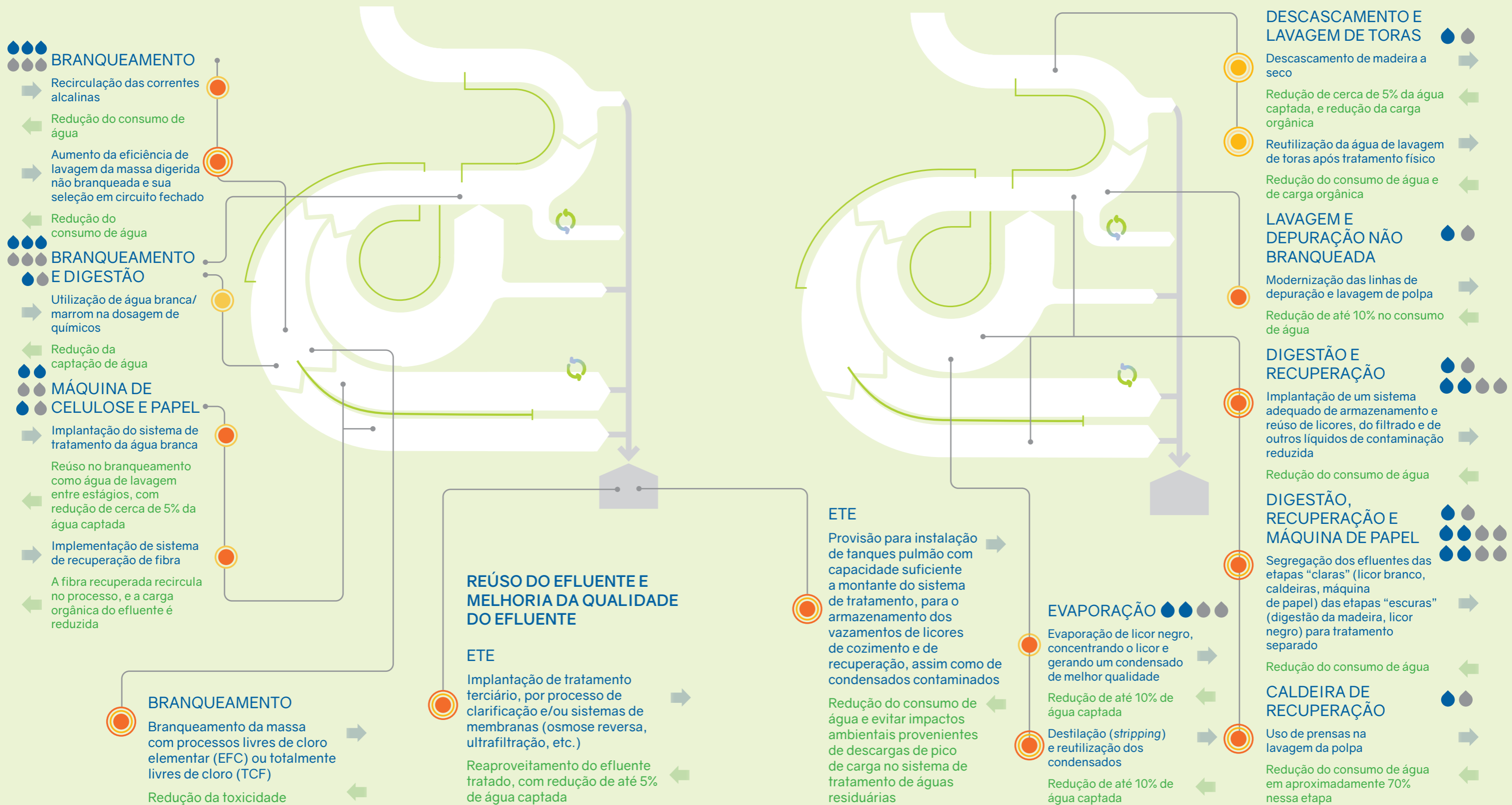


ALTO ESFORÇO  
ALTO IMPACTO

VEJA AS MEDIDAS NA PRÓXIMA PÁGINA

# ÁGUA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO





Complementado a partir do "Guia técnico ambiental da indústria de papel e celulose", da série de Produção mais Limpa (P+L) da CETESB. Souza, 2008. Disponível em: [https://bit.ly/CETESB\\_PL](https://bit.ly/CETESB_PL)

➔ Medida recomendada  
➔ Resultados esperados

● BAIXO ESFORÇO BAIXO IMPACTO  
● ALTO ESFORÇO BAIXO IMPACTO  
● BAIXO ESFORÇO ALTO IMPACTO  
● ALTO ESFORÇO ALTO IMPACTO

Indústria de bebidas alcoólicas em Ponta Grossa (PR)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA



## O SETOR DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

14. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA - SINDICERV. O setor em números. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>.
15. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Anuário da Cerveja. Brasília, 2020.
16. OLAJIRE, A. A. The brewing industry and environmental challenges. *Journal of Cleaner Production* (2012) 1-21. 2012.
17. SANTOS, M. S. Cervejas e refrigerantes. In Série P + L. São Paulo: CETESB, 2005.

O setor de bebidas alcoólicas (grupo CNAE 11.1) abrange a produção de aguardente e outras bebidas destiladas (classe CNAE 11.11-9), fabricação de vinho (classe CNAE 11.12-7) e fabricação de malte, cervejas e chopes (classe CNAE 11.13-5). Na bacia do rio Paranapanema – na amostra das 267 indústrias – foram identificadas outorgas somente para indústrias produtoras de aguardente e de cerveja e chope, sendo as primeiras incluídas no setor sucroenergético. Assim, o setor de bebidas alcoólicas abordou os usos da água na produção de cervejas e chopes.

O Brasil é o terceiro maior fabricante mundial de cerveja, com 13,3 bilhões de litros produzidos ao ano<sup>14</sup>. A maioria dos empreendimentos está

localizada nos estados das regiões Sul e Sudeste, que possuem mais de 80% dos estabelecimentos do País. O estado que apresenta o maior número de cervejarias é São Paulo, seguido do Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina e Paraná<sup>15</sup>.

Para fabricação de cerveja, os quatro ingredientes básicos são: água, malte, lúpulo e levedura. A água representa de 90% a 95% da composição da cerveja<sup>16</sup>, sendo incorporada diretamente no produto e utilizada ao longo do processo de produção. O consumo de água é relativo, e varia em função de diversos aspectos operacionais, sobretudo o porte do empreendimento, sendo tanto maior quanto menores são as instalações<sup>17</sup>.

Nas unidades industriais de produção de cerveja, os grãos de cevada são enviados aos tanques de embebição, onde se adiciona água para a germinação da semente. A cevada germinada é encaminhada para fornos de secagem, interrompendo-se o processo de germinação pela ação do calor de vapor injetado, dando origem ao malte seco.

A maceração (ou mosturação) do malte ocorre após a moagem dos grãos e sua mistura com água aquecida para ativação das enzimas. Com esse processo, as proteínas e moléculas são rompidas em formas assimiláveis pelas leveduras do processo de fermentação, liberando açúcares. Em função de parâmetros como sabor, cor, aspecto ou mesmo custo, é comum a utilização de outra fonte de açúcar além do malte, tais como milho, arroz e trigo.

Como resultado da maceração do malte, origina-se o **mosto**, que passa por uma etapa de resfriamento em um trocador de calor e filtração, para a remoção do resíduo dos grãos de malte. Na sequência, o mosto passa por aquecimento para sua estabilização e, após a fervura e o processo de clarificação, é resfriado em um trocador de calor.

A etapa mais importante da fabricação da cerveja é a **fermentação**, em que as leveduras são adicionadas e realizam a conversão dos açúcares presentes em álcool. Na sequência, a cerveja fermentada é armazenada a baixa temperatura para clarificação e maturação do sabor.

Após o período de maturação, a cerveja passa pela etapa de filtração, com o objetivo de remover impurezas que ainda não se decantaram e proporcionar a limpeza final do produto, seguida da carbonatação (adição de CO<sub>2</sub>).

Na etapa de **envase**, a cerveja é encaminhada para máquinas denominadas enchedoras, que realizam o enchimento da cerveja em garrafas de vidro ou em latas de alumínio ou, ainda, para máquinas de embarrilamento, que enchem os barris, de aço inoxidável ou de madeira. Em caso de cervejarias que utilizam garrafas retornáveis, faz-se necessária a lavagem dos recipientes antes de serem reutilizadas. Essa etapa é bastante intensiva no consumo de água, à qual é adicionada uma solução alcalina e detergente, para promover sua desinfecção.

Após o envase, as garrafas e/ou latas são encaminhadas para a pasteurização, processo de esterilização em que o produto é submetido a um aquecimento (até 60 °C), seguido de um rápido resfriamento (até 4 °C). Esse processo elimina microrganismos, conferindo ao produto mais estabilidade e durabilidade<sup>18</sup>.

Nos processos de envase e pasteurização, as garrafas são transportadas por meio de uma esteira, que necessita de água para sua lubrificação. Os lubrificantes de esteira tradicionais para processamento de alimentos e bebidas podem resultar em alto uso de água e aplicações contínuas.

Para as operações de limpeza nas diversas seções das indústrias cervejeiras utilizam-se sistemas chamados de **“clean in place”** ou CIP, de acordo com a seguinte sequência: enxágue, lavagem alcalina (solução de soda), enxágue, lavagem ácida (solução de ácido nítrico) e enxágue. Em alguns casos, os efluentes de uma lavagem podem ser reutilizados até cinco ou seis vezes em lavagens seguintes. A água também é consumida nos processos de refrigeração, necessários para o resfriamento do mosto, fermentação, maturação e pasteurização. Para o resfriamento do



Indústria de bebidas alcoólicas em Ponta Grossa (PR)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

mosto podem ser utilizados trocadores de calor, que consistem em um equipamento em que o líquido quente passa por uma tubulação cercada por água fria, reduzindo a temperatura do líquido interno e pré-aquecendo a água. Para a fermentação e maturação, a refrigeração pode ser feita em sistemas centralizados de resfriamento, nos quais se utiliza água. Na pasteurização, a água efluente do processo pode ter sua temperatura

reduzida em torre de resfriamento ou em central local de refrigeração para ser reutilizada no processo.

Ainda, é importante destacar que a recuperação de CO<sub>2</sub>, que capta o gás carbônico gerado na etapa de fermentação, faz o preparo e o encaminha para a etapa de carbonatação que ocorre após a filtragem da cerveja, também apresenta consumo de água e geração de efluente.

18. JUNIOR, A. A. D.; VIEIRA, A. G.; FERREIRA, T. P. Processo de Produção de Cerveja. Revista Processos Químicos, Jul/Dez de 2009.





porte foi de **2,87 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> cerveja e 3,33 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cerveja** e, para as indústrias de pequeno porte, de **3,75 e 8,32 m<sup>3</sup> de água por m<sup>3</sup> de bebida**. É importante destacar que as duas maiores indústrias da bacia já apresentam índices de uso da água bastante otimizados.

Para uma das indústrias de pequeno porte foi obtido um indicador não condizente com o restante da amostra, em termos de valor da captação e produção, tendo sido esse empreendimento desconsiderado da análise referente às captações, devido à imprecisão do indicador. Por outro lado, seu valor de lançamento de efluentes se mostrou coerente com o restante das indústrias, sendo, portanto, considerado nas análises.

As simulações realizadas considerando que todas as indústrias da bacia alcançassem o indicador de **3,2 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>**, adotado como benchmarking de boas práticas pelo setor em nível global mostraram uma economia possível de **153 mil m<sup>3</sup>/ano**, o que corresponde a cerca de 5% de redução do uso da água na bacia.

No caso de uma otimização ainda maior, com base no índice de **2,8 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>**, na hipótese de que esse valor fosse uma meta a ser alcançada, a vazão demandada na bacia seria de cerca de **340 mil m<sup>3</sup>/ano**, o que corresponde a pouco mais de 11% de redução na demanda atual das indústrias do setor em questão.

No caso das vazões de efluentes lançadas, os indicadores variaram de **1,52 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> a 7,65 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>**. Considerando as quatro empresas com informações disponíveis, visto que um dos empreendimentos faz lançamento em rede pública, adotou-se como indicador otimizado o segundo melhor entre elas (**2,82 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>**)

e como indicador potencial o melhor dentre as quatro (**1,52 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>**). A partir dessas informações, foi verificada uma possibilidade de redução de vazões lançadas em torno de **93 mil m<sup>3</sup>/ano** em uma otimização inicial dos sistemas e de **546 mil m<sup>3</sup>/ano** no caso de todas as indústrias da bacia atingirem os valores ótimos da melhor indústria dentre aquelas com informações disponíveis.

Quanto às análises realizadas para as cargas de DBO lançadas, os indicadores atuais variaram de **0,01 kg DBO/m<sup>3</sup>**

a **0,52 kg DBO/m<sup>3</sup>**. Considerou-se como indicador otimizado o valor de **0,04 kg DBO/m<sup>3</sup>** (segunda melhor indústria da bacia) e como indicador potencial a ser atingido **0,01 kg DBO/m<sup>3</sup>** (melhor indústria da bacia). Com esses resultados, foi identificada a possibilidade de otimização inicial com redução de **25 kg DBO/dia** lançados nos corpos hídricos da bacia, em torno de 30% do total atual, com potencial de atingir uma redução de aproximadamente **48 kg DBO/dia**, cerca de 60% do total atual.

### Indicadores de Uso da Água da Bacia

#### Captação

ATUAIS	Indústrias de grande porte:	Indústria de pequeno porte:
	<b>2,87 - 3,33</b> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja	<b>3,75 - 8,32</b> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja
METAS	otimizado   potencial 3,2   2,8 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja	otimizado   potencial 3,2   2,8 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja

#### Lançamento de efluentes

ATUAIS	Indústrias de grande porte:	Indústrias de pequeno porte:
	<b>1,52 - 2,82</b> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja <b>0,01 - 0,04</b> kg DBO/m <sup>3</sup> cerveja	<b>7,40 - 7,65</b> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja <b>0,22 - 0,52</b> kg DBO/m <sup>3</sup> cerveja
METAS	otimizado   potencial 2,82   1,52 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja 0,04   0,01 kg DBO/m <sup>3</sup> cerveja	otimizado   potencial 2,82   1,52 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja 0,04   0,01 kg DBO/m <sup>3</sup> cerveja

#### Produtos

INDÚSTRIA DE GRANDE PORTE  
CERVEJA  
INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE  
CERVEJA  
REFRIGERANTE

Consumo  
Água contida na cerveja:  
0,90 - 0,95 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> cerveja<sup>16</sup>  
Evaporação, outros:  
0,55 - 0,60 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> cerveja<sup>17</sup>

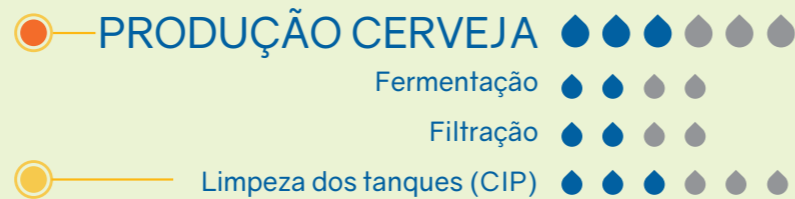
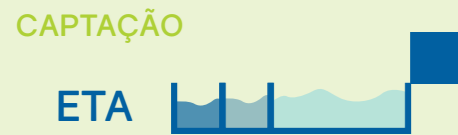
O estudo identificou e aferiu cinco indústrias na bacia do rio Paranapanema para produção de bebidas alcoólicas. Para três delas, as informações obtidas foram provenientes de contribuições diretas fornecidas por representantes das indústrias, e para as outras duas, de dados autodeclaratórios oficiais dos processos de licenciamento ambiental.

Devido à grande diferença entre os valores de produção das indústrias desse setor na bacia, pois duas têm produção de 900 m<sup>3</sup> e 1.500 m<sup>3</sup> de cerveja por dia, enquanto as outras três apresentam produção máxima de 80 m<sup>3</sup>/dia, os empreendimentos foram agrupados em grande e pequeno porte, respectivamente, visando à apresentação dos indicadores de uso da água. Além disso, duas das três indústrias de pequeno porte produzem também refrigerantes.

O indicador de captação de água para as indústrias cervejeiras de grande

# CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA NOS MACRO E SUBPROCESSOS DO SETOR DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Consumo	1 gota	2 gotas	3 gotas
Efluentes	1 gota	2 gotas	3 gotas



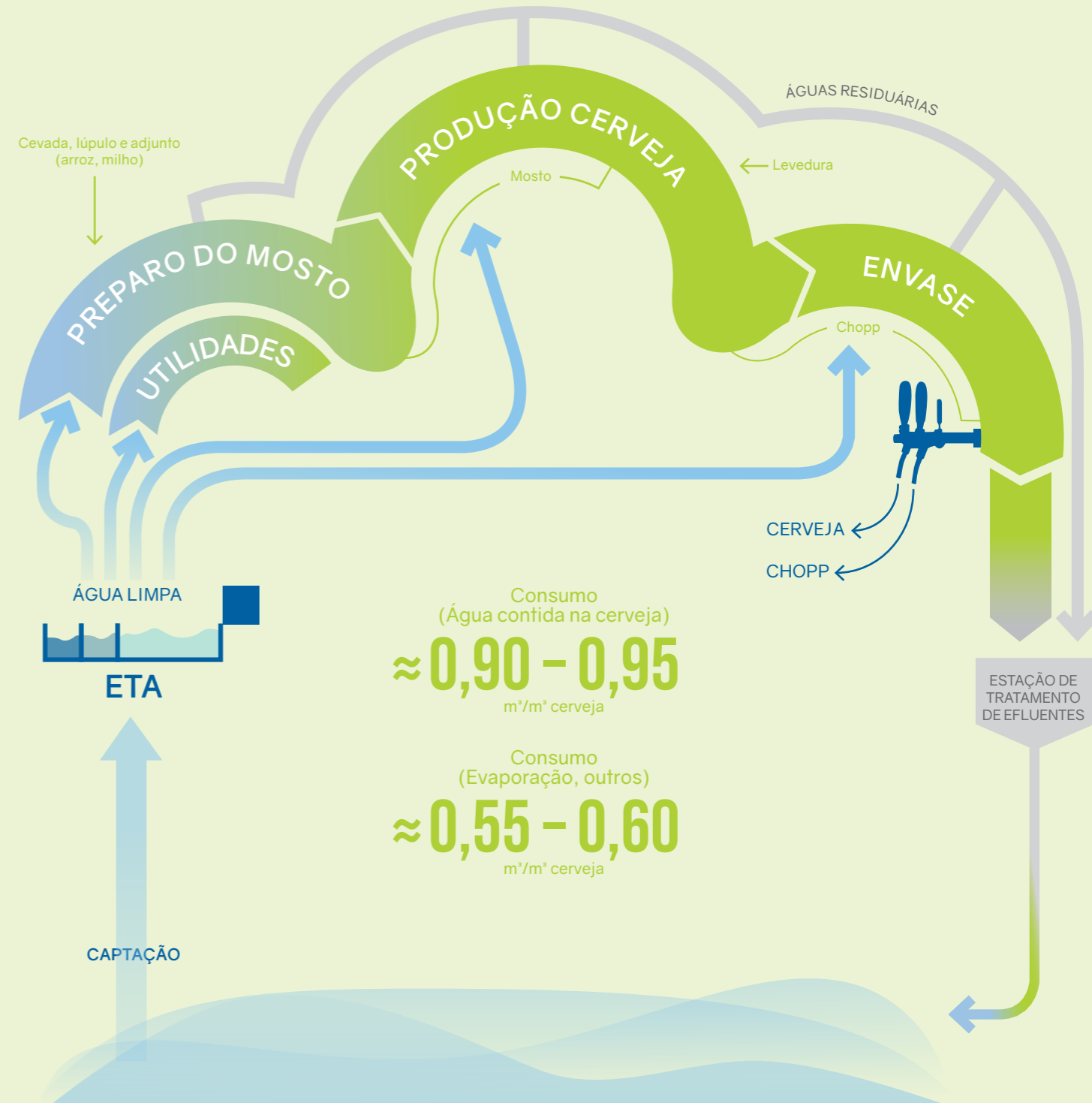
## ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

### MEDIDAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA



VEJA AS MEDIDAS NA PRÓXIMA PÁGINA

# ÁGUA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO



Consumo (Água contida na cerveja)  
 $\approx 0,90 - 0,95$   
 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> cerveja

Consumo (Evaporação, outros)  
 $\approx 0,55 - 0,60$   
 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> cerveja

**Captação**

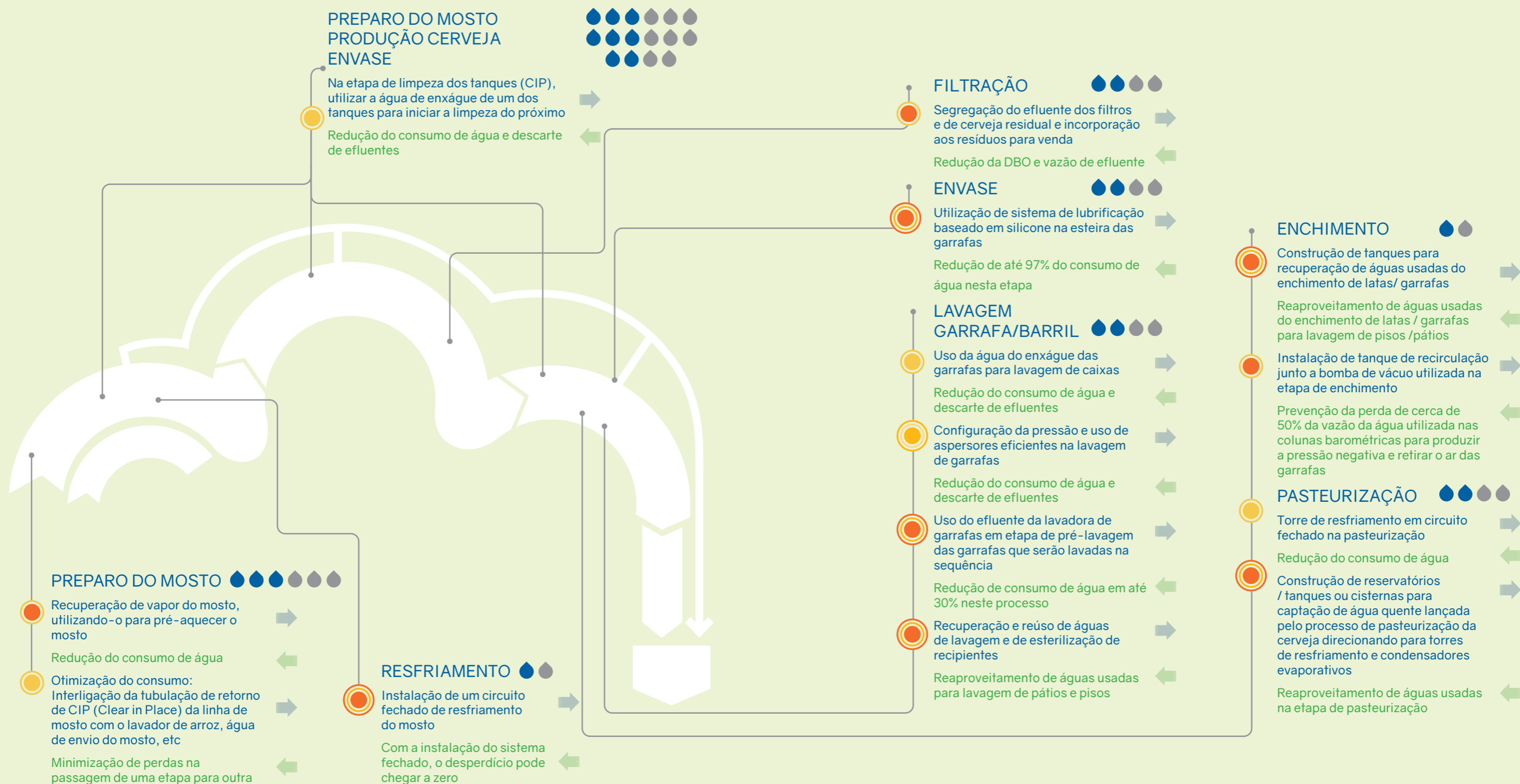
Indústrias de grande porte:	Indústria de pequeno porte:
2,87 - 3,33 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja	3,75 - 8,32 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja

ATAAIS

**Lançamento de efluentes**

Indústrias de grande porte:	Indústrias de pequeno porte:
1,52 - 2,82 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja	7,40 - 7,65 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerveja
0,01 - 0,04 kg DBO/m <sup>3</sup> cerveja	0,22 - 0,52 KgDBO/m <sup>3</sup> cerveja

ATAAIS

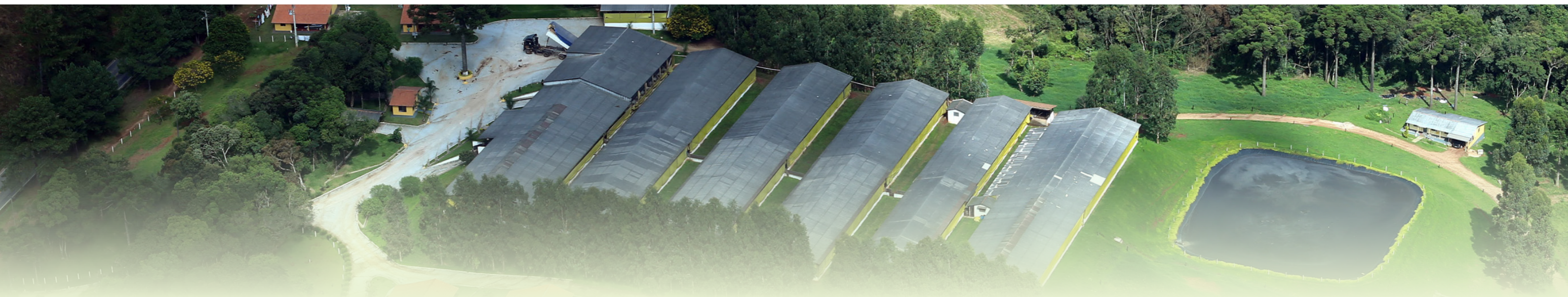


Complementado a partir do "Guia técnico ambiental da indústria de cervejas e refrigerantes", da série de Produção mais Limpa (P+L) da CETESB. Santos, 2005. Disponível em: [https://bit.ly/CETESB\\_PL](https://bit.ly/CETESB_PL)

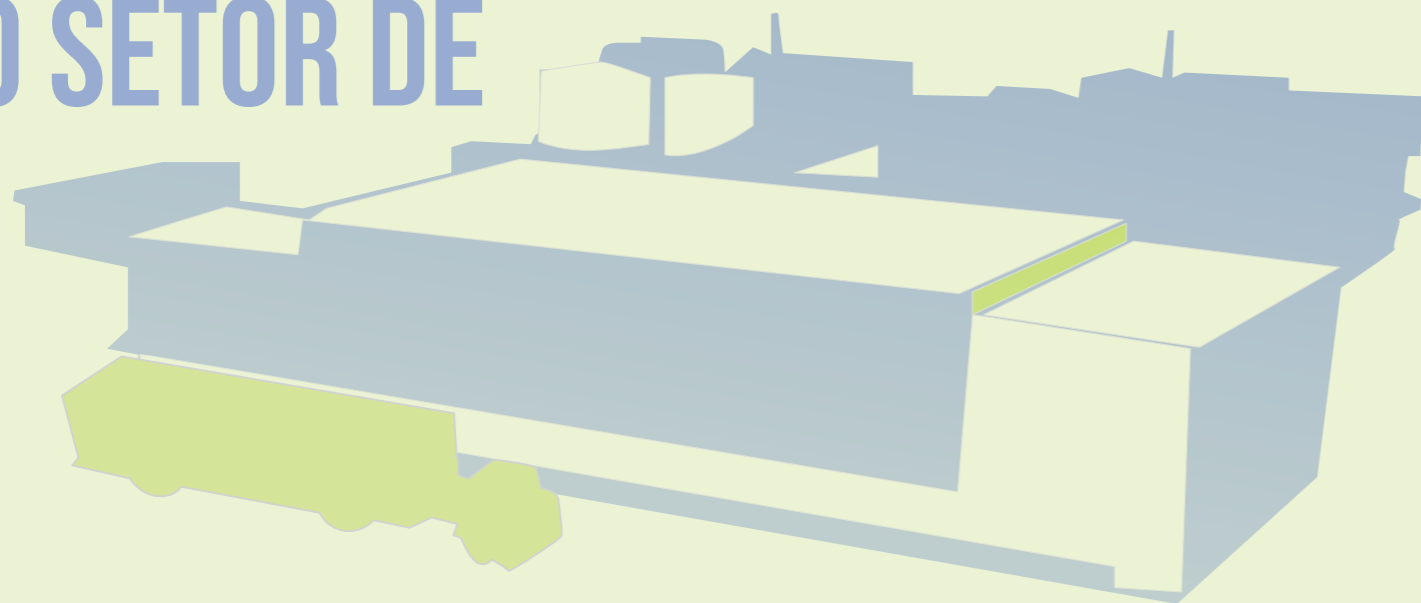
➔ Medida recomendada  
➔ Resultados esperados

BAIXO ESFORÇO BAIXO IMPACTO  
 ALTO ESFORÇO BAIXO IMPACTO  
 BAIXO ESFORÇO ALTO IMPACTO  
 ALTO ESFORÇO ALTO IMPACTO

Agroindústria de abate e produtos de carne em Castro (PR)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA



# O SETOR DE



# ABATE E PRODUTOS DE CARNE

19. ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil. Disponível em: <https://bit.ly/2Y999vf>. 2020.

20. ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3g6l1UT>. 2020.

21. PACHECO, J. W. Guia técnico ambiental de abate de bovinos e suínos. In Série P+L. São Paulo: CETESB, 2006.

O setor de abate e fabricação de produtos de carne é de grande importância para o País.

O Brasil é o maior produtor e exportador de carne bovina do mundo<sup>19</sup>, o terceiro maior produtor e exportador de frango e quarto maior produtor e exportador de suínos<sup>20</sup>. Outras espécies de reses, aves e outros pequenos animais também são produzidas no País, contudo, em quantidade significativamente menor.

A produção de carne é cercada de procedimentos que objetivam garantir a segurança alimentar, visando à dilatação do prazo de vida comercial e à preservação da saúde dos consumidores. Dessa forma, as indústrias de abate e produtos de carne devem seguir normas sanitárias e submeter-se a fiscalizações para assegurar o seu cumprimento. Os padrões de higiene exigidos pelas autoridades sanitárias resultam no uso de grande quantidade de água<sup>21</sup>.

22. KRIEGER, E. I. F. Avaliação do consumo de água, racionalização do uso e reúso do efluente líquido de um frigorífico de suínos na busca da sustentabilidade socioambiental da empresa. Tese de doutorado em Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

Os empreendimentos desse setor se utilizam de diferentes processos e níveis de abate animal, podendo ser classificados como: **abatedouros (ou matadouros)**, que realizam o abate dos animais, produzindo carcaças (carne com ossos) e vísceras comestíveis; **frigoríficos**, com unidades que abatem o animal e industrializam a carne, gerando seus derivados e subprodutos, e unidades que obtêm a carne em carcaças ou cortes e realizam a sua industrialização; e **graxarias**, que processam subprodutos e/ou resíduos dos abatedouros ou frigoríficos, como sangue, ossos e gorduras, e produzem sebo ou gordura animal e farinhas de carne e ossos<sup>22</sup>. As indústrias podem ser constituídas de um ou mais níveis de processamento, inclusive do abate à graxaria, no caso de unidades completas.

A produção, para as diferentes espécies animais, inicia-se com a chegada dos animais aos abatedouros, permanecendo nos currais em repouso e jejum para que se recuperem do “estresse” da jornada. Nessa etapa, a água é utilizada para a dessedentação dos animais, podendo ser também aspergida sobre eles para uma pré-lavagem<sup>22</sup>.

Depois do período de repouso, os animais são conduzidos em direção ao abate e, nesse caminho, são lavados com jatos e/ou sprays de água clorada. Para o abate, os animais são insensibilizados, utilizando-se métodos de atordoamento, e têm os vasos sanguíneos do pescoço seccionados, sendo então içados pelas patas traseiras para que o sangue esorra do animal suspenso.

Após a sangria, no caso de suínos e frangos, os animais passam para a etapa de escaldagem, onde são imersos em um tanque com água quente, para facilitar

a remoção de pelos/penas, unhas e/ou cascos. No caso de bovinos, é realizada somente a remoção do couro e corte das patas, prescindindo-se do processo de escaldagem. Em seguida, as aves passam por depenadeiras e por um chuveiro final, enquanto os suínos são encaminhados para uma máquina de depilação e são lavados com água sob pressão.

As carcaças são encaminhadas para a evisceração, etapa em que o abdome e peito dos animais são abertos para retirada das vísceras e outras partes. Os itens que são retirados são separados, inspecionados e encaminhados para processamento, caso possuam boa qualidade, ou enviados para as graxarias. Retiradas as vísceras, as carcaças são serradas longitudinalmente ao meio e passam então por um processo de limpeza com água pressurizada, para remoção de partículas ósseas, e os pedaços seguem para refrigeração. No caso de aves, não há o corte da carcaça, de modo que a carcaça inteira segue para o setor de resfriamento. Essa etapa finaliza o processo de beneficiamento em abatedouros.

Nos frigoríficos, inicia-se a **industrialização** da carne. No caso de bovinos e suínos, são realizados cortes da carcaça em pedaços menores, manualmente. No caso de frangos, há uma linha de corte automática. A carne e as vísceras obtidas do abate podem ser processadas e transformadas em diversos produtos, como carnes em peças, carnes temperadas, charques (carne seca), presuntos, mortadelas, salsichas, linguiças, salames, patês, carnes enlatadas, entre outros.

Nas graxarias, os **subprodutos** dos abates e frigoríficos (sangue, penas, vísceras, ossos) passam por um



Agroindústria de abate e produtos de carne em Taquarivai (SP)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

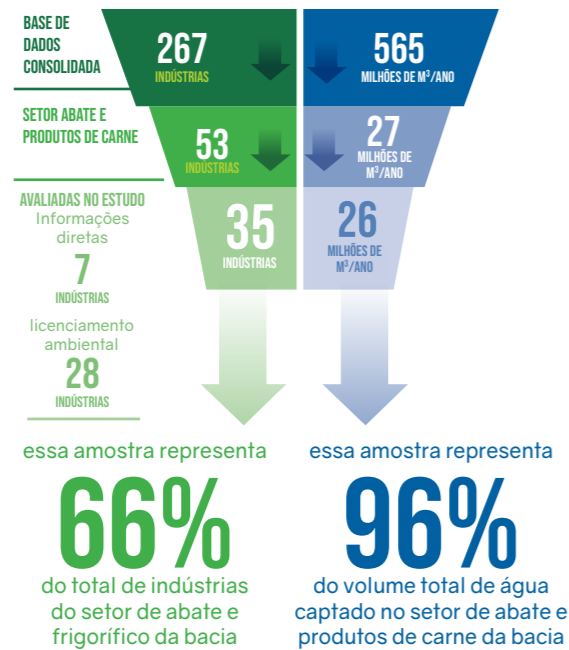
processo de cozimento utilizando vapor de água, para separação do sebo (gorduras) dos sólidos. Os materiais sólidos são prensados a quente, gerando mais sebo, e o material prensado é moído e peneirado, formando-se a farinha de carne e ossos, utilizada na fabricação de rações, que é ensacada e destinada ao estoque ou à expedição.

No processo produtivo de carne e derivados, os padrões de higiene das autoridades sanitárias resultam no uso de grande quantidade de água em todas as etapas, com destaque para a limpeza e higienização das áreas de processo, procedimentos que são realizados várias vezes durante o dia. A água é também utilizada na lavagem de carcaças e vísceras, caldeiras,

sistemas de refrigeração, sistemas de ar comprimido, torres de resfriamento, ETA, ETE, lavagem de caminhões, entre outros processos.

Os efluentes provenientes de abatedouros correspondem a cerca de 80% a 95% da água consumida<sup>23</sup> e são caracterizados pela presença de sangue, estrume, pedaços de carne, fragmentos de ossos, gorduras, tecidos, cerdas, restos de entranhas e vísceras. Com a maior carga orgânica dentre os demais constituintes dos resíduos líquidos gerados no processo, usualmente, os efluentes são divididos em: **linha verde**, gerados em áreas sem presença de sangue; e **linha vermelha**, efluentes que contêm sangue proveniente de áreas do abate, como a sangria.

23. UNEP – United Nations Environment Programme. Cleaner Production Assessment in Meat Processing. Disponível em: <https://bit.ly/UNEP2000>. 2000.



De 53 indústrias instaladas na bacia do rio Paranapanema, aferiram-se informações de 35. Para sete delas, as informações obtidas foram provenientes de contribuições diretas fornecidas por representantes das indústrias, e para as outras 28, de dados autodeclaratórios oficiais dos processos de licenciamento ambiental.

Tendo em vista que esse setor possui uma diversidade de insumos e produtos, os indicadores de retirada de água e de lançamento de efluentes são comparáveis apenas no âmbito de uma mesma tipologia produtiva. Assim, as indústrias foram distribuídas da seguinte forma:

- Abate de bovinos: oito indústrias;
- Abate de bovinos e suínos: quatro indústrias;
- Abate de suínos: sete indústrias;
- Abate de frangos: onze indústrias;
- Subprodutos do abate: cinco indústrias.

Nas análises realizadas, observou-se a existência de indicadores não condizentes com o restante da amostra, de modo que tais valores foram desconsiderados, devido à imprecisão do indicador.

No caso do abate de bovinos, os indicadores de demandas variaram de **2,74 a 12,78 m³/t**. Para os demais setores, foram obtidos indicadores de **3,05 a 9,24 m³/t** para abate de suínos e bovinos, **1,69 a 12,05 m³/t** para abate de suínos; **4,43 a 16,13 m³/t** para abate de frangos e de **2,46 a 2,66 m³/t** para subprodutos do abate.

Quanto às vazões de lançamento de efluentes e potencial poluidor da carga orgânica presente nos efluentes, os indicadores para abate de bovinos variaram de **2,41 a 5,67 m³/t** e **0,07 a 0,47 kg DBO/t**, e para os demais segmentos, os indicadores variaram de **1,22 a 13,03 m³/t** e **0,05 a 0,84 kg DBO/t** (abate de bovinos e suínos); de **1,14 a 12,50 m³/t** e **0,03 a 0,29 kg DBO/t** (abate de suínos); **8,30 a 15,12 m³/t** e **0,09 a 0,64 kg DBO/t** (abate de frangos), e **1,96 a 3,18 m³/t** e **0,11 a 0,89 kg DBO/t** (subprodutos do abate).

Devido à grande amplitude dos valores dos indicadores, as metas de otimização para captação e lançamento foram definidas como as médias ponderadas de cada amostra e as potenciais, como o menor índice dos usos atuais, desconsiderando valores discrepantes. As metas para a carga de DBO foram estabelecidas com base nas vazões de lançamento propostas e nos indicadores otimizado e potencial correspondentes aos dois menores valores de concentração de DBO na condição atual.

As estimativas realizadas considerando que todas as indústrias da bacia alcançassem os indicadores otimizados mostraram que há um potencial de re-

dução de captação de água de mais de **3 milhões de m³/ano** e de redução de mais de **2 milhões de m³/ano** de vazões lançadas nos corpos hídricos da bacia, proporcionando também a redução de mais de **600 kg DBO/dia** nos efluentes. Se os indicadores potenciais fossem alcançados pelos empreendimentos, haveria uma economia de mais de **6 milhões de m³/ano** de água captada, a redução de mais de **4 milhões de m³/ano** de vazões lançadas e de cerca de **700 kg DBO/dia**.

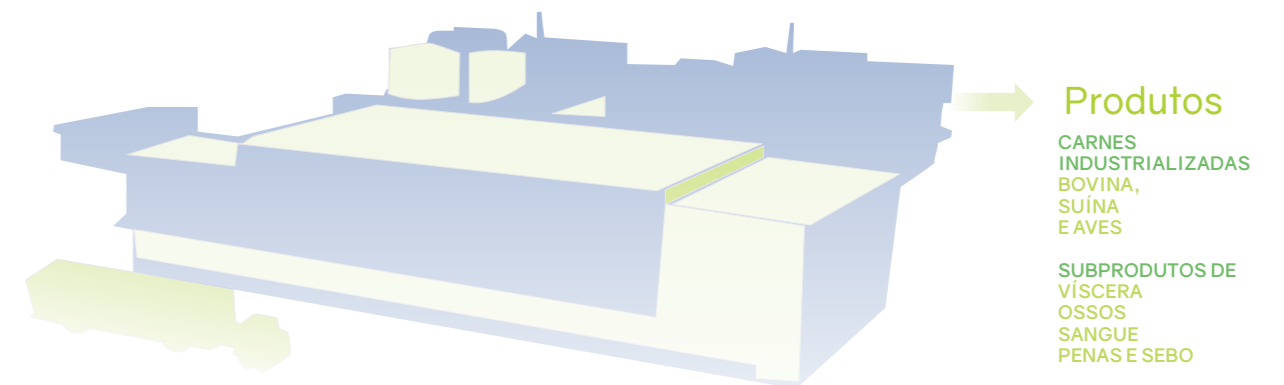
Para complementar a análise do potencial de otimização de uso da água pelas indústrias do setor de abate e

produtos de carne na bacia, além das 35 indústrias aferidas foram identificados outros 18 empreendimentos com informações disponíveis de outorgas e licenças ambientais. Para a maior parte dessas indústrias verificou-se que os produtos e matérias-primas diferiam das 35 indústrias da amostra. Apenas três indústrias de abate de bovinos mostraram informações adequadas para a análise complementar almejada, havendo uma economia adicional de **27 mil m³/ano** para captação, de **3 mil m³/ano** na redução do lançamento de efluentes e de **1,5 kg DBO/dia**.

### Indicadores de Uso da Água da Bacia

#### Captação

	Abate de bovinos:	Abate de bovinos e suínos:	Abate de suínos:	Abate de frangos:	Subprodutos do abate:
<b>ATUAIS</b>	<b>2,74 - 12,78</b> m³/t produto	<b>3,05 - 9,24</b> m³/t produto	<b>1,69 - 12,05</b> m³/t produto	<b>4,43 - 16,13</b> m³/t produto	<b>2,46 - 2,66</b> m³/t produto
<b>METAS</b>	otimizado   potencial 3,59   2,74 m³/t produto	otimizado   potencial 3,70   3,05 m³/t produto	otimizado   potencial 4,37   1,69 m³/t produto	otimizado   potencial 9,58   4,43 m³/t produto	otimizado   potencial 2,55   2,46 m³/t produto



#### Lançamento de efluentes

	Abate de bovinos:	Abate de bovinos e suínos:	Abate de suínos:	Abate de frangos:	Subprodutos do abate:
<b>ATUAIS</b>	<b>2,41 - 5,67</b> m³/t produto <b>0,07 - 0,47</b> kgDBO/t produto	<b>1,22 - 13,03</b> m³/t produto <b>0,05 - 0,84</b> kgDBO/t produto	<b>1,14 - 12,50</b> m³/t produto <b>0,03 - 0,29</b> kgDBO/t produto	<b>8,30 - 15,12</b> m³/t produto <b>0,09 - 0,64</b> kgDBO/t produto	<b>1,96 - 3,18</b> m³/t produto <b>0,11 - 0,89</b> kgDBO/t produto
<b>METAS</b>	otimizado   potencial 2,96   2,41 m³/t produto 0,07   0,03 kgDBO/t produto	otimizado   potencial 2,95   1,22 m³/t produto 0,13   0,04 kgDBO/t produto	otimizado   potencial 4,43   1,14 m³/t produto 0,04   0,01 kgDBO/t produto	otimizado - potencial 11,30   8,30 m³/t produto 0,09   0,06 kgDBO/t produto	otimizado   potencial 2,56   1,96 m³/t produto 0,09 kgDBO/t produto*

\* Para o segmento de subprodutos do abate foi definido somente o indicador otimizado pois só haviam dois valores de concentração de DBO disponíveis

# CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA NOS MACRO E SUBPROCESSOS DO SETOR DE ABATE E PRODUTOS DE CARNE

	0 - 15%	15 - 45%	> 45%
Consumo	1 drop	2 drops	3 drops
Efluentes	1 drop	2 drops	3 drops

### CAPTAÇÃO

ETA

FRANGOS | SUÍNOS | BOVINOS

### UTILIDADES

- Lavagem de carcaças e vísceras
- Processo de limpeza e higienização
- Caldeira
- Sistema de refrigeração\*
- Ar comprimido\*
- Torres de resfriamento
- Lavagem caminhões

### RECEPÇÃO

- Currais
- Condução e lavagem
- Atordoamento

### SANGRIA E TRATAMENTO DA PELE

- Sangria
- Escaldagem e depilação/depenagem\*

### EVISCERAÇÃO

- Evisceração
- Sala de miúdos\*\*
- Resfriamento (chiller)\*\*
- Lavagem das vísceras
- Corte carcaça

### INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE

- Cortes de carne
- Linhas de corte automático\*\*
- Processamento da carne

### GRAXARIA

- Graxaria

\* Não resulta em consumo de água \*\* Etapas específicas do abate de frango

## ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

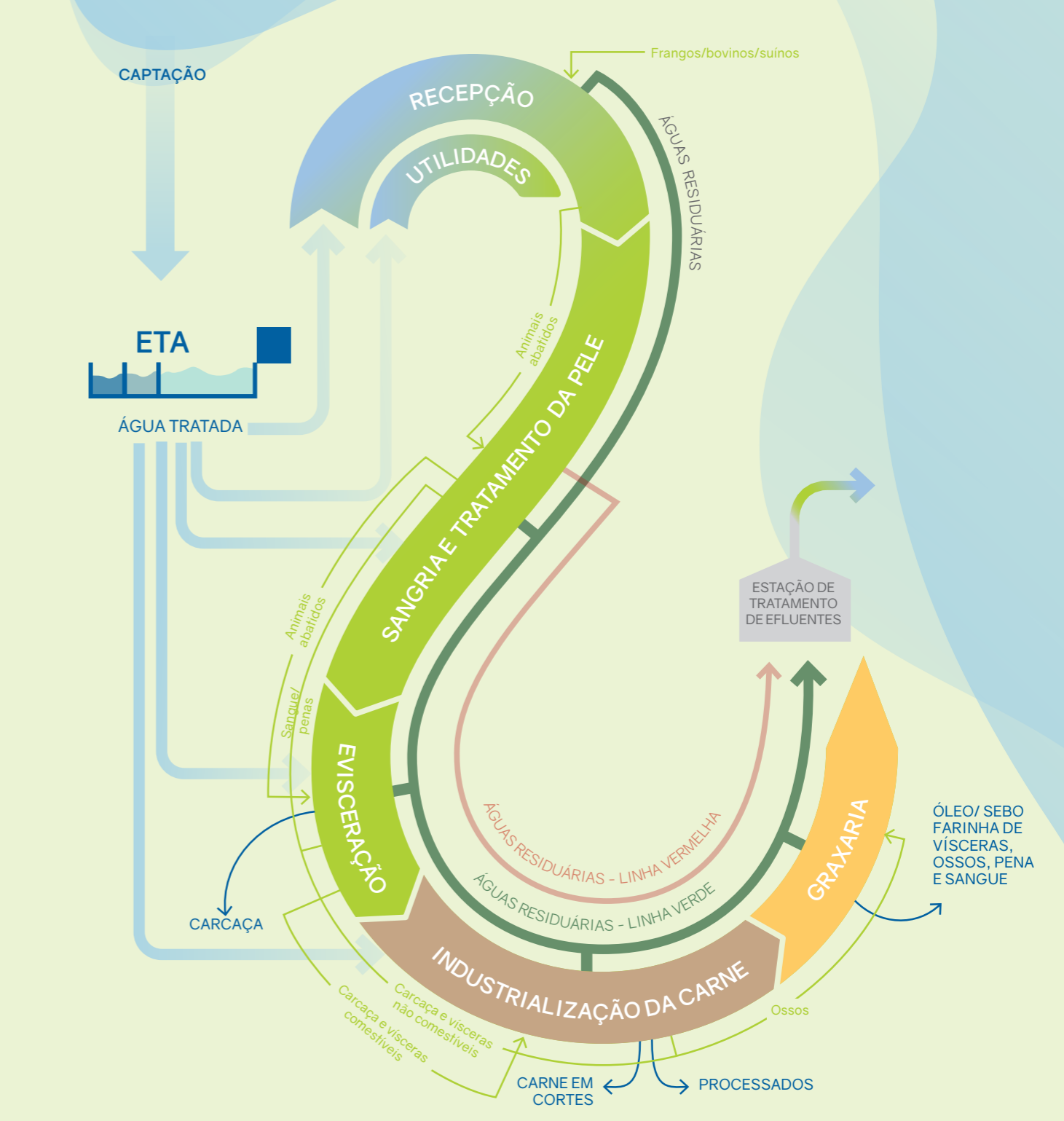
**MEDIDAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA**

BAIXO ESFORÇO BAIXO IMPACTO	ALTO ESFORÇO BAIXO IMPACTO	BAIXO ESFORÇO ALTO IMPACTO	ALTO ESFORÇO ALTO IMPACTO
-----------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------

VEJA AS MEDIDAS NA PRÓXIMA PÁGINA

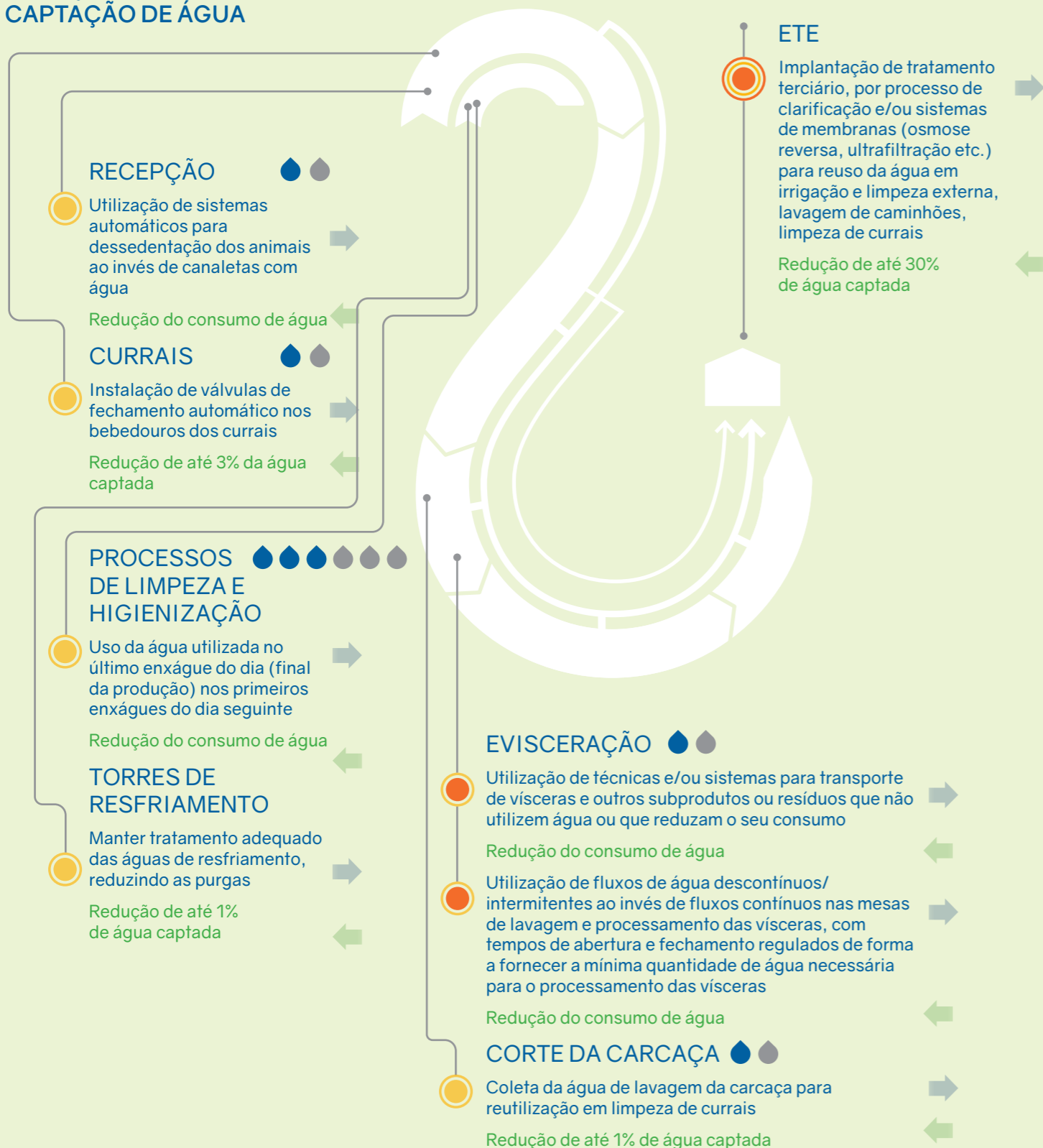
# ÁGUA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

	Abate de bovinos:	Abate de bovinos e suínos:	Abate de suínos:	Abate de frangos:	Subprodutos do abate:
ATUAL	2,74 - 12,78 m <sup>3</sup> /t produto	3,05 - 9,24 m <sup>3</sup> /t produto	1,69 - 12,05 m <sup>3</sup> /t produto	4,43 - 16,13 m <sup>3</sup> /t produto	2,46 - 2,66 m <sup>3</sup> /t produto



	Abate de bovinos:	Abate de bovinos e suínos:	Abate de suínos:	Abate de frangos:	Subprodutos do abate:
ATUAL	2,41 - 5,67 m <sup>3</sup> /t produto	1,22 - 13,03 m <sup>3</sup> /t produto	1,14 - 12,50 m <sup>3</sup> /t produto	8,30 - 15,12 m <sup>3</sup> /t produto	1,96 - 3,18 m <sup>3</sup> /t produto
	0,07 - 0,47 kgDBO/t produto	0,05 - 0,84 kgDBO/t produto	0,03 - 0,29 kgDBO/t produto	0,09 - 0,64 kgDBO/t produto	0,11 - 0,89 kgDBO/t produto

REDUÇÃO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA



REDUÇÃO DE EFLUENTES E DA CARGA ORGÂNICA



Complementado a partir do "Guia técnico ambiental da indústria de abate de suínos e bovinos", "Guia técnico ambiental de frigoríficos – industrialização de carnes (bovina e suína)" e "Guia técnico ambiental de graxarias", da série de Produção mais Limpa (P+L) da CETESB. Pacheco, 2006. Disponível em: [https://bit.ly/CETESB\\_PL](https://bit.ly/CETESB_PL)

➔ Medida recomendada  
➔ Resultados esperados

● BAIIXO ESFORÇO BAIIXO IMPACTO  
● ALTO ESFORÇO BAIIXO IMPACTO  
● BAIIXO ESFORÇO ALTO IMPACTO  
● ALTO ESFORÇO ALTO IMPACTO



# 4

## RECOMENDAÇÕES E PRÓXIMOS PASSOS

Como resultados do estudo elaborado, foram reunidas conclusões relevantes e identificadas lições aprendidas, possibilitando formular recomendações para o aprimoramento da gestão de recursos hídricos na bacia do rio Paranapanema relacionadas aos

usos da água pelas indústrias, bem como recomendações específicas para os usuários desse importante segmento, responsável por expressiva geração de postos de trabalho e pelo dinamismo da atividade econômica nos estados do Paraná e de São Paulo.

### PRINCIPAIS CONCLUSÕES

Na bacia do rio Paranapanema está instalado um parque industrial bastante diversificado em termos de produtos gerados, resultando em demandas por água e lançamento de efluentes de diferentes características quanti-qualitativas.

O estudo identificou um total de 42 tipologias industriais na bacia, sendo seis delas agrupadas devido à similaridade de processos produtivos e usos da água, resultando em quatro segmentos avaliados em detalhes: fabricação de açúcar e biocombustíveis – agrupadas como setor sucroenergético; fabricação de celulose e outras pastas e fabricação de papel, cartolina e papel-cartão – agrupadas como setor de celulose e papel; fabricação de bebidas alcoólicas; e abate e produtos de carne. Esses setores são responsáveis por cerca de 80% do volume total outorgado na bacia para captação de água (565 milhões de m<sup>3</sup>/ano) e,

portanto, objeto de foco específico para abordagem em maior profundidade:

- **Sucoenergético:** captação de 216 milhões de m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a 38% do total da bacia;
- **Fabricação de celulose e papel:** captação de 186,4 milhões de m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a 33% do total da bacia;
- **Fabricação de bebidas alcoólicas:** captação de 25 milhões de m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a 4% do total da bacia;
- **Abate e produtos de carne:** captação de 27 milhões de m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a 5% do total da bacia.

A maior parte da água captada é proveniente de mananciais superficiais (85% do total), e os restantes 15% provêm das águas subterrâneas.



Floresta plantada na região de Itapetininga (SP)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

Os rios de domínio estadual representam a maioria dos mananciais utilizados, estando localizados neles 99,7% do total das outorgas concedidas aos quatro segmentos industriais considerados, sendo, portanto, 0,3% as outorgas existentes em rios de domínio da União (rio Paranapanema).

Na **UGH Tibagi**, verifica-se o maior volume outorgado para captação de água na bacia (40% do total), seguida das UGHs Norte Pioneiro, Médio Paranapanema, Alto Paranapanema, Pirapórema e Pontal do Paranapanema.

Com relação ao lançamento de efluentes, as outorgas existentes indicam um volume total para a bacia de 259 milhões de m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a uma carga de DBO de mais de 15 mil t/ano. O setor de celulose e papel é o que apresenta os maiores volumes de lançamento outorgados (52% do total) e, portanto, também a maior carga de DBO gerada (43% do total da bacia).

A UGH Tibagi também é a que possui o maior volume outorgado para lançamento de efluentes, correspondendo a 58% do total da bacia.

Com base na análise detalhada dos processos industriais dos quatro setores abordados e na coleta de dados e informações realizada diretamente junto às 28 indústrias que fizeram parte da amostra considerada pelo estudo, somadas às informações de 45 indústrias obtidas nos processos de licenciamento ambiental, foram definidos os usos da água efetivos, ou seja, as demandas de captação e de lançamento de efluentes que representam a real utilização dos recursos hídricos pelas

indústrias, que, em geral, diferem dos volumes outorgados.

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos incorpora margens de segurança às estimativas de demanda de água para os diferentes usos. Com isso, tende a considerar capacidades máximas de produção, períodos mais críticos de disponibilidade hídrica e fatores globais de eficiência sem adentrar na avaliação de processos específicos. O acompanhamento do uso efetivo da água para fins de planejamento, e da própria outorga, requer estratégias complementares, por exemplo, por meio de declarações anuais de uso da água e de cargas poluidoras. Esse acompanhamento sistemático é relevante para os maiores usuários e para usuários menores que se encontrem em bacias críticas.

Nesse estudo, os **usos efetivos dos recursos hídricos** praticados pelas indústrias dos quatro setores avaliados se mostraram inferiores aos volumes outorgados, em 63% para as captações para o setor sucroenergético; em 55% para as captações e 61% para o lançamento para o setor de celulose e papel; em 17% para as captações e 34% para o lançamento para o setor de bebidas alcoólicas e em 50% para as captações e 57% para o lançamento do setor de abate e produtos de carne. Das informações aferidas para esses setores e para o restante, o uso efetivo em relação aos volumes outorgados é, em média, de **51% para as captações e 55% para o lançamento de efluentes** na bacia.

Esse refinamento dos dados fornecido pelo diagnóstico prospectivo possibilitou orientar as avaliações realizadas

no sentido da identificação de boas práticas, mediante o cálculo de indicadores de uso da água e de lançamento de efluentes aderentes à realidade da produção industrial dos setores avaliados e, adicionalmente, propor indicadores otimizados e potenciais, visando tanto à redução dos volumes captados quanto à minimização dos efluentes e cargas poluentes lançadas na bacia.

A utilização dos indicadores otimizados propostos pelo estudo, considerando as boas práticas, resultaria numa **economia de água**, para a amostra aferida para os quatro setores, de 25% em relação aos usos efetivos identificados, e em uma **redução do lançamento de efluentes e cargas de DBO**, respectivamente, de 32% e 40%. Se considerarmos os indicadores potenciais, a economia passível de ser obtida cresceria para um percentual de 36% em relação à captação de água atual, e implicaria uma redução do lançamento de efluentes e de carga de DBO também maior, de 43% e 50%, respectivamente.

Visando embasar as boas práticas a serem adotadas pelas indústrias rumo ao alcance de indicadores mais aderentes ao uso otimizado e potencial dos recursos hídricos, inclusive com potencial para utilização como insumo em estudos de planejamento em outras bacias hidrográficas, o estudo apresentou uma série de procedimentos que poderão ser implementados, incluindo medidas transversais, aplicáveis a todos os empreendimentos instalados na bacia, e medidas específicas para os quatro setores industriais analisados em maior nível de detalhamento.

Tendo em vista o conhecimento ad-

quirido relativamente aos usos efetivos da água dos maiores consumidores industriais da bacia, atualizados e perscrutados em profundidade, o estudo representa uma contribuição relevante para a próxima atualização do PIRH Paranapanema, possibilitando abordagens mais precisas sobre o uso da água e sobre o balanço hídrico da bacia.

Ao mesmo tempo, preenche uma lacuna no que se refere aos usos dos recursos hídricos pela indústria, que não são facilmente quantificáveis ou mesmo estimáveis, ao contrário das demandas para abastecimento populacional, passíveis de atualização com maior facilidade mediante a aplicação de per capita à população atual e projetada de uma determinada bacia hidrográfica.

Todos os resultados obtidos representam, em síntese, **um grande avanço no conhecimento das demandas hídricas quanti-qualitativas da indústria na bacia**, dando subsídios para uma aplicação mais eficiente e realista dos instrumentos de gestão de recursos hídricos voltados a esse setor demandante de água, principalmente, a outorga e o enquadramento, além do sistema de informações e da própria revisão do PIRH Paranapanema e de seu Manual Operativo.

O processo de elaboração e os resultados do estudo em seus principais componentes (**indicadores atuais e potenciais, boas práticas e recomendações**) são relevantes não só para a bacia, pois agregam expressivo conhecimento e interlocução com a indústria em setores que também são importantes em diversas outras bacias hidrográficas e no contexto nacional.

## LIÇÕES APRENDIDAS

Por seu caráter inédito no País, e considerando os bons resultados obtidos, o estudo realizado para a bacia do rio Paranapanema poderá servir de modelo para aplicação em outras bacias hidrográficas brasileiras, não somente nos estados do Paraná e São Paulo.

Portanto, cabe registrar algumas lições aprendidas, que, por terem se mostrado adequadas, recomenda-se que sejam replicadas, enquanto outras constituem aspectos e dificuldades a serem vencidas de forma sucessiva e adaptada ao contexto regional e setorial.

Uma vez que a **coleta de dados** representa o principal pilar para as demais etapas do estudo, é de todo recomendável que seja construída, logo ao início das atividades, uma **estratégia robusta e diversificada** para a busca de informações, considerando a realização de contatos e reuniões com os órgãos gestores de recursos hídricos e meio ambiente da bacia hidrográfica, com os CBHs e com as representações dos diferentes segmentos do setor industrial com presença na bacia ou região de análise, visando ao seu envolvimento e à sua adesão aos objetivos do estudo.

No caso da bacia do rio Paranapanema, a orientação para a realização de visitas aos estabelecimentos industriais já estava prevista no Termo de Referência que deu origem à contratação do estudo, bem como a utilização prévia de questionários enviados ao setor, o que facilitou a coleta de dados *in loco* ou mediante entrevistas remotas, modalidade que também foi adotada, contribuindo para a construção de um

diagnóstico robusto que reflete de maneira fiel as condições de utilização da água na bacia pelo setor industrial.

Outro procedimento utilizado que se mostrou eficiente foi a determinação, também nas etapas iniciais do estudo, dos maiores usuários industriais de água na bacia, por meio da análise e consistência dos cadastros disponíveis, o que contribuiu para evitar a dispersão de esforços e melhor dirigir o foco dos trabalhos.

Em presença da **identificação dos maiores usuários**, o trabalho teve continuidade abordando cada um dos quatro segmentos industriais já referidos, de forma individualizada, incorporando-se as suas características particulares, processos produtivos e especificidades em relação ao uso dos recursos hídricos. Tal procedimento facilitou o desenvolvimento da etapa de coleta de dados, na medida em que a comunicação com os usuários se tornou mais direcionada, e também da etapa de diagnóstico prospectivo, para definição de indicadores de boas práticas e proposta de medidas para melhoria da eficiência do uso da água no âmbito de cada segmento e para o conjunto da bacia.

Algumas dificuldades foram enfrentadas para obtenção de dados dos usuários. Inúmeros contatos foram realizados em mais de uma oportunidade, com o envio de questionário on-line para 220 das 267 indústrias da amostra e solicitações de visitas e entrevistas remotas para mais de 160 indústrias. Contudo, o grau de retorno alcançado foi inferior a 20% em ambas as abordagens.

Nesse sentido, destaca-se o papel fundamental a ser exercido pela coordenação de estudos análogos ao realizado para a bacia do rio Paranapanema na **articulação direta com os representantes dos vários segmentos do setor industrial**, visando caracterizar a importância do estudo e envolver os usuários, de forma que se sintam partícipes da iniciativa e com segurança para franquear a disponibilização de informações plenas sobre os usos da água em seus respectivos processos, contribuindo, também, para a maior aproximação e interesse do setor pelos trabalhos e atribuições dos Comitês de Bacia.

Durante o desenvolvimento do estudo, alguns obstáculos também foram encontrados para obtenção de informações detalhadas sobre **fluxogramas de processos industriais com demonstração de balanços do uso da água** em cada etapa ou subprocesso. O conhecimento desses fluxogramas é relevante para o perfeito entendimento das entradas, saídas e perdas de água nos ciclos de produção, facilitando a identificação e a proposição de medidas específicas para otimizar tanto a captação como o lançamento de efluentes, resultando, assim, numa caracterização mais fiel da utilização da água nos processos produtivos.

Pressupõe-se que a não divulgação desses fluxogramas por parte dos usuários deva-se a questões relacionadas com a preservação de sigilo sobre métodos e tecnologias adotadas, assim como ao receio de disponibilização de informações fora dos processos administrativos de comando-controle (outorga e licenciamento ambiental, principalmente).

Ainda na etapa de coleta de dados, foram encontradas dificuldades para obtenção das informações junto aos órgãos

gestores de meio ambiente, devido a questões de ordem administrativa, situações de armazenamento de relatórios e de bases disponíveis apenas em versões impressas, ou casos de insuficiência de pessoal para prestar informações. Visando evitar que questões dessa natureza possam implicar eventuais atrasos no andamento de futuros estudos e ampliar a chance de utilização de dados suficientemente abrangentes e completos, sugere-se **fortalecer a articulação prévia com os órgãos ambientais** com atuação na bacia ou região em estudo.

Quando da consulta à bibliografia técnica disponível ao nível nacional e internacional sobre os usos da água nos quatro segmentos industriais que foram objeto do refinamento das informações, identificou-se, em alguns casos, ausência de dados atualizados sobre os avanços que vêm sendo obtidos pelo setor com o objetivo de redução dos consumos de água e de lançamento de efluentes.

Dessa forma, as referências disponíveis nem sempre puderam ser incorporadas à proposta de indicadores ótimos efetuada pelo estudo, passíveis de serem alcançados mediante a implementação das melhores tecnologias atualmente empregadas, servindo tão somente como balizadores gerais para as análises realizadas. Esse foi o caso, em especial, do diagnóstico prospectivo e proposta de indicadores para o setor de bebidas alcoólicas, mais **carente de informações registradas em bibliografia técnica**.

Finalmente, foi possível observar que dados sobre captação e consumo de água otimizados estão disponíveis junto às empresas, geralmente, em maior quantidade e com maior nível de detalhamento do que informações sobre lançamento de efluentes.

## PRÓXIMOS PASSOS

Os resultados do estudo e as lições aprendidas geraram uma base de referência relevante para a recomendação de próximos passos que poderão ser considerados na construção de uma **agenda positiva de gestão dos recursos hídricos** em parceria com o setor industrial, quer para a própria bacia do rio Paranapanema, quer para outras regiões do País.

A melhoria das informações e a adoção de medidas de racionalização do uso da água exigem uma **atuação conjunta entre o setor industrial e os demais integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)**, além daqueles que fazem parte do sistema de gestão ambiental.

Tais aspectos esbarram, de acordo com o estudo do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável<sup>24</sup>, nos seguintes obstáculos:

- Custo baixo da água no País, o que desestimula o investimento em tecnologias de reúso;
- Carência de políticas públicas que tratem de temas como outorga e tributos;
- Ausência de estímulos financeiros para empresas privadas;
- Percepção baixa de riscos de escassez de água por parte das empresas;
- Descontinuidade de políticas provocada por trocas de governo.

Essas questões também foram constatadas durante as visitas, entrevistas

e seminários com o setor industrial da bacia, deixando claro que, dentre as propostas de medidas a serem desenvolvidas como resultado deste estudo, deve-se considerar também a importância do poder público – ANA e órgãos gestores estaduais – e dos CBHs nas estratégias de racionalização do uso da água nas indústrias.

Nesse sentido, cabe mencionar que participantes dos seminários realizados em julho de 2020 solicitaram maior articulação entre a ANA, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a CETESB, para **mudanças de regras ambientais classificadas como obsoletas**, entre elas a exigência de um consumo mínimo obrigatório de água em alguns dos processos de abate de aves, no caso do MAPA, e a falta de regulamentação/normatização do reúso de água tratada em ETEI (Estação de Tratamento de Efluentes Industriais), no caso da CETESB.

Considerando os desafios e as oportunidades para o aprimoramento da gestão de recursos hídricos na bacia, são destacadas, a seguir, algumas **recomendações norteadoras** para a atuação dos órgãos de recursos hídricos e de meio ambiente, visando ao aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão, assim como recomendações para o setor industrial.

A implementação das recomendações e os próximos passos são responsabilidades dos órgãos gestores e CBHs, de acordo com as suas respectivas atribuições e articulações institucionais.

## RECOMENDAÇÕES PARA O APRIMORAMENTO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Os resultados do presente estudo, voltado ao detalhamento do perfil de uso da água na indústria da bacia, dão suporte à **atualização do PIRH Paranapanema**. Essa constatação reforça e ratifica os objetivos do Manual Operativo, que foi desenvolvido pelo PIRH vigente, evidenciando um ciclo que se completa, na medida em que ações que foram priorizadas e pactuadas com o CBH, uma vez postas em prática – no

### OUTORGA

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos foi criada pela Lei Federal nº 9.433/97 como um instrumento para promover uma efetiva gestão dos recursos hídricos no território de uma bacia hidrográfica, na medida em que pressupõe a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para compatibilizar os usos múltiplos da água.

Contudo, embora seja um instrumento já em aplicação há alguns anos no País, algumas medidas podem ser implementadas para o aperfeiçoamento da outorga no setor industrial, no sentido de que o seu objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água seja alcançado, na prática, de forma mais ampla e eficaz.

Os indicadores de boas práticas estimados pelo presente estudo podem servir como insumo ao processo de análise dos pedidos de outorgas novas e de renovações, principalmente os valores otimizados e potenciais, que

presente caso, a partir da realização de um estudo adicional, decorrente do próprio Plano – mostraram potencial para realimentar o mesmo Plano, em suas versões subseqüentes.

Além disso, os resultados obtidos fornecem subsídios para uma aplicação mais eficiente dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. Recomendações à aplicação de cada um dos instrumentos são apresentadas a seguir.

podem ser incorporados como **critérios para uso racional da água pelas indústrias** nas bacias que já apresentarem maior comprometimento hídrico.

Da mesma forma, podem ser utilizados em estudos futuros relacionados aos usos prioritários na bacia hidrográfica e para a **identificação de novas áreas sujeitas à restrição de usos** visando à conservação dos recursos hídricos. Também podem ser úteis como referência para a revisão de normas e deliberações específicas no tocante às diretrizes para outorga em determinadas UGHs que apresentem balanços hídricos quanti-qualitativos menos favoráveis.

A integração dos procedimentos de outorga e a utilização de base de dados comum (atualizada e consistida) em bacias hidrográficas compartilhadas, como é o caso da bacia do Paranapanema, são procedimentos que podem promover uma maior articulação na atuação dos órgãos gestores. Nesse senti-

24. CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Workshop sobre reúso de água. Janeiro de 2020.

do, independentemente do domínio do corpo hídrico, a partir do momento em que uma autorização é emitida, seus dados devem ser inseridos na base de dados comum, possibilitando que os outros órgãos gestores tenham acesso e possam se utilizar dessas informações para revisão do balanço hídrico da bacia.

Tal procedimento requer a **unificação e a integração das informações nos cadastros de outorgas estaduais e federal**, da forma como foi realizado

## COBRANÇA

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, outro dos instrumentos instituídos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, também tem por objetivo, tal como a outorga, promover a gestão dos usos múltiplos da água. Para tanto, é necessária a utilização de metodologias para estabelecimento dos valores a serem cobrados que considerem mecanismos econômicos relacionados com o valor da água, de modo a **incentivar os usuários a revisarem suas outorgas** para valores mais próximos dos usos efetivos e implementarem processos de otimização de suas captações, de forma a minimizar desperdícios, bem como de seus lançamentos de efluentes, reduzindo o potencial poluidor.

A cobrança pelo uso das águas está implementada na bacia do rio Paranapanema somente para os rios de domínio do estado de São Paulo. Os decretos estaduais que regulamentam a cobrança nas UGHs Alto, Médio e Pontal do Paranapanema são, respectivamente, 63.263/2018, 61.386/2015 e 61.415/2015.

A cobrança é aplicada somente so-

neste estudo para o setor industrial, de modo que a base comum possa ser usada para a estimativa das demandas hídricas com maior grau de precisão.

Essa integração ocorre parcialmente por meio do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH). Declarações de uso efetivo da água em relação ao uso outorgado devem ser priorizadas para os maiores usuários, integrando atributos da outorga e do licenciamento ambiental, assim como suas respectivas condicionantes.

bre os usos urbanos e industriais, nas categorias de captação, consumo e lançamento de efluentes. A equação é composta por uma base de cálculo, o preço unitário da água e coeficientes técnicos.

Para a captação, quando existem instrumentos de medição de vazão, a base de cálculo é uma ponderação entre as vazões outorgadas e as vazões medidas. Caso não existam medições, utiliza-se a vazão outorgada. Quando há medições das captações, os setores são beneficiados com a ponderação realizada na base de cálculo da cobrança pela captação, uma vez que o valor cobrado diminui. Em situação contrária, em que a base de cálculo é o volume outorgado, os usuários são cobrados integralmente mesmo se não captarem todo o volume outorgado.

Em relação ao lançamento de efluentes, a base de cálculo é a carga de DBO lançada, que, embora não caracterize integralmente o potencial poluidor dos efluentes do setor industrial, é o parâmetro adotado nos cadastros de outorgas.

O preço unitário da água para a captação nas UGHs Alto e Médio Pa-

ranapanema é de R\$ 0,009 por m<sup>3</sup> de água captado, enquanto na UGH Pontal do Paranapanema é de 0,01 R\$/m<sup>3</sup>. Para a água consumida e o lançamento de efluentes, são praticados os mesmos valores nas três bacias afluentes, respectivamente, R\$ 0,02/m<sup>3</sup> e R\$ 0,09/kg DBO. Esses valores apresentam mesma magnitude em relação aos demais praticados no Brasil, em sua maioria, e se caracterizam por serem pouco expressivos.

No ano de 2018, foram arrecadados com a cobrança pelo uso das águas nas bacias das UGHs Médio e Pontal do Paranapanema cerca de R\$ 1,3 milhões, sendo que 37% ou aproximadamente **R\$ 500 mil referem-se aos usos da água pelas atividades industriais**. Desse total, aproximadamente 60% são provenientes da cobrança na UGH Médio Paranapanema e 40% na UGH Pontal do Paranapanema. Na UGH Alto Paranapanema, a cobrança teve início em novembro de 2019, não estando disponíveis ainda, dados da arrecadação obtida.

Caso fosse implementada a cobrança pelo uso das águas nas bacias afluentes do estado do Paraná, considerando mecanismos semelhantes aos aplicados na UGH Pontal do Paranapanema, por não possuir coeficientes técnicos, estima-se que o potencial de arrecadação anual com a captação<sup>VIII</sup> seria de aproximadamente R\$ 3,3 milhões e com o lançamento<sup>IX</sup> cerca de R\$ 1 milhão.

Durante o desenvolvimento do estudo, alguns usuários do estado de São Paulo relataram que os valores da cobrança pelo uso da água tiveram influência nas suas decisões acerca da otimização de processos produtivos, enquanto outros, informaram que os valores não são altos o suficiente para compensar os investimentos em melhorias tecnológicas.

Constata-se, portanto, que seria oportuno o desenvolvimento de um estudo para **revisão dos valores e mecanismos de cobrança aplicados nas UGHs paulistas**, de forma a considerar aspectos como a capacidade de pagamento dos usuários, funções de demanda, elasticidades-preço, custos marginais, disposição a pagar, além dos problemas e peculiaridades de cada bacia hidrográfica a serem solucionados. Trata-se da elaboração de um estudo adicional, que poderá ser proposto tão logo haja consenso entre os CBHs ou no âmbito da próxima revisão do PIRH Paranapanema.

Visando homogeneizar a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos em toda a bacia do rio Paranapanema, faz-se necessário o **estabelecimento de critérios e prazos para início da cobrança nas UGHs paranaenses**, recomendando-se que os preços unitários a serem praticados sejam definidos a partir de estudo com escopo análogo ao acima referido.

No contexto da aplicação da cobrança, o papel dos Comitês de Bacia é fundamental, na medida em que a aprovação e a pactuação dos valores a serem cobrados dependem de suas decisões.

Nesse sentido, recomenda-se que o CBH promova as discussões necessárias, focando na conscientização da efetividade do instrumento para a redução dos consumos de água e do lançamento de efluentes, e nos benefícios que poderão ser auferidos por todos os usuários industriais da bacia.

Caberia, portanto, ao CBH promover **debates apoiados na apreensão da cobrança como ferramenta educativa** para a conservação dos recursos hídricos e, ao mesmo tempo, incentivando a adoção de novas tecnologias por parte dos usuários industriais.

$$\text{VIII. } \text{VALOR}_{\text{CAP}} = ((K_{\text{OUT}} \times V_{\text{CAP OUT}}) + (K_{\text{MED}} \times V_{\text{CAP MED}})) \times \text{PUF}_{\text{CAP}} = \\ ((0,3 \times 401.442.781 \text{ m}^3/\text{ano}) + (0,7 \times 311.933.024 \text{ m}^3/\text{ano})) \times 0,01 \text{ R\$/m}^3 = \\ 3.387.859 \text{ R\$/ano.} \\ \text{Este valor pode conter usos insignificantes.}$$

— VALOR<sub>CAP</sub> = valor anual por captação, derivação ou extração, em R\$/ano

— K<sub>OUT</sub> = peso atribuído ao volume de captação outorgado, no período

— V<sub>CAP OUT</sub> = volume de água captado, em m<sup>3</sup>/ano, no período, segundo valores da outorga

— K<sub>MED</sub> = peso atribuído ao volume de captação medido, no período

— V<sub>CAP MED</sub> = volume de água captado, em m<sup>3</sup>/ano, no período, segundo valores medidos pelos próprios usuários

— PUF<sub>CAP</sub> = preço unitário final para o volume captado, em R\$/m<sup>3</sup>

$$\text{IX. } \text{VALOR}_{\text{LANÇ}} = Q_{\text{DBO}} \times V_{\text{LANÇ}} \times \text{PUF}_{\text{DBO}} = \\ (0,058 \text{ kg/m}^3 \times 207.610.971 \text{ m}^3/\text{ano} \times 0,09 \text{ R\$/kg}) = \\ 1.088.838 \text{ R\$/ano.} \\ \text{Este valor não exclui os usos insignificantes.}$$

— VALOR<sub>LANÇ</sub> = valor anual pelo lançamento de carga poluidora, em R\$/ano

— Q<sub>DBO</sub> = concentração média anual de DBO, em kg/m<sup>3</sup>, presente no efluente final lançado

— V<sub>LANÇ</sub> = volume de água lançado em corpos d'água, em m<sup>3</sup>/ano, constante do ato de outorga ou das medições efetuadas pelos próprios usuários

— PUF<sub>DBO</sub> = preço unitário final, em R\$/kg

## ENQUADRAMENTO

O enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes se relaciona com os demais instrumentos da PNRH, em especial com a outorga, a cobrança e o Plano de Recursos Hídricos, sendo uma referência a ser seguida no processo de avaliação e emissão da outorga e na discussão e definição da metodologia e dos valores da cobrança. Quanto ao Plano de Recursos Hídricos, principal instrumento de planejamento para uma bacia, a Lei nº 9.433/1997, no seu artigo 13, define que o enquadramento deve ser desenvolvido sempre condicionado às prioridades estabelecidas nesses Planos.

Adicionalmente, o enquadramento possui estreita relação com instrumentos de outras políticas, como o licenciamento ambiental em que, a exemplo da outorga, constitui um referencial a ser seguido. A Declaração de Carga Poluidora (DCP) que deve ser apresentada ao órgão ambiental competente, anualmente, pelos responsáveis por fontes potenciais ou efetivamente poluidoras dos recursos hídricos, conforme previsto pelo Artigo 28 da Resolução CONAMA nº 430 de 2011, deve conter a caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes, o que pode subsidiar avaliações adequadas das cargas poluidoras da indústria em bacias hidrográficas com expressiva concentração industrial e seus impactos potenciais à qualidade das águas, visando à proposição de ações de aprimoramento da gestão.

Durante a elaboração da proposta de enquadramento, além da cuidadosa seleção de parâmetros para a avaliação de qualidade de água, é essencial **conhecer e estimar apropriadamente as cargas poluentes da bacia**, para que

se possam definir ações de controle e mitigação da poluição. Se por um lado os estudos relacionados ao controle de cargas de poluição provenientes dos esgotos domiciliares urbanos têm evoluído significativamente, a avaliação de cargas industriais e de cargas difusas ainda carece de maior detalhamento.

Seja em estudo específico para elaboração do enquadramento, seja na próxima revisão do PIRH Paranapanema, as demandas industriais da bacia devidamente refinadas mediante a identificação dos usos efetivos poderão ser consideradas tanto na etapa de diagnóstico quanto na de prognóstico. O prognóstico requer projeções dos usos da água para diversas finalidades, entre elas, o abastecimento industrial, o que poderá ser feito com maior segurança, a partir de dados atualizados e mais confiáveis.

Assim, os resultados do estudo mostraram que os dados coletados podem contribuir para um maior conhecimento da bacia e para **aprimorar os critérios e ferramentas de modelagem** adotados para o enquadramento (ou revisão do enquadramento) dos corpos d'água da bacia do rio Paranapanema em classes segundo os usos preponderantes. O estudo fornece informações acuradas para a promoção de análises e discussões mais seguras e consistentes com relação ao uso da água pelo setor industrial.

O CBH e os órgãos gestores contam, portanto, com uma nova base de informações sobre o setor industrial da bacia, especialmente sobre os maiores usuários da água, abrindo-se um leque de oportunidades para o aprimoramento do instrumento de enquadramento e também para o planejamento setorial da bacia, em face da atualização da localização das indústrias e de seus dados referentes aos usos efetivos da água para

captação e lançamento de efluentes e cargas poluidoras.

Outro aspecto que emergiu dos resultados do estudo e foi, inclusive, debatido durante os seminários realizados com as indústrias em julho de 2020, diz respeito à possibilidade de que sejam empreendidas discussões envolvendo os órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente e entidades representativas do segmento industrial para **estimular e regulamentar o reúso das águas**, tanto o reúso intersetorial como o planejado. Essa regulamentação contribuiria para reduzir as demandas de retirada, na medida em que alguns usuários poderiam se beneficiar de águas fornecidas por outros usuários, minimizando a captação de água nova para alimentar os seus processos produtivos.

## SISTEMA DE INFORMAÇÕES

As consultas aos cadastros de usuários e bases de dados de outorga e de licenciamento ambiental – essas últimas incluindo monitoramento de fontes de poluição, Memorial de Caracterização do Empreendimento (MCE), Declaração de Carga Poluidora (DCP), laudos de fiscalização – realizadas durante o desenvolvimento do estudo apontaram que algumas melhorias poderiam contribuir, em muito, para facilitar o acesso e a manipulação dos dados disponíveis.

O setor industrial presta diversas informações aos órgãos gestores em seus processos de outorga e de licenciamento, suas condicionantes, fiscalizações e declarações. Esses dados encontram-se dispersos em diferentes processos administrativos e formatos, com acessibilidade variada (em papel, papel di-

gitalizado, planilhas eletrônicas etc.) e frequências diversas. A experiência com o CNARH 40 pode estimular a criação de um módulo complementar, com foco em grandes usuários (do setor industrial, mas também aplicável a outros setores), que permita a **aquisição de mais atributos e com maior frequência/agilidade**. Essa abordagem é possível para um número reduzido de usuários, mas que sejam os mais importantes no balanço hídrico local-regional. Na configuração dessa base, recomenda-se:

- Estabelecimento de protocolos de disponibilização sistemática de informações cadastrais, licenciamento de usuários e monitoramento da água entre órgãos ambientais e de gestão de recursos hídricos, estaduais e da União, no nível mais baixo de operação, a fim de diminuir o custo de análise por parte das agências e órgãos reguladores e, também, o custo transacional dos usuários de recursos hídricos. Esses protocolos devem seguir padrões informacionais, conforme os itens a seguir, termos de cooperação técnica, termos de troca de informação entre entes governamentais e delimitações de sigilo quando necessárias;
- Padronização dos campos e unidades utilizadas nas bases de dados entre diferentes órgãos gestores para que a alimentação seja feita de forma a considerar parâmetros comuns e minimizar erros de unidades. Essa padronização também será importante para permitir uma melhor comparação entre as informações de outorgas emitidas por diferentes órgãos gestores, no que tange à quantidade e à qualidade da água;
- Padronização das bases de dados de outorgas armazenadas e disponibili-

zadas, considerando as informações necessárias às estimativas dos indicadores de uso racional para cada setor, principalmente no que se refere às demandas em termos de retiradas e valores de lançamentos e sua qualidade em função de cada tipologia de produto;

- Atualização e consistência frequentes das bases de dados outorgados, com verificação de coordenadas, corpos hídricos de intervenção, bacias hidrográficas, eliminação de outorgas vencidas/indeferidas, dentre outros critérios para atualização e consistência das informações disponibilizadas.

Considerando a dificuldade antes

mencionada para obtenção de dados junto aos órgãos gestores de meio ambiente, é de todo desejável que as informações que atualmente se encontram disponíveis para consulta apenas em meio impresso, tais como laudos de análises laboratoriais, medições e memoriais dos empreendimentos, sejam digitalizadas e inseridas em sistema de informações que possa ser acessado em sítios da Internet.

Por fim, cabe mencionar que participantes dos seminários sugeriram a criação de meios **(canais de atendimento, plataformas, perguntas e respostas etc.)** para divulgar informações técnicas, dirimir dúvidas e fornecer orientações sobre a aplicação das boas práticas no uso da água.



Barragens para irrigação em Taquarivaí (SP)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

## RECOMENDAÇÕES PARA O SETOR INDUSTRIAL

O presente estudo identificou uma série de medidas já implementadas pelas indústrias instaladas na bacia do rio Paranapanema e propôs medidas adicionais.

Vale salientar que o êxito dessas medidas se refletirá tanto na bacia, quando considerada a sua função como território fornecedor de água, devido à redução das demandas e da poluição hídrica, quanto na geração de diversos benefícios para as próprias indústrias, incluindo redução de custos associados à captação de água e ao tratamento de efluentes e valorização de oportunidades de marketing.

Para tanto, é importante que as indústrias direcionem seus investimentos para soluções que contribuam ainda mais na prevenção da poluição hídrica e conservação da capacidade de sua fonte de abastecimento de água, tais como:

- Adoção de monitoramento do uso da água em etapas intermediárias do processo produtivo, propiciando que sejam identificados pontos de atenção para redução de desperdícios;
- Adesão a processos que ampliem a eficiência hídrica, por meio de melhorias contínuas na busca do alcance de índices de uso racional dos recursos hídricos para cada segmento industrial;
- Adoção de metodologias eficazes de avaliação dos resultados das medidas de racionalização do uso da água;
- Treinamento de colaboradores para operação de mecanismos de controle de uso da água e para sua conscien-

tização quanto ao uso racional dos recursos hídricos;

- Disseminação corporativa de conceitos e práticas que resultem em investimentos em tecnologias de redução progressiva do consumo de água e ampliação de investimentos em tratamento de efluentes, visto que os custos decorrentes podem ser inferiores aos da cobrança pelo uso da água e inferiores, ainda, àqueles que podem resultar da busca de novas fontes de água para captação em caso de déficit hídrico em quantidade ou qualidade na bacia.

Algumas questões foram apresentadas por participantes dos seminários com o segmento industrial da bacia, que são incorporados pelo presente estudo, devido à sua pertinência e aplicabilidade aos objetivos de racionalização do uso da água na bacia do rio Paranapanema:

- Maior integração entre as indústrias e instituições de ensino, visando ao financiamento de pesquisas para a identificação de processos e tecnologias de redução de consumo de água e tratamento de efluentes eficientes e menos onerosos;
- Aproximação do setor industrial e formalização de parcerias com universidades, para desenvolvimento de metodologias e processos mais eficientes para a indústria, identificação e detalhamento de tecnologias alternativas visando ao aprimoramento da gestão dos recursos hídricos, assim como realização de estudos técnicos, tal como a destinação de efluente tratado no solo.

# 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS



Barragem e pivô central entre Itaberá (SP) e Itapeva (SP)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

Concebidas no âmbito do PIRH Paranapanema e priorizadas pelo CBH Paranapanema em seu Manual Operativo, as ações de ampliação do conhecimento sobre o uso da água pelo setor industrial foram implementadas ao longo deste estudo, trazendo relevante contribuição para a gestão dos recursos hídricos, em especial por meio de indicadores, identificação de boas práticas e proposta de recomendações de ação.

A demanda de água na indústria reflete o tipo de produto ou serviço que está sendo produzido e os processos industriais associados. A intensidade do uso da água depende de vários fatores, dentre eles, o tipo de processo e de produtos, tecnologias empregadas, boas práticas e maturidade da gestão. No que se refere à utilização de água no processo produtivo, podem-se observar diversas funções, tais como: matéria-prima e reagentes; solventes de substâncias sólidas, líquidas e gasosas; lavagem e retenção de materiais contidos em misturas; veículo de suspensão; e operações envolvendo transmissão de calor.

Nas últimas décadas, verifica-se que a preocupação com a eficiência no uso da água vem ocupando lugar de destaque nas estratégias competitivas das indústrias, especialmente daquelas que utilizam este recurso mais intensivamente. Protocolos, marcos legais,

mecanismos de incentivo e ações de gestão precisam ser constantemente aprimorados para acompanhar a intensa dinâmica industrial.

Nesse processo, na busca por uma agenda positiva, os Comitês de Bacia desempenham importante papel de articulação com o setor usuário. O CBH Paranapanema é pioneiro no fomento à implementação de ações voltadas à indústria e, com esses resultados, avança mais uma etapa nesse trabalho junto aos usuários e aos demais integrantes do sistema de gestão, como os CBHs Afluentes e os órgãos gestores de recursos hídricos.

O conhecimento adquirido sobre os usos efetivos da água dos maiores consumidores industriais da bacia permitiu a construção de indicadores atuais e de indicadores otimizados e potenciais de referência. Esses indicadores-meta podem ser alcançados ou aproximados a partir de um conjunto amplo de boas práticas identificadas, desde medidas simples até emprego de tecnologias de ponta.

Para a quantificação dos usos efetivos da água na bacia, foi necessária, inicialmente, uma extensa e onerosa coleta de dados, em diversas fontes disponíveis, iniciando-se pelo CNARH, e passando pelos bancos de dados de outorgas federal e estaduais, contatos



# 5

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

e visitas aos órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente de São Paulo e do Paraná, e compilação de arquivos relacionados aos processos de licenciamento ambiental das indústrias.

Essa etapa exigiu grandes esforços para sistematização dos inúmeros dados coletados em planilhas eletrônicas, desenvolvimento de análises e procedimentos de consistência detalhados, visando à construção de uma base de referência homogênea, que pudesse ser utilizada com segurança ao longo dos trabalhos.

A experiência adquirida mostrou que essas tarefas poderiam ter sido cumpridas com maior agilidade se as informações necessárias estivessem disponíveis em bases de outorgas dos órgãos gestores integralmente unificadas e fornecidas em meio digital, pois muitas delas – principalmente os documentos elaborados para o licenciamento ambiental – permanecem arquivadas somente em vias impressas.

Na sequência dos estudos, e com o objetivo de aprofundamento progressivo do conhecimento sobre o uso efetivo da água, foram realizados contatos diretos com as indústrias, mediante o preenchimento de questionários, visitas técnicas e entrevistas, identificando-se falta de detalhamento nas informações prestadas quanto à quantificação do uso da água em cada uma das fases dos diferentes processos produtivos.

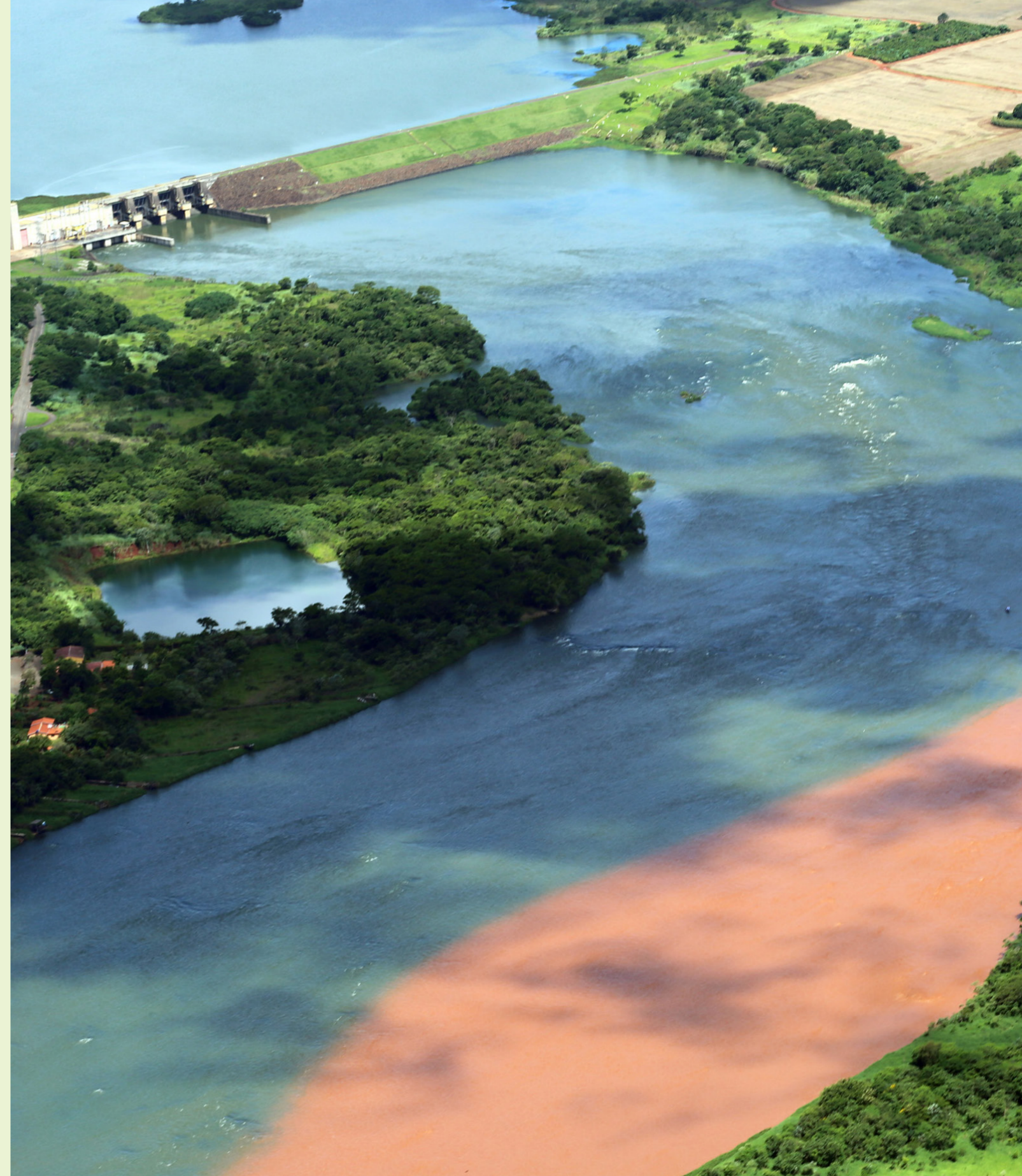
A existência de fluxogramas detalhados de balanços de água no decorrer das etapas de produção pode auxiliar em muito no controle de desperdícios, contribuindo não somente para economia de água no conjunto da bacia como também para o monitoramento realizado pelo próprio empreendimento, resultando em redução tanto de volumes capta-

dos como de efluentes e cargas poluidoras lançadas e, dessa forma, otimizando os custos dispendidos com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

A etapa de refinamento das informações aportou ao estudo aprendizados que devem ser incorporados por estudos semelhantes a serem realizados no País, e que se aplicam tanto ao aprimoramento dos instrumentos de gestão de recursos hídricos quanto às boas práticas que podem ser adotadas pelas indústrias em relação ao uso da água, na busca, dentre outras metas, de valorizar a sua posição no mercado consumidor, cada vez mais exigente no contexto de uma crescente conscientização ambiental.


Dentre as recomendações e próximos passos que emergiram dos resultados obtidos, vislumbram-se, portanto, subsídios para os instrumentos de gestão – outorga, cobrança, enquadramento e sistema de informações, incluindo a próxima atualização do PIRH Paranapanema e do Manual Operativo – e também recomendações importantes para os usuários de água da indústria, materializadas em proposta de medidas para alcance de indicadores-meta de captação, lançamento de efluentes e geração de cargas poluidoras. Além de normativos do CBH ou dos órgãos gestores, o estímulo e a valorização às boas práticas na bacia podem ocorrer também por meio de premiações e certificações estabelecidas em parceria com o setor industrial.

Por seu caráter inédito no País e considerando os resultados obtidos, o estudo realizado para a bacia do rio Paranapanema poderá servir de modelo para aplicação em outras bacias hidrográficas brasileiras, assim como para abordagens nacionais ou regionais para tipologias industriais específicas.



Confluência do rio das Cinzas com o rio Paranapanema a jusante da UHE Canoas I  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA





“A Indústria na Bacia do Rio Paranapanema: uso da água e boas práticas” apresenta uma relevante contribuição para a gestão dos recursos hídricos e a articulação com o setor industrial. O estudo é uma iniciativa da ANA na implementação de ações definidas no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranapanema – PIRH Paranapanema –, e priorizadas pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema – CBH Paranapanema.

Com uma abordagem pioneira, foram construídos indicadores atuais de uso da água para as principais tipologias industriais da bacia, e que também são relevantes na escala nacional. Esses resultados foram analisados frente a indicadores otimizados e potenciais de uso, que, a partir das boas práticas mapeadas, poderiam levar à redução de captações de água e de cargas poluidoras na bacia, assim como servir de referência para novos empreendimentos.

O maior conhecimento da dinâmica hídrica do setor industrial contribui para o planejamento e a gestão integrada dos recursos hídricos, com vistas à segurança hídrica da indústria e dos demais usos da água.

Região do rio Tibagi a jusante da UHE Mauá (PR)  
Raylton Alves / Banco de imagens ANA



Comitê da Bacia Hidrográfica  
Rio Paranapanema



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS  
E SANEAMENTO BÁSICO

MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

ISBN: 978-65-88101-07-0

TC



9 786588 101070