



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA



REÚSO DE EFLUENTES:

Metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial

REÚSO DE EFLUENTES:

Metodologia para análise do potencial
do uso de efluentes tratados
para abastecimento industrial

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade

Presidente

Diretoria de Desenvolvimento Industrial

Carlos Eduardo Abijaodi

Diretor

Diretoria de Comunicação

Carlos Alberto Barreiros

Diretor

Diretoria de Educação e Tecnologia

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor

Diretoria de Políticas e Estratégia

José Augusto Coelho Fernandes

Diretor

Diretoria de Relações Institucionais

Mônica Messenberg Guimarães

Diretora

Diretoria de Serviços Corporativos

Fernando Augusto Trivellato

Diretor

Diretoria Jurídica

Hélio José Ferreira Rocha

Diretor

Diretoria CNI/SP

Carlos Alberto Pires

Diretor



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA



REÚSO DE EFLUENTES:

Metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial

© 2017. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS

FICHA CATALOGRÁFICA

C748r

Confederação Nacional da Indústria.

Reúso de efluentes : metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2017.

44 p. : il.

1. Efluentes. 2. Abastecimento Industrial. 3. Reúso da Água. I. Título.

CDU: 628.1.034.2

CNI

**Confederação Nacional da Indústria
Sede**

Setor Bancário Norte

Quadra 1 – Bloco C

Edifício Roberto Simonsen

70040-903 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3317-9000

Fax: (61) 3317-9994

<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente – SAC

Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

sac@cni.org.br

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Custos primários e marginais associados ao reúso.....	36
-------------------------------------------------------------------------	-----------

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1- Custos de capital correspondentes à adaptação de ETEs existentes para produção de água de reúso (R\$/m³).....	37
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

LISTA DE QUADRO

Quadro 1- Filtros aplicados à seleção de dados.....	14
------------------------------------------------------------	-----------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição de consumo de água de acordo com atividade industrial.....	18
Tabela 2 - Volumes de água e esgoto	19
Tabela 3 - Capacidade instalada e processo de tratamento dos sistemas principais da RMSP.....	22
Tabela 4 - Matriz de coeficientes técnicos de consumo de água na indústria para os setores Cnae 2.0 estudados.....	27
Tabela 5 - Relação oferta x demanda para as principais ETEs da RMSP.....	31
Tabela 6 - Resumo dos custos estimados de Capex e Opex para os cenários propostos	36

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Distribuição das outorgas de captação industriais - Estado de São Paulo.....	15
Mapa 2 - Distribuição das outorgas de captação industriais – Macrometrópole Paulista.	16
Mapa 3 - Distribuição das outorgas de captação industriais – RMSP.....	17
Mapa 4 - Principais ETes da RMSP.....	21
Mapa 5 - Distribuição das maiores concentrações de empregos ocupados na indústria – estado de São Paulo.....	25
Mapa 6 - Emprego x distribuição dos principais polos para os setores Cnae 2.0 selecionados – RMSP. ..	26
Mapa 7 - Ofertas x demandas – principais ETes da RMSP.....	29
Mapa 8 - Oferta, demanda e ICTEM – RMSP.....	32
Mapa 9- Oferta, demanda e ICTEM – RMSP.....	33

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
1 IDENTIFICAÇÃO DE DEMANDAS	13
2 IDENTIFICAÇÃO DE OFERTAS	19
3 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA	23
4 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES	29
5 ESTIMATIVA DE CUSTOS	35
6 CONCLUSÕES	38
FONTES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

APRESENTAÇÃO

No Brasil, em que pese a boa disponibilidade média de água, algumas regiões vêm se deparando com problemas sérios relacionados ao balanço entre as disponibilidades e as demandas hídricas. A seca que perdura na região Nordeste desde o início da década, a situação crítica vivida na região Sudeste entre 2014 e 2015 são exemplos concretos. O setor industrial é impactado por essa situação de diferentes formas. A necessidade de adequação de captações, ajustes em processos produtivos, adoção de sistemas de reutilização e reuso de água e da elaboração de planos de contingência é cada vez mais presente.

Diante desse cenário, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) intensificou sua atuação nessa área. Dentre as ações desenvolvidas, se destacam:

- (i) a consolidação da Rede de Recursos Hídricos da Indústria, voltada à qualificação dos representantes do setor industrial nos colegiados da Política Nacional de Recursos Hídricos (mais de 500 representantes) e ao alinhamento de posição entre representantes do setor no Conselho Nacional de Recursos Hídricos e suas câmaras técnicas e as federações de indústria e associações setoriais;
- (ii) a assinatura do Acordo de Cooperação Técnica com a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), voltado à construção de agenda positiva entre Governo Federal e iniciativa privada para qualificar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- (iii) a criação de um Grupo de Trabalho no âmbito com Conselho Temático de Meio Ambiente do Nordeste para aprofundar o debate sobre alternativas para minimizar os efeitos da seca sobre o setor industrial, especialmente as indústrias já instaladas na região;
- (iv) o apoio sistemático às federações de indústria e a representantes do setor industrial em comitês de bacia de rios do domínio da União;
- (v) a parceria com o Centro Internacional de Referência em Reúso de Água (CIRRA) da Universidade de São Paulo e a empresa InfinityTech para estudar as oportunidades do reuso de efluentes tratados como fonte alternativa de abastecimento do setor industrial.

Este documento é o resultado parcial da parceria CNI-CIRRA/USP/InfinityTech. Optou-se por sistematizar e apresentar a metodologia de trabalho adotada para incentivar sua disseminação e aplicação por federações de indústria, organizações representativas do setor industrial e formuladores de políticas públicas. Pretende-se, dessa forma, incentivar e disseminar a percepção de que os efluentes domésticos tratados podem ser considerados como fontes alternativas de água para a produção industrial em zonas de estresse hídrico.

Agradecemos ao Professor Ivanildo Espanhol e as equipes do CNI-CIRRA/USP/InfinityTech e as contribuições dos membros da Rede de Recursos Hídricos e dos parceiros do Acordo de Cooperação Técnica CNI/ANA/MDIC a este trabalho. Uma segunda etapa dessa iniciativa já está em curso, aplicando a metodologia em estados e regiões onde o estresse hídrico está acentuado e com repercussões importantes sobre o setor industrial. Esperamos que nossa contribuição seja útil e que tenhamos mais e mais parceiros para disseminar essa perspectiva de trabalho.



1 IDENTIFICAÇÃO DE DEMANDAS

Um dos principais desafios no campo de estudo da viabilidade de utilização de água de reúso para o setor industrial é a identificação das demandas. Conhecer a distribuição e a intensidade dos consumos é etapa essencial para a elaboração de estudos estratégicos e posterior implantação de sistemas.

Neste estudo, que terá como região de interesse o Estado de São Paulo, optou-se por realizar a estimativa de distribuição e intensidade das demandas industriais a partir de dados de outorgas de captação disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) – para corpos d’água de domínio da União – e de órgãos estaduais – para rios estaduais e águas subterrâneas. No caso de São Paulo, o órgão estadual responsável é o Departamento de Águas e Energia Elétrica (Daee). Em geral, os dados estão disponíveis no formato *comma-separated values (csv)* e podem ser trabalhados em *softwares*, como o Microsoft Excel® ou similares. É imprescindível que haja informações de coordenadas das outorgas, pois somente assim será possível utilizar as informações para criação de mapas georreferenciados.

As bases de dados contemplam outorgas de diversas finalidades, naturezas e situações cadastrais. Por isso, faz-se necessária a aplicação de filtros de seleção para que sejam trabalhados somente os dados relevantes. Em suma, foram selecionados os dados de **outorgas vigentes de captação de águas subterrâneas e superficiais para fins industriais**. Além disso, dados que possuíam erros claros de coordenadas foram descartados.

O quadro 1 apresenta a relação dos filtros utilizados para as categorias de dados pertinentes constantes nos bancos de dados da ANA e do Daee.

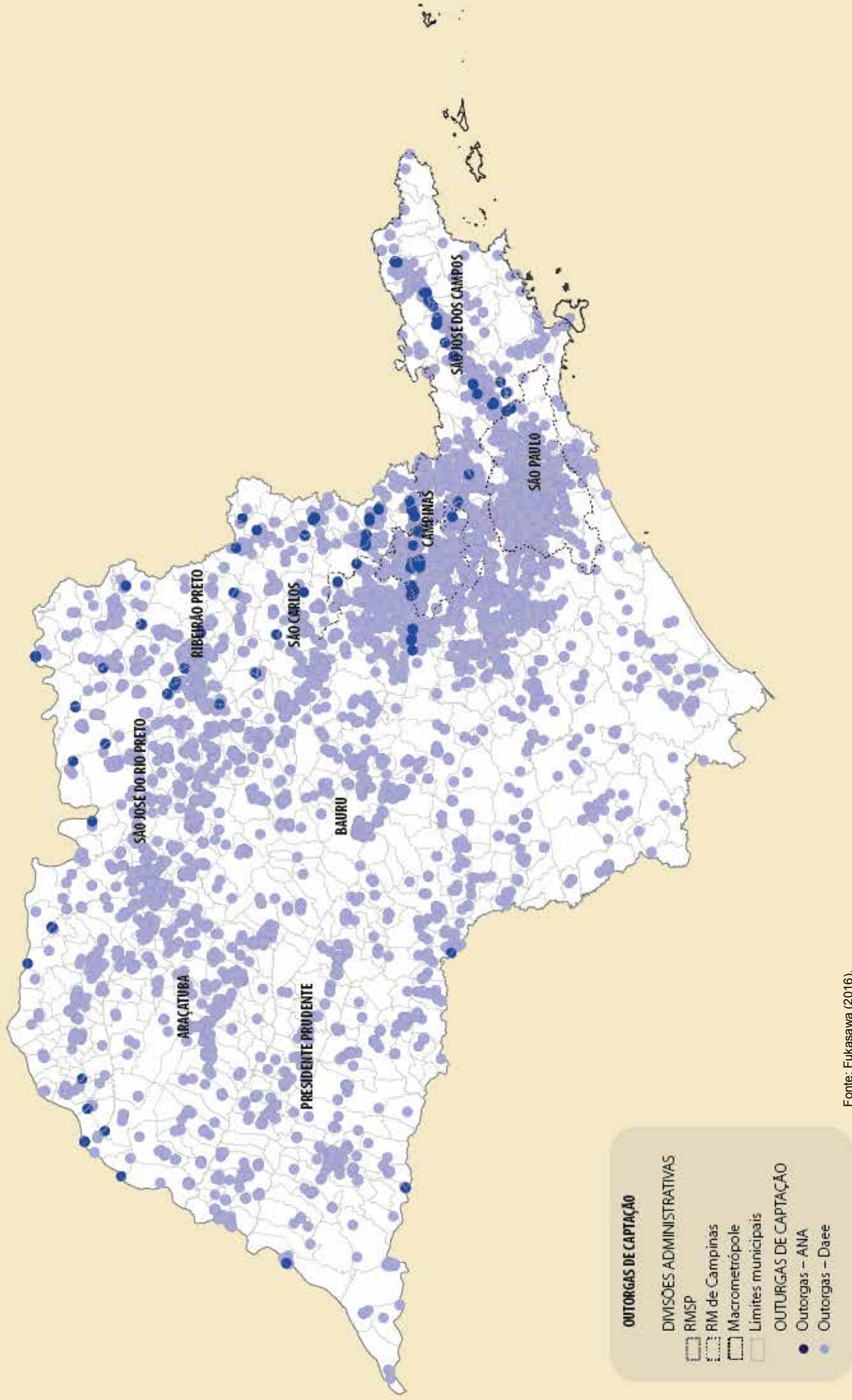
Quadro 1: Filtros aplicados à seleção de dados

Categoria	Universo de informações	Filtro
ANA		
UF	Unidade da Federação	São Paulo
Finalidade_Principal	Finalidade da outorga	Industrial
Tipo_Interferência	Captação, uso não consuntivo ou lançamento	Captação
Data_de_vencimento	Data de vencimento da outorga	Somente as com vencimento igual ou superior a 2016
Daee		
USO	Captação, lançamento, drenagem, barramento etc.	Todas as captações superficiais e subterrâneas
FINALID_USO	Finalidade de uso da outorga	Industrial (INDUSTR), sanitário/industrial (SAN/IND) e solução alternativa para abastecimento privado/industrial (SA1/IND)
SITUAC_ADMIN (DAEE)	Situação administrativa junto ao Daee	Somente "CADASTRADA DAEE" e "PORTARIA"
UTM_NORTE (km)	Coordenadas	Apenas as localizadas no estado de São Paulo
UTM_LESTE (km)	Coordenadas	Apenas as localizadas no estado de São Paulo
UTM_MC	Meridiano central	Apenas 45° e 51°

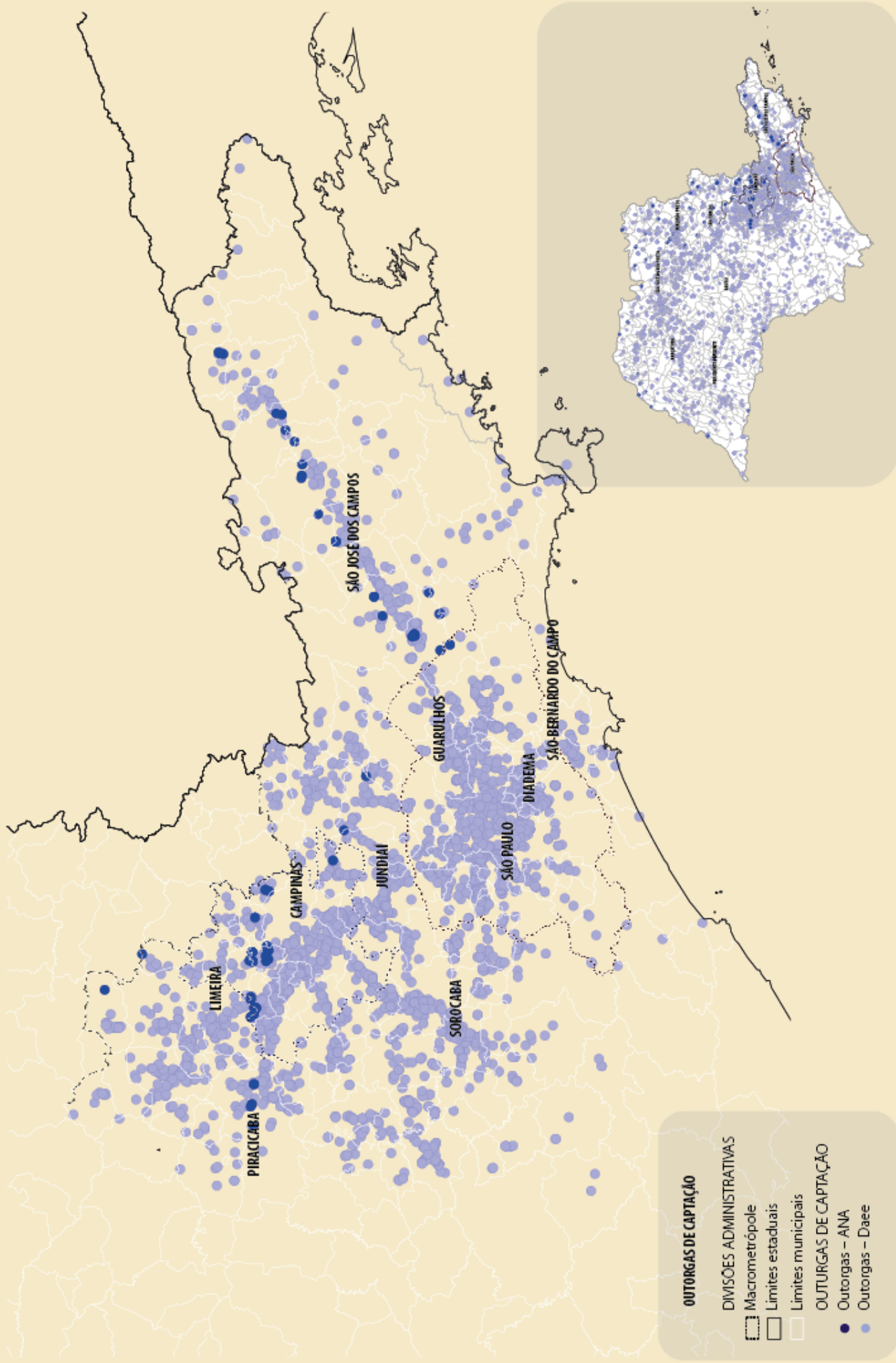
Fonte: adaptado dos bancos de dados de outorgas da ANA e do Daee.

A análise foi feita para o estado de São Paulo, Macrometrópole Paulista e Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), resultando nos mapas apresentados ao lado e gerados no *software* QGIS®.

Mapa 1: Distribuição das outorgas de captação industriais – Estado de São Paulo

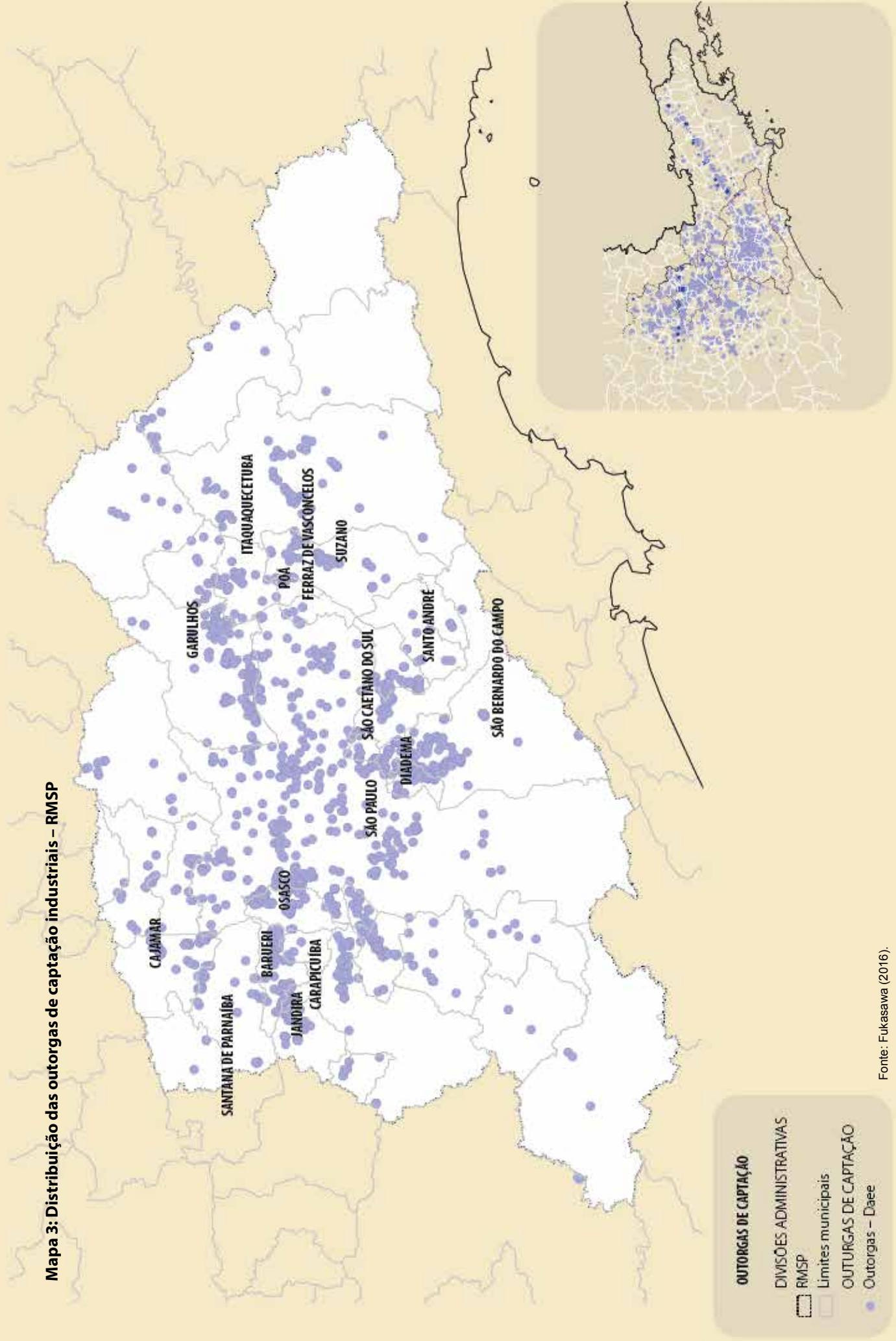


Mapa 2: Distribuição das outorgas de captação industriais – Macrometrópole Paulista



Fonte: Fukasawa (2016).

Mapa 3: Distribuição das outorgas de captação industriais – RMSP



É possível, para qualquer área de estudo escolhida, determinar a vazão total outorgada. Esse dado permite a seleção de regiões onde o consumo industrial é mais representativo.

Na RMS, por exemplo, as outorgas do Dae¹ de captações industriais ativas somam cerca de **10 m³/s**. É essencial, no entanto, frisar que nem toda a demanda por água na indústria é passível de ser atendida por água de reúso com padrão não potável. A água incorporada ao processo nas indústrias alimentícia e farmacêutica, por exemplo, exige qualidades bastante restritivas. Ainda assim, o uso em torres de resfriamento, a qual pode ser atendida por água de qualidade não potável, é representativo em diversos segmentos industriais, podendo ser responsável por até 95% da demanda por água em uma planta, a depender da atividade.

Tabela 1: Distribuição de consumo de água de acordo com atividade industrial

INDÚSTRIA	DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA (%)		
	RESFRIAMENTO SEM CONTATO	PROCESSOS E ATIVIDADES AFINS	USO SANITÁRIO E OUTROS
Laticínios	53	27	20
Bebidas maltadas	72	13	15
Têxtil	57	37	6
Celulose e papel	18	80	2
Produtos químicos inorgânicos	83	16	1
Fibras de celulose sintéticas	69	30	1
Produtos químicos orgânicos	91	9	*
Refinaria de petróleo	95	5	*
Cimento	82	17	1
Aço	56	43	1
Fundição de ferro e aço	34	58	8
Automóveis	28	69	3

Fonte: adaptado de Van Der Leeden, Troise e Todd (1990 apud MIERWZA; HESPANHOL, 2005).

Nota: * valores inferiores a 0,5%.

A abordagem georreferenciada possibilita a determinação de regiões a serem mais profundamente estudadas, visto que é necessária a compreensão entre os possíveis produtores e consumidores de água de reúso industrial. É também fundamental avaliar e compreender o perfil da indústria na região de estudo, o interesse dos industriais em utilizar água de reúso, qualidades a serem ofertadas e demais características que venham a influenciar no sucesso da iniciativa.

¹Não há registro de outorgas de captação industrial de rios de domínio da União na RMS.



2 IDENTIFICAÇÃO DE OFERTAS

No Brasil, menos de 40% de todo esgoto gerado é tratado. Isso correspondeu, em 2014, a aproximadamente 3.700.000 mil m³, ou 3,7 trilhões de litros. Em vazão média, ao longo do ano, esse valor equivale a aproximadamente 120 m³/s. Comparativamente, a vazão retirada pelo setor da indústria em 2014 foi de 360 m³/s; ou seja, a atual capacidade instalada de tratamento de esgotos equivale a 1/3 da demanda total por água da indústria.

Tabela 2: Volumes de água e esgoto

ANO	ÁGUA PRODUZIDA (MIL M ³ /ANO)	ÁGUA CONSUMIDA (MIL M ³ /ANO)	ESGOTO COLETADO (MIL M ³ /ANO)	ESGOTO TRATADO (MIL M ³ /ANO)
2008	14.303.079	8.364.361	4.018.386	2.657.998*
2009	14.518.110	8.418.217	4.229.809	2.894.984
2010	15.023.400	9.111.552	4.662.490	3.124.071
2011	15.423.936	9.355.778	4.726.248	3.207.947
2012	15.862.169	9.880.042	5.149.349	3.540.787
2013	16.117.584	10.144.946	5.222.459	3.579.335
2014	15.991.238	10.132.306	5.357.051	3.763.851

Fonte: SNIS (2008 a 2014).

Nota: * a PNSB do IBGE (2008) indica, para o ano de 2008, volume de esgoto tratado igual a 3.882.095 mil m³.

Para o caso da RMSP, a identificação das ofertas de esgoto municipal tratado foi realizada por meio de dados disponibilizados pela Companhia Estadual de Saneamento Básico (Sabesp), concessionária pública responsável pelos serviços relacionados a água e esgoto em quase todos os municípios da região e de grande parte do estado.

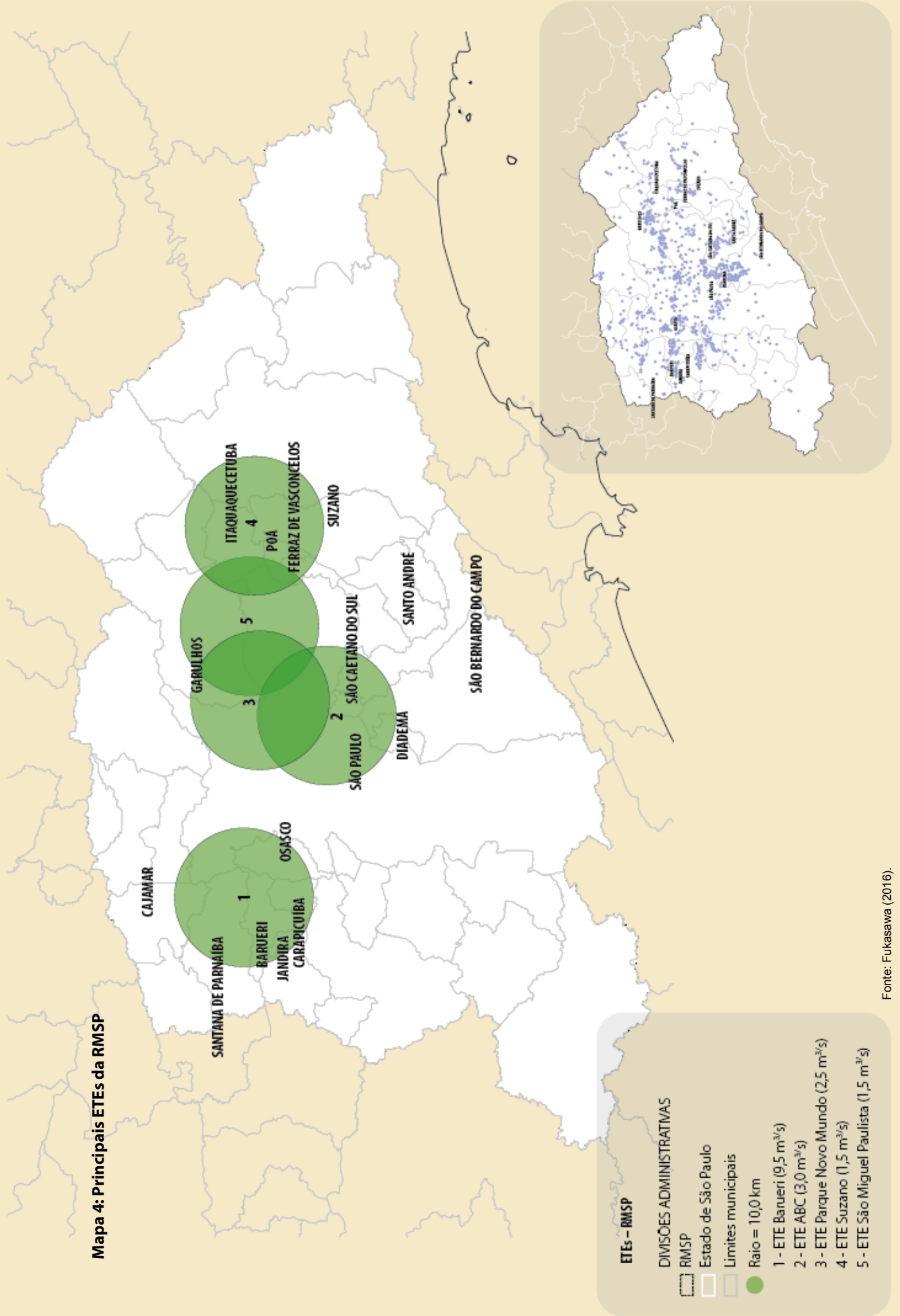
Os dados relevantes para este estudo são, para cada estação de tratamento de esgoto (ETE):

- identificação;
- localização das plantas;
- capacidade instalada; e
- tipo de tratamento utilizado.

Na RMSP, as cinco principais ETEs, as quais fazem parte do Projeto Tietê, somam 18,0 m³/s de capacidade instalada e todas possuem tratamento de lodos ativados convencional.

A partir da criação de áreas de abrangência definidas por raio fixo (igual a 10 km neste estudo) no entorno das ETEs selecionadas, é possível estudar a viabilidade de distribuição de água de reúso, recurso que irá possibilitar a identificação das demandas industriais próximas às estações.

Mapa 4: Principais ETEs da RMSP



Fonte: Fukasawa (2016).

Tabela 3: Capacidade instalada e processo de tratamento dos sistemas principais da RMSP

ETE	CAPACIDADE INSTALADA (L/S)	PROCESSO DE TRATAMENTO	MUNICÍPIOS ATENDIDOS
Barueri	9.500	Lodos ativados convencional	Jandira, Itapevi, Barueri, Carapicuíba, Osasco, Taboão da Serra, Embu das Artes e parte dos municípios de Cotia e São Paulo.
ABC	3.000	Lodos ativados convencional	Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Diadema, São Caetano, Mauá, e parte dos municípios de São Paulo e São Bernardo do Campo.
Parque Novo Mundo	2.500	Lodos ativados convencional	Parte do município de São Paulo.
Suzano	1.500	Lodos ativados convencional	Suzano e parte dos municípios de Mogi das Cruzes, Poá, Itaquaquecetuba e Ferraz de Vasconcelos.
São Miguel	1.500	Lodos ativados convencional	Parte dos Municípios de São Paulo, Itaquaquecetuba e Ferraz de Vasconcelos e Poá.
Total	18.000		—

Fonte: Sabesp (2016).

Como será visto à frente, as ETEs estão localizadas em regiões com concentrações industriais importantes e com quadros de escassez quali-quantitativa. Vale ressaltar que a existência de polos industriais não necessariamente significa grandes vazões de retirada por parte do setor, dado que há variabilidade na utilização de água por unidade de produção de acordo com a atividade exercida.



3 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

A indústria brasileira concentra-se majoritariamente nas regiões mais densamente ocupadas, como a Sudeste e a Sul, uma vez que a existência de parques industriais está intimamente ligada à presença de grandes concentrações populacionais.

São Paulo é o estado brasileiro que representa maior parcela de participação no produto interno bruto (PIB) industrial nacional. Quase 30% de todo PIB industrial do país advém do estado, ainda que, na última década, essa porcentagem tenha sofrido considerável redução.

Foram selecionadas dez atividades Cnae 2.0 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) a serem avaliadas neste estudo, sendo elas: produtos alimentícios (C10); bebidas (C11); produtos têxteis (C13); papel, celulose e produtos de papel (C17); coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis (C19); produtos químicos (C20); produtos farmoquímicos e farmacêuticos; máquinas e equipamentos; e veículos automotores, reboques e carrocerias.

De acordo com informações do **Atlas da Competitividade** da Fiesp, dentro do estado de São Paulo, os dez municípios que concentram o maior número de empregos industriais são, em ordem decrescente:

- São Paulo: 17,8%.
- Guarulhos: 3,8%.
- São Bernardo do Campo: 3,5%.
- Sorocaba: 2,4%.
- Diadema: 2,0%.
- Campinas: 2,0%.
- Jundiaí: 1,9%.

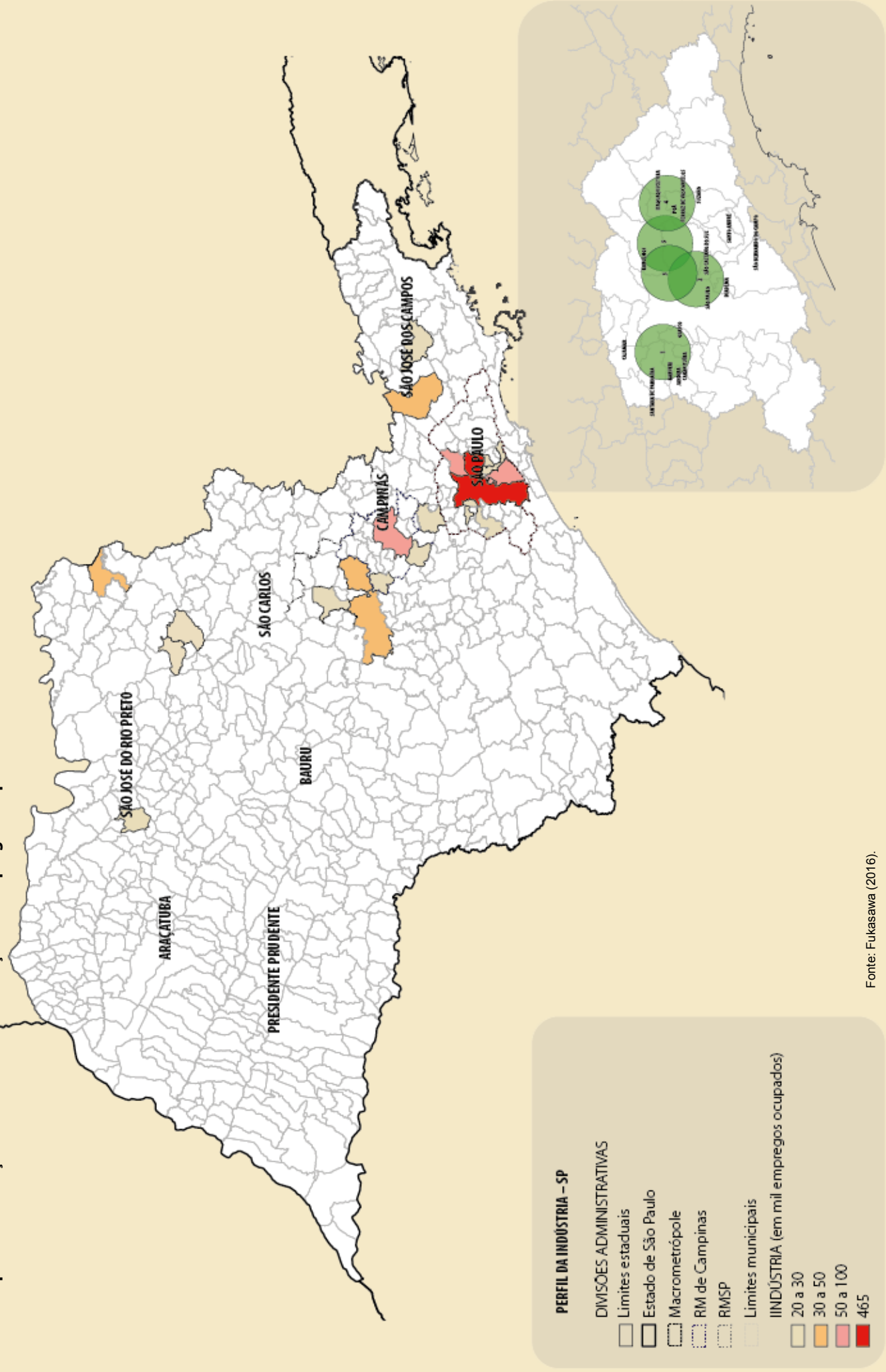
- São José dos Campos: 1,6%.
- Piracicaba: 1,5%.
- Limeira: 1,2%.

Esses municípios somam 38% de todos os empregos industriais ocupados no estado. Dos dez, nove estão localizados na Macrometrópole Paulista, com exceção de Limeira, e quatro estão na RMSP (São Paulo, Guarulhos, Diadema e São Bernardo do Campo).

Na Macrometrópole, a distribuição das principais atividades produtivas relevantes a este estudo é marcada por forte presença das indústrias alimentícia, têxtil, de papel e celulose, farmacêutica, veículos automotores, metalúrgica e máquinas e equipamentos. Na RMSP, destacam-se os municípios de São Paulo, Guarulhos e a região do ABCD (Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Diadema), nos quais se concentram importantes polos industriais de quase todos os setores Cnae 2.0 selecionados. Outros municípios da RMSP, como Barueri, Mogi das Cruzes, Suzano e Santana de Paranaíba, também se destacam, principalmente em razão do setor de papel e celulose.

A partir de informações do **Atlas da Competitividade**, foi possível não só mapear a distribuição de empregos no estado, mas também a distribuição das atividades Cnae 2.0 por município.

Mapa 5: Distribuição das maiores concentrações de empregos ocupados na indústria – estado de São Paulo



Fonte: Fukasawa (2016).

A variabilidade do consumo de água de acordo com a atividade Cnae 2.0 foi estudada pela publicação **Uso de Água no Setor Industrial Brasileiro – Matriz de Coeficientes Técnicos**, da CNI. A tabela a seguir apresenta as atividades apresentadas e algumas classes dentro de cada atividade.

Tabela 4: Matriz de coeficientes técnicos de consumo de água na indústria para os setores Cnae 2.0 estudados

DENOMINAÇÃO	USO DA ÁGUA (M ³ /UNIDADE DA ATIVIDADE)			
	UNIDADE DA ATIVIDADE	RETIRADA	CONSUMO	EFLUENTE
C10 – FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS				
Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	t matéria-prima	18,75	3,75	15
Laticínios	m ³ de leite	1,1 – 2,0	–	1,6 – 2,2
Fabricação e refino de açúcar	t de açúcar	17	17	–
	t de cana processada	8,0 – 35,0	8,0 – 35,0	–
C11 – FABRICAÇÃO DE BEBIDAS				
Fabricação de malte, cervejas e chopes	m ³ produzido	4,0 – 5,4	0,8 – 1,2	3,2 – 4,3
Fabricação de bebidas não alcoólicas	m ³ produzido	1,4 – 3,0	0,9	0,5 – 2,1
C13 – FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS				
Preparação e fiação de fibras têxteis	t produzida	115 – 118	22 – 23	93 – 96
Fabricação de tecidos de malha	t produzida	36	6	30
C 17 – FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL				
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	TSA – tonelada seca ao ar	25,9 – 46,8	3,2 – 5,8	22,7 – 41
Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	t papel	13 – 27	4 – 9	9 – 18
C19 – FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS				
Coquerias	t coque	12,4	2,5	9,9
Fabricação de biocombustíveis	t cana processada	2	2	–
C20 – FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS				
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	t produzida	3 – 6	2 – 4	2 – 12
Fabricação de produtos químicos orgânicos	t produzida	2 – 70	1 – 40	1 – 30
Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	t produzida	10,3	3,3	7
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	t produzida	1,2 – 1,7	0,6 – 0,8	0,6 – 0,9
C21 – FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS				
Farmoquímicos e farmacêuticos	t produzida	312,5	62,5	250
C24 – METALURGIA				
Siderurgia	t aço bruto	33,6	8,7	24,9
Fundição	t produzida	5	1	4
C28 – FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS				
Máquinas e equipamentos	Unidade produzida	2,2 – 9,7	0,4 – 1,9	1,8 – 7,8
C29 – FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS				
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	Unidade produzida	2,6 – 5	0,47 – 0,9	2,13 – 4,1
Fabricação de caminhões e ônibus	Unidade produzida	9	1,6	7,4

Fonte: CNI (2013).

Há grande variação de acordo com a atividade e a classe, o que significa que as demandas por água dependem não somente da intensidade e da concentração industrial em determinada região, mas também das atividades exercidas. A diferença entre a vazão retirada e a consumida resulta na geração de efluente, relação que também sofre consideráveis variações de acordo com as atividades e classes apresentadas, mas que se mantém próxima da vazão de retorno = 80% da vazão retirada.



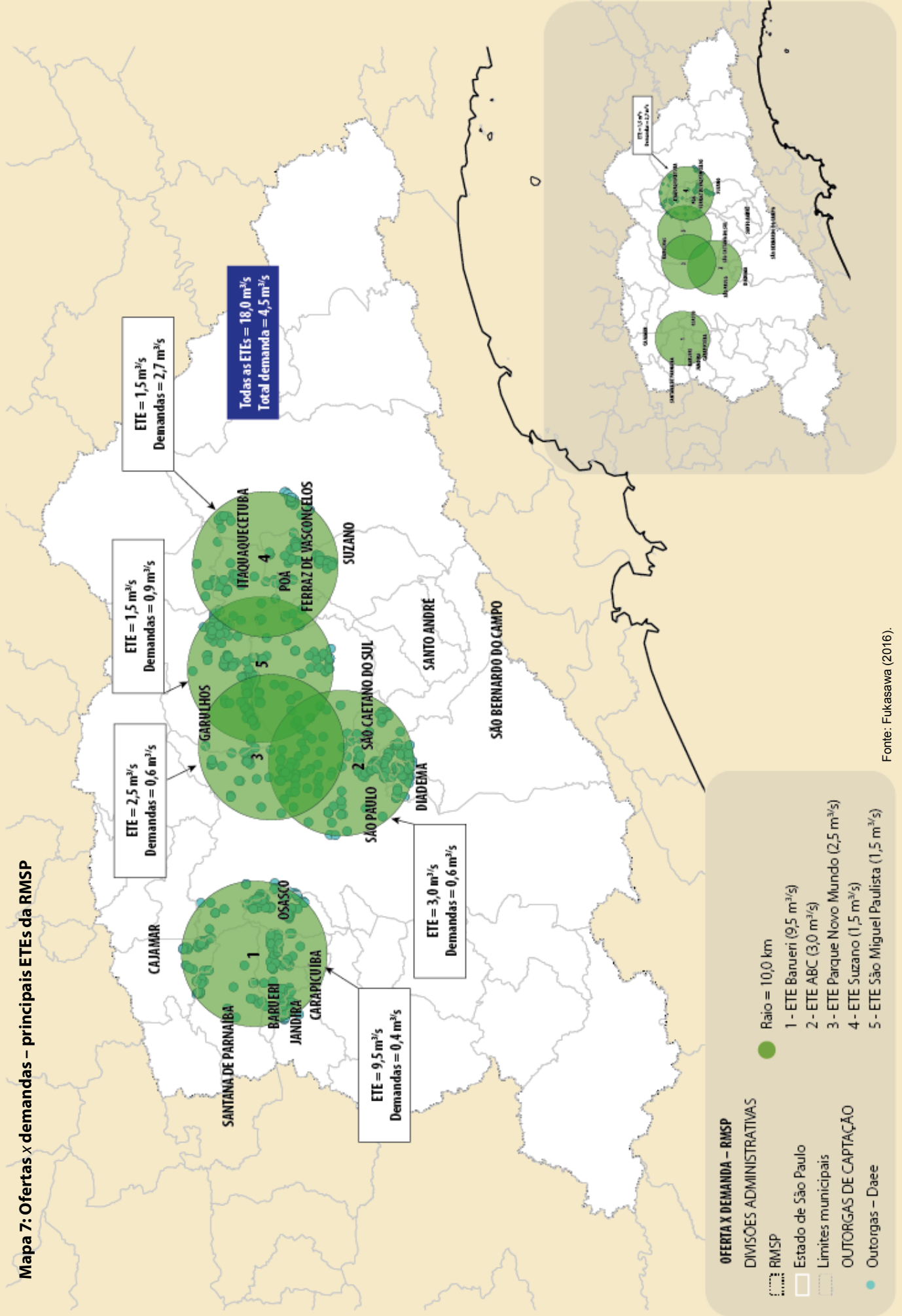
4 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES

Com base nas informações levantadas nas etapas anteriores, torna-se possível identificar as oportunidades de reúso para a indústria em determinada região. A caracterização das demandas por água no setor industrial, das ofertas de efluente secundário tratado de ETEs municipais e do perfil da indústria permite visualizar o panorama da área de estudo e auxilia a tomada de decisão. Ao mesmo tempo em que a análise pode ser realizada a partir da oferta disponível para as ETEs já existentes, pode-se também utilizar a informação como subsídio para o planejamento da expansão de infraestrutura de saneamento básico. Expandir ou instalar novas ETEs onde já há demanda industrial para absorver parte da vazão pode ser uma alternativa economicamente viável e a favor da segurança hídrica de algumas regiões.

Com base nas características das ETEs, na distribuição da demanda e na determinação de raio = 10,0 km em torno das plantas (a definição do raio teve como base a estimativa de custos), pode-se chegar a valores de oferta de x demanda dentro de cada área de estudo. O cruzamento entre a oferta de efluentes domésticos tratados para produção de água de reúso e uma estimativa de demanda potencial por água na indústria é apresentado no mapa 7.

No entorno da ETE Barueri, por exemplo, as demandas industriais por água são relativamente baixas, somando menos de 5% da capacidade instalada da estação. Por outro lado, nas proximidades da ETE Suzano, as demandas superam em 80% a capacidade instalada da planta, evidenciando o potencial de reúso existente na área.

Mapa 7: Ofertas x demandas – principais ETEs da RMSP



Fonte: Fukasawa (2016).

Somando-se todas as estimativas de demandas industriais por água no entorno das cinco principais ETES, chega-se ao valor de 4,5 m³/s, cerca de 25% da capacidade instalada dessas plantas (18 m³/s).

Tabela 5: Relação oferta x demanda para as principais ETES da RMSP

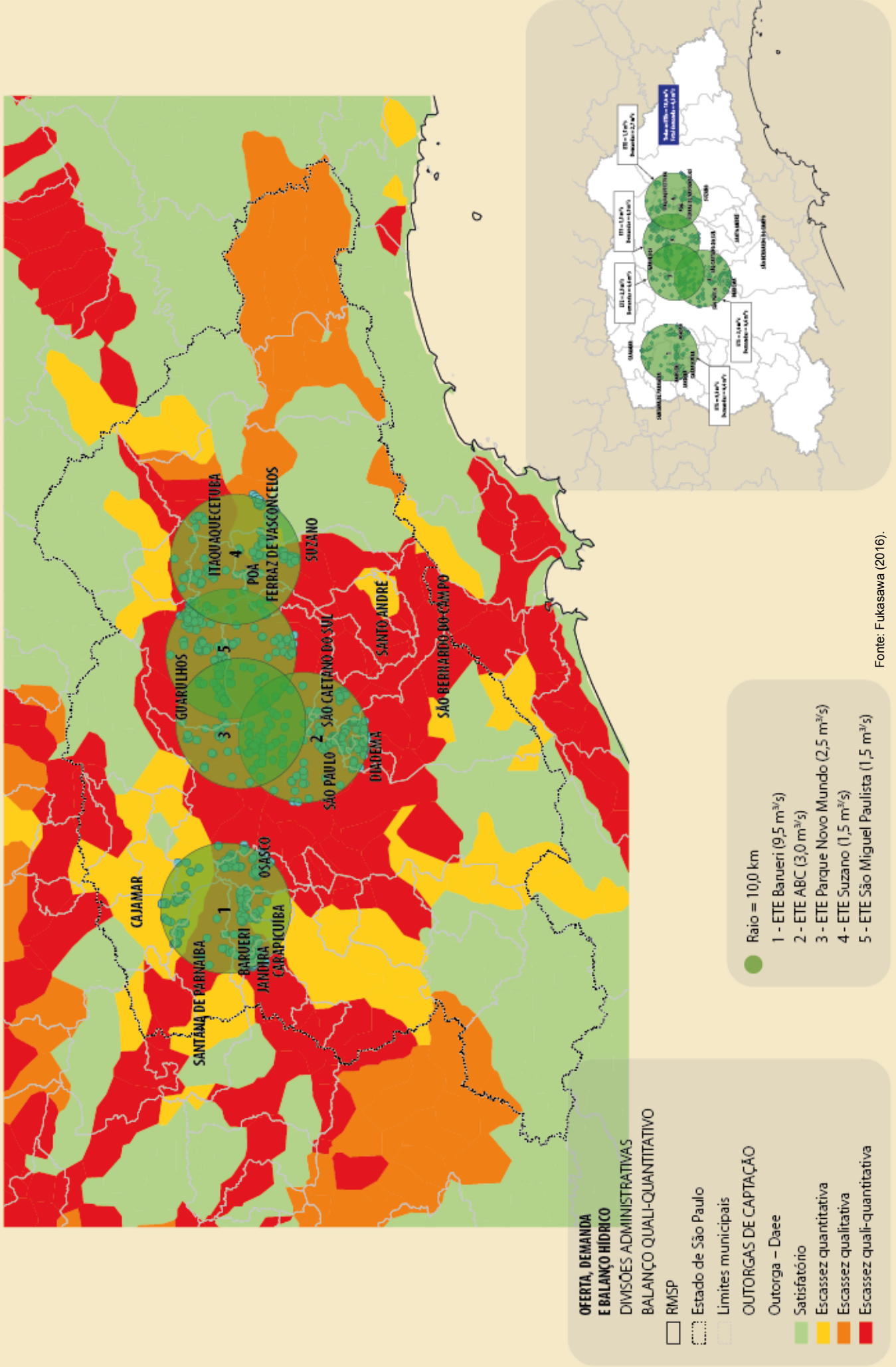
ETES			DEMANDAS	
ID	NOME	CAPACIDADE INSTALADA (M ³ /S)	Q (M ³ /S)	OUTORGAS
1	Barueri	9,5	0,4	207
2	ABC	3,0	0,6	212
3	PNM	2,5	0,6	152
4	Suzano	1,5	2,7	148
5	SMP	1,5	0,9	184
Totais		18,0	4,45*	730*

Fonte: Sabesp, 2016 (vazões das ETES).

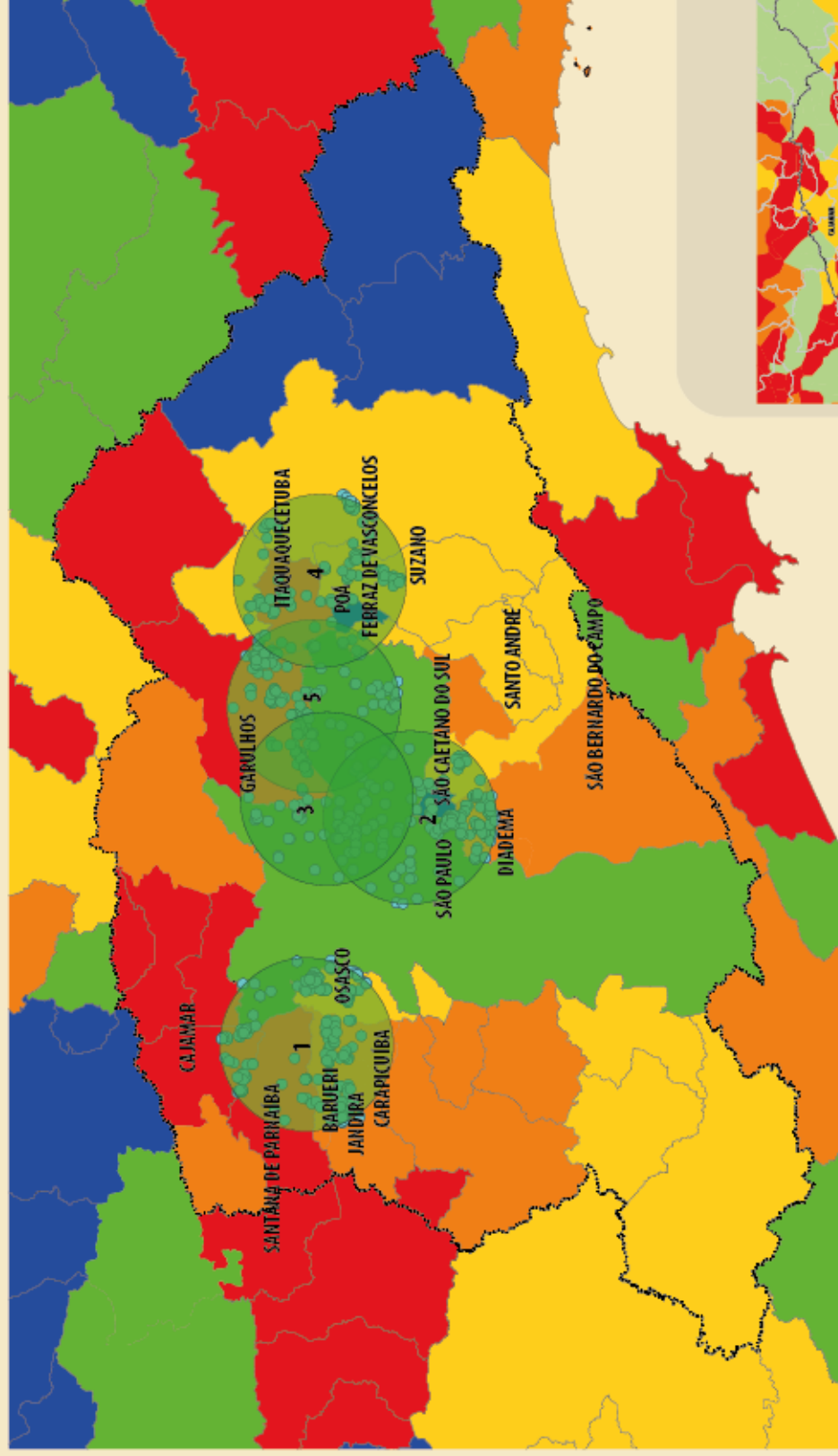
Nota: * como há intersecção entre as áreas de estudo das ETES, a demanda total não é igual à soma dos valores individuais.

Vale ressaltar que quase a totalidade das áreas definidas em torno das ETES estudadas está localizada em bacias consideradas críticas em termos de balanço hídrico e apresentam quadro severo de escassez quali-quantitativa, explicitando a baixa segurança hídrica a que estão submetidos os usuários locais. Ao mesmo tempo, o Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana do Município (Ictem) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) é considerado de razoável a muito ruim em grande parcela dos municípios da RMSP.

Mapa 8: Oferta, demanda e ICTEM – RMSP



Mapa 9: Oferta, demanda e ICTEM – RMSP



OFERTA, DEMANDA E ICTEM

DIVISÕES ADMINISTRATIVAS

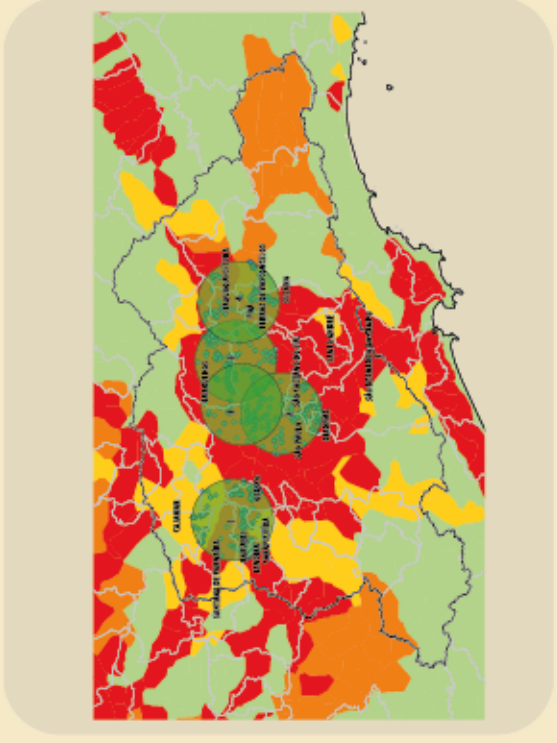
- RMSP
- ▤ Estado de São Paulo
- ▤ Limites municipais

OUTORGAS DE CAPTAÇÃO

- Outorgas – Daee

ICTEM

- Muito ruim (abaixo de 2,0)
- Ruim (de 2,0 a 4,0)
- Razoável (de 4,0 a 6,0)
- Bom (de 6,0 a 8,0)
- Muito bom (de 8,0 a 10,0)



Fonte: Fukasawa (2016).

Diante das avaliações realizadas, destaca-se, entre as demais, a ETE Suzano, a qual está localizada em região onde há ocorrência de altas demandas industriais, baixa segurança hídrica e índice de tratabilidade de esgotos baixo, indicando o potencial de expansão casada e estratégica dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, o aumento na segurança do fornecimento e abastecimento de demandas industriais por água de reúso não potável.

As análises da Macrometrópole Paulista e da RMSP são apresentadas a título demonstrativo, ainda que tenham sido elaboradas com base em dados reais. O que se pretende enfatizar é a forma de analisar a correlação entre **geração de efluentes domésticos tratados, quadros de estresse hídrico e demanda industrial por água**. Os resultados oriundos desse cruzamento trazem contribuições fundamentais à elaboração de políticas públicas voltadas à garantia de segurança hídrica e à definição de estratégias empresariais com foco na redução da exposição aos riscos associados à escassez de água. Disseminar essa perspectiva, por meio de estudos que utilizem metodologia análoga, trará importante contribuição ao debate de ambas as questões no país.



5 ESTIMATIVA DE CUSTOS

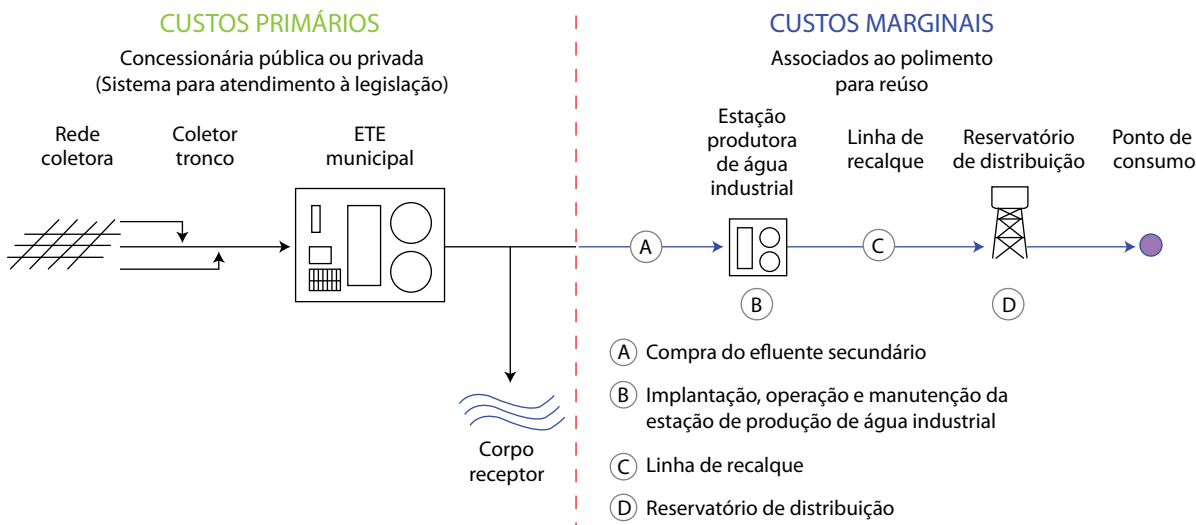
Como a grande maioria de sistemas de tratamento, para o atendimento da legislação brasileira, são sistemas biológicos secundários de lodos ativados convencionais, optou-se pela avaliação de viabilidade de adaptação desses sistemas para que produzam efluentes com qualidade adequada para a grande maioria de tipos de reuso. Essa adaptação, que praticamente não envolve obras civis, consiste na instalação de unidades de membranas de ultrafiltração nas próprias câmaras de aeração dos sistemas de lodos ativados, ou em pequenas câmaras adjacentes a estas. Os custos associados são, evidentemente, muito inferiores aos da construção de estações de tratamento de lodos ativados convencionais, apresentando, ainda, uma grande vantagem marginal, pois torna-se possível tratar mais do que o dobro das vazões nominais praticadas sem a necessidade de executar obras civis adicionais. Além dos custos associados à remodelação de estações de tratamento de esgoto, foram, também, considerados os custos relativos a adutoras e reservatórios de distribuição para o atendimento da demanda de áreas específicas.

Os custos do reuso de água são, portanto, exclusivamente os custos marginais associados às unidades de tratamento complementares necessárias e o sistema de adução e reservação. Os custos primários associados aos sistemas de tratamento convencionais de esgotos não podem ser atribuídos ao reuso de água, pois são legalmente necessários para o atendimento aos padrões de emissão estabelecidos pelas Portarias Conama nº 357/2005 e nº 430/2011.

Desenvolveu-se, então, modelagem de custos que leva em consideração diferentes vazões, distância de recalque/linha por gravidade e reservação de distribuição. As condições utilizadas são:

- Vazões de 50 a 500 l/s.
- Distâncias de linha de recalque/gravidade entre 9 km e 13 km.
- Reservatórios de distribuição de 500 m³ a 2000 m³.
- Sistemas de lodos ativados convencionais remodelados.

Figura 1: Custos primários e marginais associados ao reúso



Fonte: Fukasawa (2016).

Foram considerados, para avaliação do plano de negócio, período de exploração dos serviços de projetos associados de água de reúso de 30 anos.

- A taxa de atratividade definida em **12% ao ano**.
- Os demais impostos com alíquotas normais: PIS/Cofins **9,25%** e IR e CSLL de **34%**.
- Desconsiderados impostos do tipo ISS.
- A taxa de contribuição para agência reguladora estimada em **0,5%**.
- A depreciação de 30 anos e a execução integral das obras se dará no primeiro ano e a operação inicia-se a partir do segundo ano.

Os custos relativos à compra de efluente secundário dependerão de fatores de arranjo institucional, contrato de vazões e regulação da qualidade e não foram considerados nos resultados finais abaixo.

Tabela 6: Resumo dos custos estimados de Capex e Opex para os cenários propostos

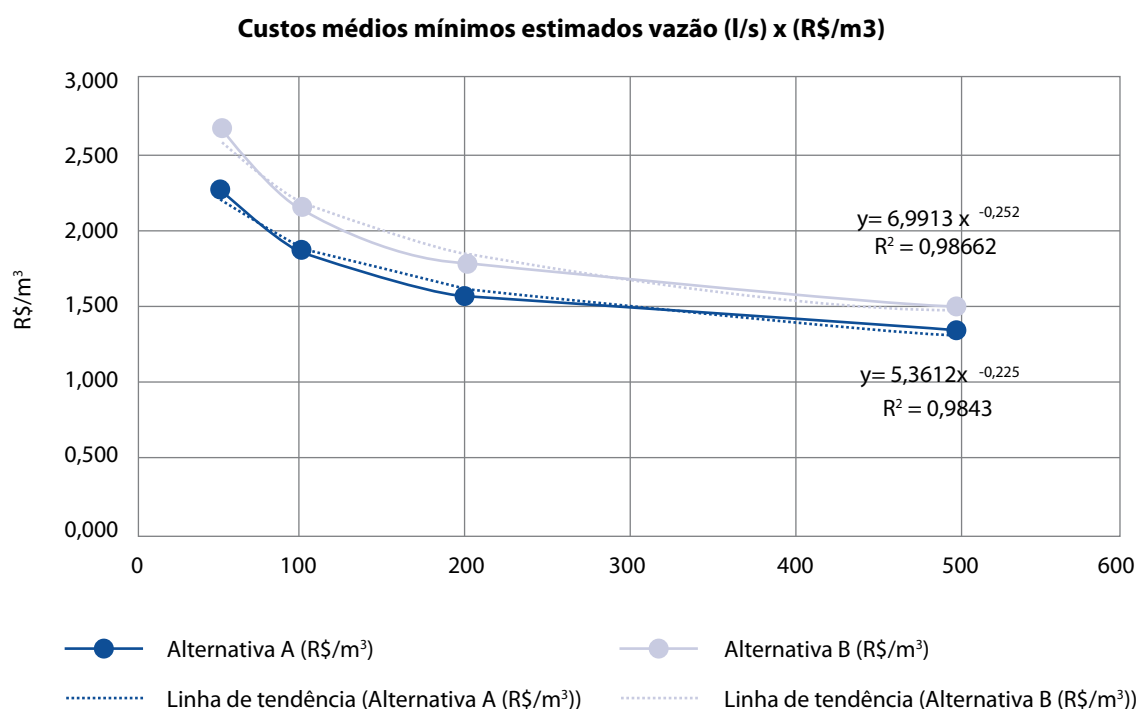
CENÁRIO (L/S)	LINHA DE RECALQUE (KM)	LINHA POR GRAVIDADE (KM)	RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO (M³)	CAPEX (R\$)	OPEX (R\$/ANO)	CUSTO (R\$/M³)
50	4,0	5,0	500	11.670.950	1.095.265	2,283
	8,0			14.579.468	1.148.949	2,682
100	4,0	5,0	1000	16.579.354	2.199.339	1,866
	8,0			20.112.851	2.358.622	2,142
200	4,0	5,0	1500	25.808.257	4.109.659	1,586
	8,0			31.973.075	4.205.003	1,794
500	4,0	5,0	2000	44.991.535	10.468.610	1,357
	8,0			53.132.787	11.003.443	1,496

Fonte: Almeida, (2016).

Em termos de distâncias entre o produtor de água de reúso e o reservatório de distribuição, foram assumidas duas alternativas: a primeira (A) com distância total de 9,0 km, e a segunda (B) com 13,0 km, a saber:

- **Alternativa A:** linha de recalque 4,0 km e linha por gravidade 5,0 km.
- **Alternativa B:** linha de recalque 8,0 km e linha por gravidade 5,0 km.

Gráfico 1: Custos de capital correspondentes à adaptação de ETEs existentes para produção de água de reúso (R\$/m³)



Fonte: Almeida (2016).

Torna-se evidente que o valor por m³ decresce conforme aumentam as vazões tratadas, tornando sistemas de 500 l/s economicamente mais viáveis que os de 50 l/s, por exemplo. As equações de curva exponenciais da correlação vazão x R\$/m³ podem ser utilizadas para interpolações e consequente determinação do resultado da função para valores intermediários não previstos neste estudo. A lógica aplicada poderá também ser expandida para outras vazões e considerações iniciais (distâncias, capacidades de reserva etc.), chegando-se a novas curvas e equações.



6 CONCLUSÕES

A metodologia de identificação de oportunidades foi baseada nas seguintes principais etapas: identificação da intensidade e distribuição das demandas industriais por água; identificação da intensidade e distribuição das potenciais ofertas de água de reúso; levantamento do perfil da indústria na área de estudo; desenvolvimento de modelagem matemática para estimativa de custos de sistemas de tratamento, recalque e reservação final de água de reúso; e, por fim, avaliação conjunta de todos os tópicos anteriores e identificação de oportunidades.

Para a área de estudo em questão (RMSP), conclui-se que o entorno da ETE Suzano é o que apresenta maior viabilidade para aprofundamento de estudos sobre a implantação de sistemas de reúso para a indústria, uma vez que há grandes demandas industriais próximas à planta, baixa segurança hídrica e necessidades de expansão dos serviços de coleta e tratamento de esgotos.

A estimativa de custos, a qual foi realizada para distâncias fixas de distribuição, demonstra que o valor por m^3 de água de reúso é altamente atraente do ponto de vista econômico e que tende a reduzir significativamente com o acréscimo da vazão.

Por fim, a metodologia proposta sugere que é possível, uma vez que haja dados cadastrais suficientes, subsidiar estudos estratégicos em torno do tema para quaisquer regiões do Brasil, levando a ações planejadas nas áreas de saneamento básico, recursos hídricos e produção industrial.



FONTES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Coordenação de outorga**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx> - acesso em agosto/2016.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Uso da água no setor industrial Brasileiro: matriz de coeficientes técnicos**. Brasília, 2013.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Perfil da indústria nos estados 2014 – ed. rev.** Brasília, 2014.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. **Pesquisa de Dados dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.aplicacoes.daee.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html> – acesso em agosto/2016

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Atlas da Competitividade da Indústria**. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/atlas-da-competitividade/> - acesso em agosto/2016.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na Indústria – Uso Racional e Reúso**, 143 pp., Oficina de Textos, São Paulo, 2005.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=49> - acesso em agosto/2016.

Shapefiles para criação de mapas: IBGE, Geobank e DataGEO

SNSA/MCidades – Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014**. Brasília, 2016.

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Séries históricas de 2008 a 2014**. Disponível em: <http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/> - acesso em agosto/2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI

Robson Braga de Andrade

Presidente

DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS – DRI

Mônica Messenberg Guimarães

Diretora de Relações Institucionais

GERÊNCIA EXECUTIVA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE – GEMAS

Shelley de Souza Carneiro

Gerente-Executivo de Meio Ambiente

Percy Soares Baptista Neto

Rafaela Aloise de Freitas

José Quadrelli Neto

Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO – DIRCOM

Carlos Alberto Barreiros

Diretor de Comunicação

GERÊNCIA EXECUTIVA DE PUBLICIDADE E PROPAGANDA – GEXPP

Carla Gonçalves

Gerente-Executiva de Publicidade e Propaganda

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC

Fernando Augusto Trivellato

Diretor de Serviços Corporativos

ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO, DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO – ADINF

Maurício Vasconcelos de Carvalho

Gerente Executivo de Administração, Documentação e Informação

Alberto Nemoto Yamaguti

Pré e Pós-Textual

Bruno Nogueira Fukasawa

Lineu Andrade de Almeida

Luana Di Beo Rodrigues

Ivanildo Hespanhol

Virgínia Dias de Azevedo Sodre

Autores

Danúzia Queiroz

Revisão

AMR Design

Projeto Gráfico e Diagramação



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA