

Modelo de suporte à decisão para implantação de programas de reúso não potável como ferramenta de planejamento

Decision support model for non-potable reuse programs as a planning tool

DOI:10.34117/bjdv6n3-361

Recebimento dos originais: 29/02/2020

Aceitação para publicação: 24/03/2020

Bruno Nogueira Fukasawa

Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo (CIRRA-USP). Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (PHA) da Universidade de São Paulo (EPUSP)

Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo (CIRRA-USP)

Av. Professor Lúcio Martins Rodrigues, 120, São Paulo, SP, 05508 020 Brasil
E-mail: bruno.fukasawa@usp.br / bruno.fukasawa@gmail.com

José Carlos Mierzwa

Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo (CIRRA-USP). Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (PHA) da Universidade de São Paulo (EPUSP)

E-mail: mierzwa@usp.br

RESUMO

Na atualidade a diversificação de fontes de água para o atendimento das demandas é uma necessidade, principalmente em áreas urbanas em condições de estresse hídrico e, nesse contexto, a prática de reúso não potável pode ser uma das opções a ser considerada. O presente trabalho propõe um modelo de suporte à decisão para a implantação de programas de reúso como ferramenta de planejamento. A metodologia consistiu na identificação de “usuários-âncora” a partir de abordagem de viabilidade econômica, considerando as Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) como potenciais ofertas de água de reúso para o atendimento de usuários industriais e de irrigação. O modelo inclui estimativas de custos de capital (Capex) e de operação (Opex) de produção e distribuição de água, considerando padrões de qualidade, arranjos de tratamento e diferentes cenários de análise. Isto possibilitou a estimativa de tarifas, as quais foram comparadas com os custos de água locais para identificação dos usuários-âncora. A validação do modelo foi feita pela aplicação para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Os resultados indicaram vazões potenciais de reúso entre 1,49 e 3,29 m³/s (20 e 120 usuários-âncora, respectivamente), com variações entre 0,54 a 3,45 m³/s para cenários pessimistas e otimistas, representando entre 0,6 e 3,9% da demanda consuntiva total da RMSP. Além da contribuição esperada do desenvolvimento do modelo em si e dos resultados, os elementos apresentados podem ser futuramente incorporados por sistemas de planejamento territorial e urbano para subsidiar de forma prática os processos de tomada de decisão.

Palavras-chave: reúso não potável, potencial de reúso, suporte à decisão, viabilidade técnico-econômica, Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

ABSTRACT

Today the urge for water sources diversification, especially in urban areas under severe and chronic water scarcity conditions is unquestioned. For this reason, the use of reclaimed water for non-potable uses figures out as an important resource to be considered. The present work proposed a support decision model to subsidize water reuse planning programs. The methodology consists on the identification of “anchor users” through a cost driven approach, considering Wastewater Treatment Plants (WWTP) as potential reclaimed water suppliers for industrial and irrigation users. The model comprises capital (Capex) and operational (Opex) costs estimation of water production and distribution, considering quality standards, treatment trains and multiple assessment scenarios. Tariff calculation and comparison to local water costs were performed to identify the anchor users. The model was applied to the Metropolitan Region of São Paulo (MRSP), to verify and illustrate its functionality. Results showed that potential for water reuse ranges from 1.49 to 3.28 m³/s (20 and 120 anchor users, respectively), with minimum and maximum values ranging from 0.54 to 3.46 m³/s for pessimist and optimistic scenarios. That represents 0.6-3.9% of MRSP’s total water demand. In addition to the expected contribution of the model and the results themselves, the elements developed can be incorporated in future decision support systems regarding the subject, providing decision makers with a straightforward tool to assess and plan water reuse schemes in urban areas.

Keywords: non-potable water reuse, water reuse potential, decision support, technical-economic feasibility, Metropolitan Region of São Paulo (MRSP).

1 INTRODUÇÃO

O abastecimento de água no Brasil é realizado essencialmente a partir da captação de água bruta oriunda de mananciais superficiais ou subterrâneos (ANA, 2017a), seguindo para o tratamento em Estações de Tratamento de Água (ETAs) convencionais e distribuição. O crescente adensamento populacional das últimas décadas conduziu a maiores demandas por água em determinadas regiões aliadas à cada vez mais intensa degradação de mananciais em decorrência de lançamentos de efluentes *in natura* e/ou inadequadamente tratados, gerando cenários de escassez hídrica quali-quantitativa intensa (ANA, 2018a).

A busca por novas fontes de água, ainda que atenuem os problemas de escassez hídrica locais, tem como consequência possíveis custos elevados com recalque, conflitos pelo uso da água entre bacias hidrográficas, aumento do índice de perdas por conta das maiores extensões das redes de adução e, caso não haja investimentos compatíveis em coleta e tratamento de efluentes, comprometimento dos recursos hídricos locais. A diversificação da matriz de oferta de água é, neste contexto, uma das alternativas viáveis

para a garantia de abastecimento seguro para os diversos setores consumidores (HESPANHOL, 2015).

O reúso de água não potável é um importante componente de tal processo e vem sendo aplicado com sucesso em diversos países, principalmente em regiões onde a escassez hídrica é mais severa. Entre as diversas definições de reúso, pode-se caracterizá-lo como o uso de efluentes tratados para fins benéficos, tais como irrigação, industrial e fins urbanos não potáveis (MIERZWA, 2002). No mundo, usos de irrigação agrícola (32%), paisagística (20%) e industriais (19%) equivalem a mais de 70% de todo consumo de água de reúso (LAUTZE et al., 2014). Esses usos em geral demandam padrões de qualidade menos exigentes e comumente estão concentrados em usuários individuais com demandas expressivas, o que torna justificável e viável a sua prevalência entre os demais.

Tecnologias como reatores com membranas submersas (*Membrane Bioreactors - MBR*) e Osmose Reversa (OR) são amplamente aplicadas para a produção de água de reúso, principalmente quando há maiores restrições de qualidade, como o caso de abastecimento industrial (DEL PAOLI, 2016; GUO et al., 2014). Como exemplo, o único empreendimento de reúso não potável relevante no Brasil, o Aquapolo (na RMSP), adota processo TMBR (*Tertiary Membrane Bioreactor*) seguido de OR para abastecimento de demandas de resfriamento de indústrias no Polo Petroquímico de Capuava (MCIDADES, 2017a).

No Brasil, as vazões retiradas de água em 2018 foram de 2.048m³/s, sendo 1.020 m³/s (49,8% do total) para irrigação e 196 m³/s (9,6%) para indústria (ANA, 2019), apontando para importantes oportunidades de abastecimento não potável. Ao mesmo tempo, o tratamento urbano de esgotos possui cobertura de somente 43% (aprox. 136 m³/s) (ANA, 2017b; SNS/MDR, 2019). Ou seja, a necessária expansão do atendimento de tratamento conduzirá a maiores vazões de esgoto tratado, que, havendo adequado planejamento, poderá ser utilizado como fonte para produção de água de reúso.

Entende-se que é fundamental que fontes alternativas como o reúso não potável sejam adequadamente avaliadas sob o ponto de vista de viabilidade técnico-econômica, sendo necessário o desenvolvimento e aplicação de elementos de suporte à decisão que subsidiem o planejamento coordenado juntamente a outras soluções.

A literatura internacional apresenta propostas de modelos e sistemas de suporte à decisão de planejamento em reúso focados em distintos aspectos, como na escolha de arranjos de tratamentos (CHHIPI-SHRESTHA et al., 2017a, 2017b), alocação de ETEs e

otimização de redes de coleta e distribuição (LEE et al., 2018) e de avaliação de centralização *versus* descentralização de sistemas produtores de água de reúso (GUO; ENGLEHARDT, 2015). No Brasil encontram-se trabalhos focados em regiões específicas como os desenvolvidos por Generino (2006), Malinowski (2006), Caixeta (2010), Sabesp (2010a) e CNI (2019a, 2019b), bem como metodologias mais genéricas e abrangentes como as propostas por CNI (2017a) e MCidades (2017b). No entanto, ainda não foram desenvolvidos modelos estruturados que direcionem de forma sistemática o planejamento de reúso levando em conta critérios de viabilidade técnica-econômica.

Desta forma, o presente trabalho propõe um modelo de suporte à decisão para a implantação de programas de reúso não potável baseado em viabilidade técnica-econômica, o qual pode ser utilizado como ferramenta de planejamento para as regiões que enfrentam problemas de escassez de água, ou que queiram reduzir o potencial de sua ocorrência. Para verificação do modelo foi feita sua aplicação à Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) para exemplificação dos procedimentos propostos, discussão dos resultados e demonstração das possibilidades de sua utilização.

2 METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO MODELO

2.1 CONCEITUAÇÃO DO MODELO

O modelo foi concebido com o intuito de identificar quais são os usuários prioritários a serem abastecidos por água de reúso não potável em determinada área. Esses usuários, denominados “usuários-âncora”, são aqueles que sozinhos garantem a viabilidade econômica de programas de reúso considerando as etapas de produção e distribuição de água.

Pela sua notória prevalência em experiências de reúso, o desenvolvimento e aplicação do modelo consideraram somente usuários industriais e de irrigação, o que não significa que estejam restritos somente a estes. A inclusão de outros tipos de usuários, como os urbanos, também é possível em futuras contribuições e poderá ser realizada com base nos procedimentos aqui descritos.

Os principais procedimentos que descrevem o modelo podem ser resumidos conforme a seguir:

1. Levantamento das potenciais ofertas de água de reúso (esgotos tratados).
2. Levantamento dos potenciais usuários (demanda), alocando-os referentemente às possíveis ofertas de águas de reúso.

3. Caracterização do tipo de atividade exercida pelos potenciais usuários e quantificação das vazões passíveis de atendimento por água não potável.
4. Estabelecimento e caracterização, a partir das atividades exercidas, de padrões de qualidade de água condizentes com as demandas dos usuários.
5. Análises espaciais para determinação das condições de distribuição (traçado de adutoras, perdas de carga, desnível geométrico, altura manométrica total).
6. Estimativa de custos de capital (Capex) e operação (Opex) de tratamento e distribuição de água de reúso.
7. Cálculo de tarifas mínimas praticáveis considerando custos de capital (Capex) e operação (Opex) de tratamento e distribuição de água de reúso e identificação dos usuários prioritários (usuários-âncora) a partir de estimativas de tarifas mínimas praticáveis em comparação com custos locais de água.
8. Elaboração de cenários de abastecimento e de custos para verificação de diferentes situações.
9. Agregação dos resultados e avaliação do potencial de reúso na área.

Como referência para estruturação do modelo foram utilizadas metodologias e procedimentos presentes em estudos, modelos e sistemas sobre potencial de reúso constantes em U.S. EPA (2012), Comissão Europeia (2016), Sabesp (2010a), Coroado Consortium (2012), MCidades (2017a), CNI (2017a), Chhipi-Shrestha et al. (2017a) e Lee et al (2018).

A seguir constam os procedimentos de desenvolvimento e aplicação do modelo divididos em passos para a sua melhor compreensão.

2.2 PASSOS 1 E 2: LEVANTAMENTO DE OFERTAS E DEMANDAS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

A análise foi realizada no nível individual de relação entre cada potencial oferta e demanda. Consideram-se como ofertas de água de reúso as Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) ativas e os usuários foram identificados por meio de outorgas estaduais

e federais de captação para finalidades industrial e de irrigação. Ou seja, o modelo opera no que foi denominado “binômio ETE-usuário”.

2.3 PASSO 3: CARACTERIZAÇÃO DOS USUÁRIOS E COEFICIENTE DE DEMANDA NÃO POTÁVEL (C_{NP})

Nem toda a demanda poder ser suprida por água não potável. Um exemplo são as indústrias farmacêuticas ou alimentícias, as quais exigem alto grau de pureza para usos em processos. Por outro lado, sistemas complementares requerem padrões de qualidade menos restritivos, e, conseqüentemente, menores exigências de tratamento (MIERZWA; HESPANHOL, 2005). Por isso, determinou-se “ C_{NP} ” como o coeficiente que multiplicado pela vazão outorgada resulta na parcela que pode ser atendida, o que varia de acordo com a atividade exercida. A vazão não potável de cada usuário (Q_{NP}) é calculada pela Equação 1.

$$Q_{NP} = Q_{out} \times C_{NP} \quad \text{Equação 1}$$

Q_{NP}	vazão não potável
Q_{out}	vazão outorgada
C_{NP} (%)	coeficiente de demanda não potável

A determinação de C_{NP} foi feita de acordo com a atividade econômica do usuário, utilizando-se a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

No caso da indústria, usou-se como referência uma demanda que possui comprovada viabilidade de abastecimento por água de reúso: reposição de sistemas de resfriamento. A proporcionalidade de consumo de água para esse fim pode superar, para algumas atividades, 90% do total, o que, somado ao fato de que esta aplicação pode tolerar padrões de qualidade menos restritivos (MIERZWA, 2002) e independe da qualidade requerida no processo produtivo em si (CNI, 2017b), torna esse tipo de uso favorável ao reúso. Dada a ausência de levantamentos nacionais sobre o tema (CNI, 2017b), foram utilizados dados internacionais de Van der Leeden et al. (1990), Moström (2015) e *Statistics Canada* (2018). Outro uso muito recorrente e representativo em indústrias é em caldeiras, o qual exige água de qualidade superior, principalmente no que se refere a

sólidos dissolvidos totais (SDT), requerendo processos de desmineralização, como osmose reversa (OR) (CNI, 2017b; U.S. EPA, 2012).

No caso da irrigação, o uso de água visa, essencialmente, repor as perdas que ocorrem por evapotranspiração (ET_o), o que lhe confere caráter sazonal e sujeição a variações climáticas locais (U.S. EPA, 2012). Assim, assumiu-se que as vazões outorgadas correspondem às demandas de período de estiagem, ou seja, que a vazão média real ao longo do ano é inferior à outorgada. A partir de dados pluviométricos e de temperatura médios mensais e de cálculo de ET_o pelo método Blaney-Criddle (TANGUNE, 2017), foi estimada a proporcionalidade entre o mês de maior demanda e a média aritmética distribuída mensal para o ano todo. A demanda mensal é, simplesmente, a subtração entre a precipitação e a evapotranspiração, ou $Demanda_{irrigação} = P - ET_o$. Dessa forma, para a irrigação, C_{NP} é calculado pela Equação 2:

$$C_{NP,irr} = \frac{\max\{P_i - ET_{o_i}\} \times N}{\sum_i^N (P_i - ET_{o_i})} \quad \text{Equação 2}$$

C _{NP,irr}	coef. não potável de irrigação
P _i	precipitação média no mês “i”
ET _{o_i}	evapotranspiração média no “i”
N	meses/ano (12)

2.4 PASSO 4: PADRÕES DE QUALIDADE E ARRANJOS DE TRATAMENTO

Para contemplar os diferentes possíveis usos foram determinados três padrões de qualidade de água (P1, P2 e P3), sendo um para irrigação e dois para indústria, conforme abaixo.

1. **P1** (irrigação) é baseado em padrões de água de reúso para fins agrícolas restritos de FAO (2003), EPA (2012) e MCidades (2017a);
2. **P2** (industrial) se baseia em parâmetros de qualidade compatíveis com uso em sistemas industriais de resfriamento a partir de Crook (1996) apud Mierzwa (2002), CNI (2017b) Sabesp (2010a) e MCidades (2017b);
3. **P3** (industrial exigente) baseado em padrões de qualidade próximos aos de caldeiras de alta pressão com base em EPA (2012).

Para produção de água foram estabelecidos diferentes arranjos de tratamento. Os processos foram selecionados com base em sua reconhecida aplicação na produção de água de reúso (CHHIPI-SHRESTHA et al., 2017a; DEL PAOLI, 2016; GUO et al., 2014). Ao mesmo tempo, são mais eficientes do que os secundários comumente adotados no Brasil (lodos ativados, filtro biológico percolador, lagoas etc.), contribuindo também com a manutenção de qualidade de corpos hídricos receptores no caso de lançamento. Os arranjos propostos estão indicados na Tabela 1. Os parâmetros de qualidade de água que definem os padrões constam no Anexo A.

Tabela 1: Arranjos de tratamento para produção de água de reúso para os padrões P1, P2 e P3

Tipo de água	Características qualitativas	Arranjo de tratamento
P1 (irrigação)	Clarificada e desinfetada	MBR + CL
P2 (industrial)	Clarificada, desnitrificada e desinfetada	MBR(RN) + UV + CL
P3 (industrial exigente)	Clarificada, desnitrificada, desinfetada e desmineralizada	MBR(RN) + UV + OR + CL

MBR: reatores com membranas submersas; MBR (RN): reatores com membranas submersas com pré-desnitrificação; UV: radiação ultravioleta; OR: osmose reversa; CL: desinfecção com hipoclorito de sódio.

2.5 PASSO 5: VARIÁVEIS DE TERRENO E USO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Para determinação de algumas variáveis, fez-se necessário uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG). O comprimento da adutora (L) foi determinado como igual ao caminho mínimo entre a ETE e a outorga a partir do sistema viário com utilização do algoritmo do QNEAT3 para QGIS. O desnível geométrico (ΔH_g) foi calculado pela diferença de cotas de as ETEs e as outorgas pela extração a partir de modelos digitais de elevação (MDE). Assumiu-se que o valor mínimo de ΔH_g é 10 m para qualquer caso, de maneira a contemplar elevações mínimas de cota nas próprias plantas ou nas adutoras, conforme Equação 3.

$$\Delta H_g = \begin{cases} Z_{ETE} - Z_{out}, & \Delta H_g \geq 10 \\ 10, & \Delta H_g < 10 \end{cases} \quad \text{Equação 3}$$

ΔH_g (m) desnível geométrico
 Z_{ETE} (m) cota da ETE
 Z_{out} (m) cota do ponto outorgado

Todas as análises espaciais foram realizadas em Quantum GIS (QGIS 3.8.1) com uso de *plugins* para operações específicas (QNEAT3 e *Point Sampler Tool*). O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) utilizado foi o SIRGAS 2000 / UTM zone 23S (EPSG 31983).

2.6 PASSO 6: FUNÇÕES DE CUSTOS DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO

Para estimativa de custos foram utilizadas equações que relacionam a variação de custos em função de variáveis como a vazão e distância, de maneira a se considerar efeitos de ganho de escala, uma vez que sistemas de tratamento centralizados e de grande porte conduzem a comprovados ganhos de escala no tratamento (GUO et al., 2014; JUNG et al., 2018), mas também requerem maiores investimentos na distribuição da água aos usuários (SGROI et al., 2018).

Todas as funções de custos e tarifas utilizam a moeda americana como referência, fazendo-se as devidas correções para setembro de 2019 pelo índice *Construction Cost Index* (CCI)¹ da *Engineering News-Record* (ENR). A Tabela 2 apresenta as funções utilizadas.

Tabela 2: Resumo das funções de custo de Capex e Opex de produção de distribuição de água de reúso

Item	Função de Capex Q (m ³ /s) e C (USD/m ³ /ano), exceto quando indicado	Função de Opex Q (m ³ /s) e C (USD/m ³), exceto quando indicado	Referência
MBR	$C = 2,351 Q^{-0,266}$	$C = 0,2882 Q^{-0,09}$	Capex: Côte et al. (2004), DeCarolis (2007), Guo et al. (2014), Molinos-Senante et al. (2012), CNI (2019a). Opex: Côte et al. (2004), DeCarolis (2007), Guo et al. (2014), Molinos-Senante et al. (2012), CNI (2019a)
MBR(RN)	$C = 2,415 Q^{-0,264}$	$C = 0,2831 Q^{-0,089}$	Capex: estimativa a partir de MBR considerando implantação de tanque anóxico e sistema de recirculação de efluente nitrificado. Opex: redução de custos energéticos com aeração e aumento por conta da recirculação
OR ^(a)	$C = 0,392 \ln(Q) + 1,585$	$C = 0,3147 Q^{-0,266}$	Capex: EPA (2005), Guo et al. (2014) e Judd (2017). Opex: Schimmoler & Kealy (2013), Herman et al. (2017) e Guo et al. (2014)
UV	$C = 0,0735 Q^{-0,274}$	$C = 0,029 Q^{-0,436}$	Capex e Opex: EPA (2005) e Tran et al. (2016a, 2016b)
CL	$C = 0,0076 Q^{-0,66}$	$C = 0,01$	Capex e Opex: MCidades (2017b) e Tran et al. (2016a, 2016b)
EE	$Capex_{ee} = 22,066 P^{-0,3568}$ C (USD/kW), P (kW)	$C = \frac{P \times t \times TE + 4,5\%(Capex_{ee} + Capex_{ad})}{Q}$	Capex: Sabesp (2010a) (EE), CNI (2017a) (adutoras) Opex: determinação de potência requerida. Custos de manutenção com base em COWI (2005), Nogueira (2010), MCidades (2017a)
Adutoras	$Capex_{ad} = 0,0009DN^2 + 0,593DN + 24,1$ C (USD/m), DN (mm)	C (USD/m ³), P (kW), t (h/ano), TE (USD/kWh), Q (m ³ /ano), Capex _{ee} (USD), Capex _{ad} (USD)	

a) Para o caso de OR, considerou-se lançamento de rejeito em rede. Ou seja, foi desconsiderado o custo de tratamento do concentrado *in situ*.

¹Disponíveis em: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/technical/econ/prices/>

A potência (P) foi calculada por aplicações elementares da equação da continuidade, fórmula de Bresse, fórmula de Hazen-Williams e equação prática de potência de sistemas elevatórios, resultando na Equação 4.

$$P = \frac{9,85 \times Q}{\eta} \times \left(\frac{5,9461 \times Q^{-0,585} \times L}{C^{1,85} \times v^{-2,435}} + \frac{v^2}{2g} \sum K_s + \Delta H_g \right) \quad \text{Equação 4}$$

Potência (kW)	potência requerida do conjunto motor-bomba	L (m)	comprimento da tubulação
Q (m ³ /s)	vazão	g (m/s ²)	aceleração da gravidade
AMT (m)	altura manométrica total	ΔH_g (m)	desnível geométrico
η (%)	eficiência do conjunto motor-bomba	C (m ^{0,387} /s)	coeficiente de rugosidade
$\sum K_s$	somatório dos coef. de perda de carga singular	v (m/s)	velocidade de escoamento

As principais variáveis de entrada e desenvolvidas dentro do modelo são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Estrutura com as principais variáveis que compõem o modelo

Variável	Unid.	Descrição	Depende de*
Q _{out}	l/s	Vazão outorgada	-
Atividade do usuário	-	Atividade conforme divisões da CNAE 2.0	-
C _{NP}	%	Coeficiente de demanda não potável	Atividade do usuário (CNAE 2.0)
Q _{NP}	l/s	Demanda não potável	Q e C _{NP}
PadQ	%	Padrão de qualidade da água de reúso – P1, P2 e P3	Atividade do usuário (CNAE 2.0)
ATrat	%	Arranjo para produção de água de reúso – vide Tabela 1	PadQ
v	m/s	Velocidade de escoamento	Fixada em 1,41 m/s para padronização. K (Bresse) = 0,95
L	m	Comprimento da tubulação. Obtido por SIG	Sistema viário, localização das ETes e usuários
ΔH_g	m	Desnível geométrico. Obtido por SIG	Modelo Digital de Elevação (MDE), localização das ETes e usuários
Capex _{tr}	USD/m ³ /ano	Custos de capital com tratamento	ATrat, Q _{NP}
Opex _{tr}	USD/m ³	Custos de operação com tratamento	ATrat, Q _{NP}
Capex _{ee}	USD/kW	Custos de capital com estações elevatórias	ATrat, Q _{NP} , L, ΔH_g
Capex _{ad}	USD/m	Custos de capital com adutoras	ATrat, Q _{NP} , L, ΔH_g
Opex _{ad}	USD/m ³	Custos de operação com adução	ATrat, Q _{NP} , L, ΔH_g
Tarifa	USD/m ³	Tarifa de produção e distribuição de água de reúso	Capex e Opex + variáveis econômico-financeiras (item 0)

*Para algumas variáveis, há também influência dos parâmetros da Tabela 7 (item 2.8)

2.7 PASSO 7: TARIFA, REGRA DE CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE USUÁRIOS-ÂNCORA

A tarifa foi calculada definindo-se o Valor Presente Líquido (VPL) igual a zero para tempo de retorno (N) e taxa de juros anual (i), conforme Equação 5.

$$0 = VPL = -Capex + \sum_{n=1}^N \frac{FC}{(1+i)^n} \rightarrow Tarifa = \left(\frac{Capex \times i}{1 - (1+i)^{-N}} + Opex_{anual} \right) \frac{1}{Q_{anual}} \quad \text{Equação 5}$$

VPL (USD)	valor presente líquido	Q_{anual} (m ³ /ano)	vazão anual
Tarifa (USD/m ³)	tarifa unitária	$Opex_{anual}$ (USD/ano)	custo de operação anual
FC (USD)	fluxo de caixa	N (anos)	período de retorno
Capex (USD)	custo de implantação	n (ano)	ano
		i (% aa)	taxa de juros

Foi aplicada a regra de classificação que posiciona a tarifa calculada em relação a custos locais de água potável de referência (tarifa de corte, TC) conforme Tabela 4. Foram considerados usuários-âncora aqueles com alta atratividade (classe A).

Tabela 4: Regra de classificação da tarifa de água de reúso em relação a custos locais (tarifa de corte)

Classe	Atratividade	% da tarifa de tarifa de corte (TC)
A	Alta	≤ 100%
B	Média	>100% e ≤ 150%
C	Baixa/nenhuma	>150%

2.8 PASSO 8: CENÁRIOS DE ABASTECIMENTO E DE CUSTOS

Foram previstos seis cenários de cálculo de tarifa, sendo dois de abastecimento e três de custos. A elaboração de cenários teve como objetivo fornecer ao tomador de decisão maior flexibilidade na consideração das incertezas e diferentes situações, como o caso de usuários industriais exigirem água de melhor qualidade (P3).

Os cenários de abastecimento são: C1, em que os usuários de irrigação recebem água P1 e da indústria água P2; e C2, em que a irrigação é abastecida também por P1, mas a indústria recebe água de maior qualidade, P3. Para cada um deles foram aplicadas variações de valores de alguns parâmetros, compondo três cenários de custos: pessimista (custos mais altos), realista e otimista (custos mais baixos). Os cenários constam na Tabela 5 e os parâmetros variados na Tabela 6.

Tabela 5: Cenários de abastecimento e de custos

Cenário de abastecimento	Padrão / arranjo			Cenário de custos	Sigla
C1	Irrigação	P1	MBR + CL	Pessimista	C1P
		Indústria	P2	MBR(RN)+UV+CL	Realista
				Otimista	C1O
C2	Irrigação	P1	MBR + CL	Pessimista	C2P
		Indústria	P3	MBR(RN)+UV+OR+CL	Realista
				Otimista	C2O

Tabela 6: Parâmetros variados nos cenários de custos

Par.	Descrição	Unid.	Influencia diretamente
Y	Taxa de aproveitamento do sistema de OR	%	Capex _{trat} , Opex _{trat} (para arranjos com OR)
η	Rendimento das bombas do sistema elevatório	%	Opex _{ad}
C	Coefficiente de rugosidade da tubulação de recalque	m ^{0,387} /s	Opex _{ad}
ΣK_s	Somatório dos coeficientes de perda de carga singular	-	Opex _{ad}
TE	Tarifa de energia elétrica	USD/kWh	Opex _{ad}
N	Tempo de retorno do investimento	anos	Tarifa
i	Taxa de juros	% aa	Tarifa

2.9 PASSO 9: AGREGAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DO POTENCIAL DE REÚSO NA ÁREA

Para compreensão do potencial de reúso na área de estudo como um todo, os resultados da etapa anterior foram avaliados em conjunto. Para o caso de usuários que apresentaram alta atratividade (classe A) em relação a mais de uma ETE, considerou-se somente o caso mais favorável (menor tarifa).

As vazões não potáveis foram comparadas com as ofertas disponíveis (capacidades de tratamento das ETEs) para avaliação da relação oferta-demanda. Dado que o modelo objetiva, também, verificar cenários futuros de expansão de ETEs e/ou implantação de novas, as ETEs de baixa vazão não foram descartadas, mesmo que não tivessem capacidade de abastecer seus usuários-âncora.

A avaliação conjunta também permitiu a determinação de quais são as atividades econômicas que apresentam maior potencial de reúso

3 RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 ESTRUTURA DO MODELO

A partir do desenvolvimento acima exposto, o modelo se estrutura conforme a Figura 1. Em suma, a partir da entrada de dados de oferta (ETEs), usuário (outorgas) e de terreno o modelo quantifica a vazão potencial de reúso e identifica quais são os usuários âncora de acordo com os diferentes cenários.

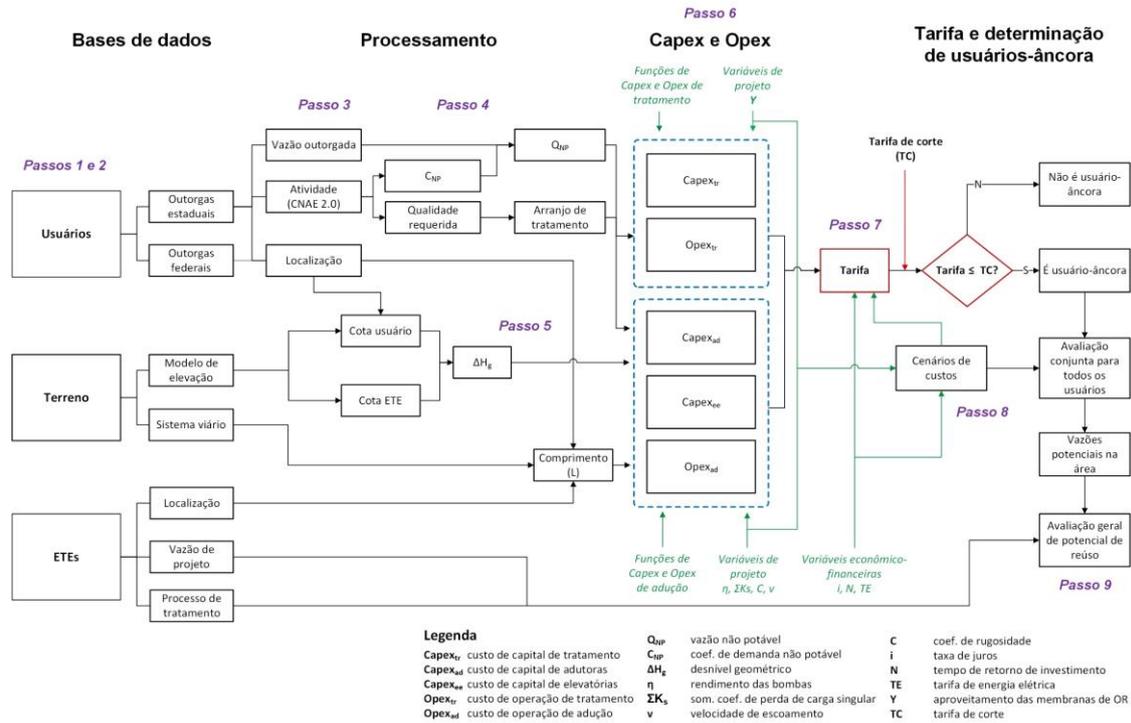


Figura 1: Diagrama de procedimentos do modelo.

Fonte: elaborado pelo autor

3.2 APLICAÇÃO À ÁREA DE ESTUDO

1. Características gerais da área de estudo

A área da RMSP coincide, em grande parte, com a UGRHI 06 (Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – BH-AT), a qual representa 70% do território e 99,5% da população (FABHAT, 2018a). Em virtude de sua alta concentração populacional, a BH-AT é possui a menor disponibilidade hídrica *per capita* do estado, igual a 129,82 m³/hab/ano (FABHAT, 2017) e bem abaixo dos 500 m³/hab/ano abaixo dos quais uma área se caracteriza como sob “estresse hídrico absoluto” (DAMKJAER; TAYLOR, 2017; PERVEEN; JAMES, 2011) Além disso, capacidade de diluição dos corpos hídricos está praticamente esgotada, sendo qualificada como “péssima/ruim” para 36 dos 39 municípios (ANA, 2017c).

As estimativas de demandas consuntivas na RMSP variam conforme a fonte, principalmente para usos específicos como indústria e irrigação. Valores de demanda total variam de 86,5 e 92,3 m³/s (CEIVAP, 2014; DAEE, 2013; FABHAT, 2017, 2018b, 2018a; SSRH-SP, 2017), industriais entre 7,8 a 11,15 m³/s (ANA, 2016a, 2017d; CEIVAP, 2014; DAEE, 2018a; FABHAT, 2017, 2018a) e de irrigação de 0,80 a 3,58 m³/s (ANA, 2016a, 2016b, 2017e; CEIVAP, 2014; DAEE, 2018a; FABHAT, 2017, 2018a).

Levantamentos sobre tratamento de esgotos também variam: para ANA (2017b) a vazão total e a abrangência de tratamento são, respectivamente, de 17,7 m³/s e 51,3%; para SNS/MDR (2018) de 15,9 m³/s e 45,1%; e para Cetesb (2018) a cobertura é de 44,5%. Vale lembrar que a cobertura nacional de é de 43% (ANA, 2017b; SNS/MDR, 2019), o que posiciona a RMSp somente ligeiramente acima da média do País.

2. Dados de entrada e valores dos parâmetros do modelo

A partir de ANA (2017f) e Sabesp (2010b, 2010a, 2018a) foram identificadas 42 ETEs na RMSp, somando capacidade total de 24,5 m³/s e vazão afluyente de 17,9 m³/s. Dessas, somente 36 tiveram sua localização (coordenadas) encontradas, limitando a esse número a realização das análises deste estudo.

Os usuários foram identificados pelos registros de outorgas de captação estaduais e federais (ANA, 2018b; DAEE, 2018b, 2018c). Filtrando-se somente as outorgas ativas, de captação superficial ou subterrânea, para finalidades industriais ou de irrigação e localizadas dentro dos limites geográficos da RMSp, chegou-se a 2.794 usuários e vazão total de 10,1 m³/s, sendo 9,3 m³/s para indústria 0,86 m³/s para irrigação.

Cada um dos usuários foi caracterizado em relação à sua atividade econômica de acordo com a CNAE 2.0 a partir de seus nomes/CNPJ, ao que se seguiu a atribuição de C_{NP} para determinação de Q_{NP} (Equação 1). Para o caso C_{NP} de irrigação, foram utilizados dados de precipitação e temperatura do INMET (2020). Os valores de C_{NP} para de acordo com a atividade econômica constam no Anexo A.

As ETEs e os usuários foram inseridos em ambiente SIG para análises espaciais. Utilizaram-se arquivos vetoriais de sistema viário (CEM, 2018) para determinação de “L” e *raster* do MDE do Estado de São Paulo (SMA/CPLA/DIA, 2013) para extração de cotas e cálculo de “ ΔH_g ” (Equação 3)

A partir das funções de Capex e Opex de tratamento e distribuição, as funções finais usadas são representadas nas curvas da Figura 2. Na sequência, a Figura 3 ilustra alguns dos procedimentos acima descritos.

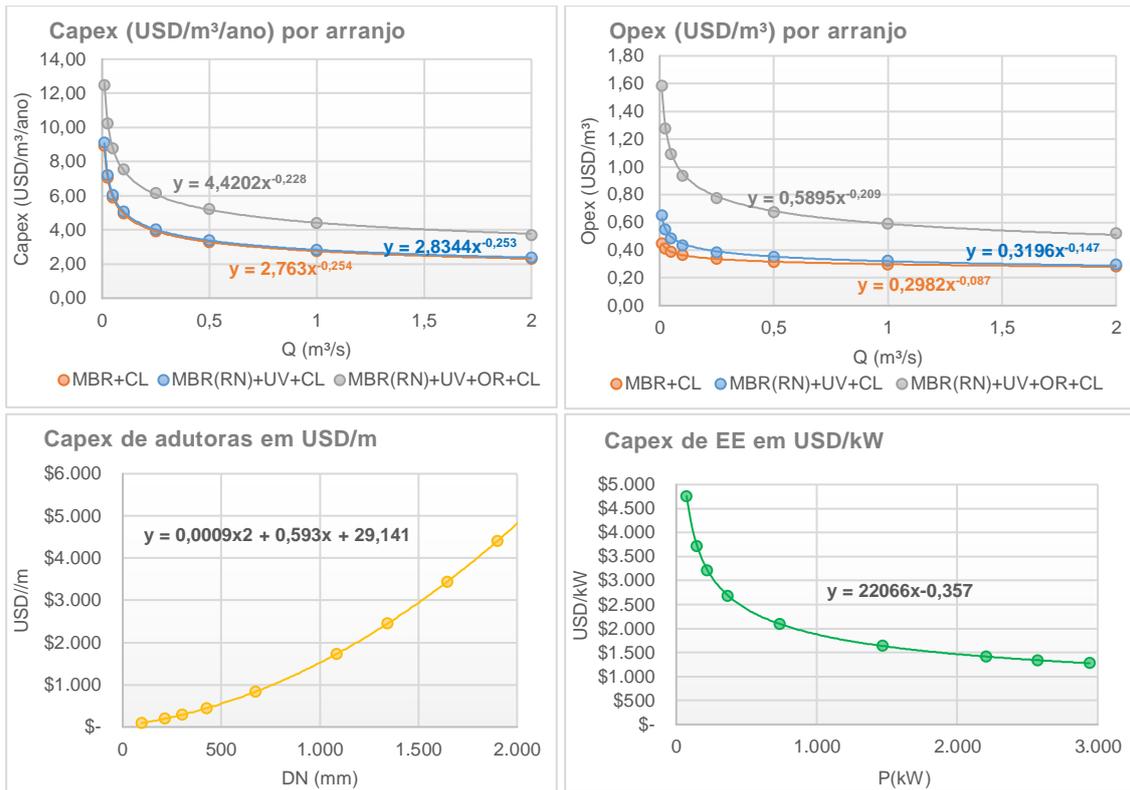


Figura 2: Funções de Capex e Opex para os arranjos de tratamento, adutoras e EE.
 Fonte: elaborado pelo autor

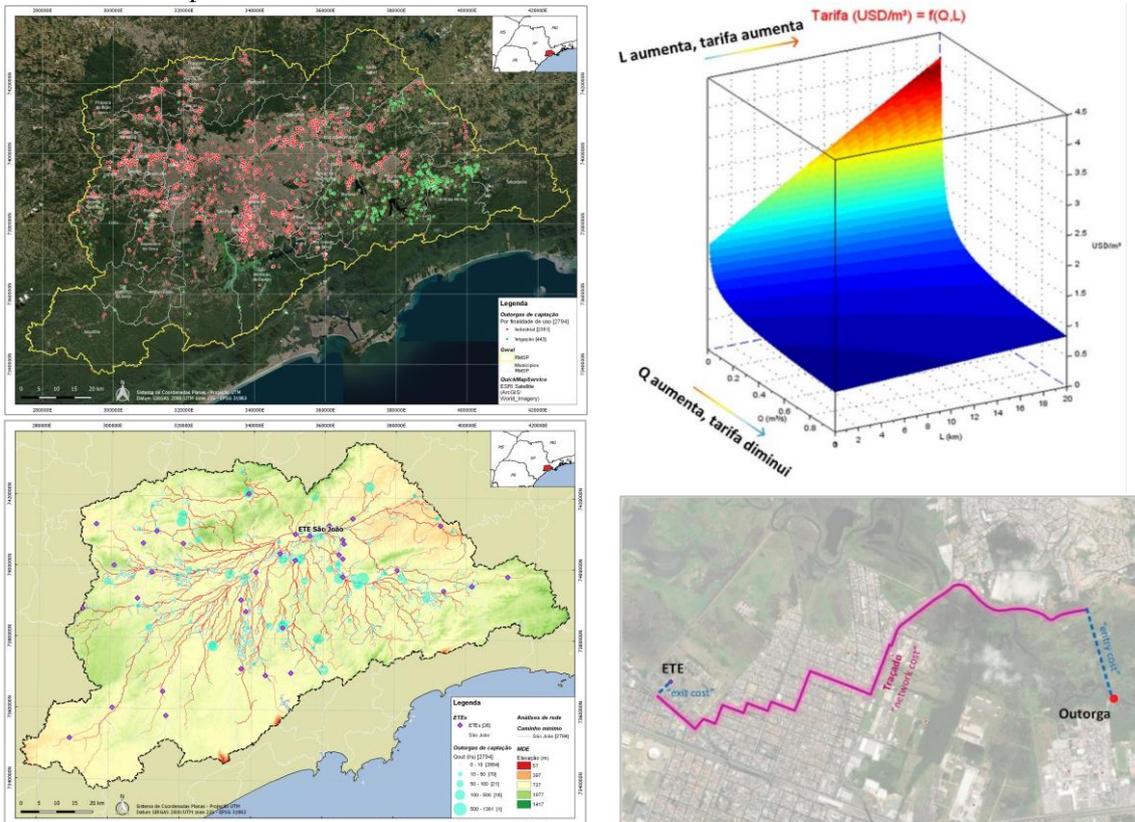


Figura 3: (de cima para baixo, sentido horário) Localização das ETEs e de outorgas de captação para finalidades industriais e de irrigação na RMSp; exemplo de determinação do comprimento de adutoras (L); superfície de tarifa para arranjo MBR(RN)+UV+CL em função de Q (m³/s) e L (km); exemplo de caminhos mínimos entre ETEs e usuários e obtenção de desvios geométricos.

Fonte: Elaborado pelo autor. Elaborado em QGIS3 e Scilab.

A variação dos parâmetros para construção dos cenários de custos foi como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Parâmetros de composição dos cenários de custos

Par.	Descrição	Unid.	Cenários de custos		
			Pessimista	Realista	Otimista
Y	Taxa de aproveitamento do sistema de OR	%	60%	70%	80%
η	Rendimento das bombas do sistema elevatório	%	70%	80%	90%
C	Coefficiente de rugosidade da tubulação de recalque	m ^{0,387} /s	100	120	140
EKs	Somatório dos coeficientes de perda de carga singular	-	30	20	10
TE	Tarifa de energia elétrica	USD/kWh	\$0,091	\$0,114 ⁽¹⁾	\$0,137
N	Tempo de retorno do investimento	anos	25	20	15
i	Taxa de juros	% aa	15%	10%	5%

(1) Tarifa Enel para 2019 e 1 USD = 3,95 BRL (cotação média de 2019)

A tarifa de corte utilizada foi a praticada pela Sabesp para grandes consumidores² (GC) na RMSP (SABESP, 2018b) para a última faixa de vazão (> 40.000 m³/mês), sendo igual a R\$10,78/m³, ou 2,73 USD/m³ (1 USD = 3,95 BRL, cotação média de 2019).

3. Resultados para a área de estudo

A partir da avaliação de todas as possibilidades possíveis (36 ETEs e 2.794 usuários) para os seis cenários (C1P, C1R, C1O, C2P, C2R e C2O), foram detectados os usuários-âncoras para cada uma das situações. Os resultados por ETE são os apresentados na Tabela 8, a qual resume as vazões potenciais e quantidade de usuários-âncora para cada uma das ETEs e para todos os seis cenários estabelecidos. As ETEs para as quais não foram detectados usuários-âncora e aquelas que não possuíam dados de coordenadas foram omitidas.

Tabela 8: Vazões potenciais de reúso e quantidade de usuários-âncora por ETE para todos os cenários

ETE	Q _{ETE} (l/s)	Cenário 1						Cenário 2					
		C1P		C1R		C1O		C2P		C2R		C2O	
		Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.
Suzano	1500	738,9	13	754,4	16	766,6	20	355,6	1	355,6	1	549,1	4
Pinheirinho	7	504,1	4	504,1	4	514,1	6	0,0	0	447,1	2	447,1	2
Mauá	1125	329,4	7	352,6	13	361,0	17	0,0	0	186,3	2	254,6	3
São Miguel	1500	261,2	9	269,2	11	283,8	15	0,0	0	129,6	1	129,6	1
Bandeirantes	3	215,9	6	240,4	9	246,2	10	0,0	0	0,0	0	62,8	1
Biritiba-Mirim	55	176,1	10	190,0	12	198,8	15	176,1	10	190,0	12	198,8	15
Parque Andreense	5	164,9	1	164,9	1	169,9	2	0,0	0	164,9	1	164,9	1
Parque Novo Mundo	2500	133,3	3	143,5	5	149,7	7	0,0	0	0,0	0	91,7	1
Aldeia da Serra	0	94,9	3	94,9	3	94,9	3	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Bonsucesso	673	88,1	3	94,0	5	94,0	5	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Leste	250	71,3	5	88,5	8	92,8	9	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Cotia/Jardim Japão	120	81,5	6	81,5	6	86,9	7	11,2	1	11,2	1	11,2	1

² Clientes com demanda acima de 500 m³/mês.

ETE	Q _{ETE} (l/s)	Cenário 1						Cenário 2					
		C1P		C1R		C1O		C2P		C2R		C2O	
		Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.	Q (L/s)	Qtde.
Mairiporã - Sede	35	49,4	1	49,4	1	55,3	2	0,0	0	0,0	0	49,4	1
Parque dos Pinheiros	0	37,5	3	48,4	7	71,8	13	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Barueri	12000	20,6	1	43,8	4	53,2	9	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Vila Arujá	3,7	39,2	1	39,2	1	39,2	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Várzea do Palácio	600	16,6	2	28,3	5	38,0	9	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Jardim Odete	0	16,9	1	25,4	2	25,4	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Guararema - Sede	33	11,8	1	25,3	2	25,3	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0
ABC	3000	21,6	1	21,6	1	28,5	3	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Jesus Neto	50	6,7	1	11,8	2	26,5	5	0,0	0	0,0	0	0,0	0
São João	470	5,4	1	5,4	1	5,4	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Pirapora - Sede	26	0,0	0	4,9	1	4,9	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Riacho Grande	24	0,0	0	0,0	0	6,3	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Guatambu	0	0,0	0	0,0	0	5,3	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Vargem Grande Paulista	0	0,0	0	0,0	0	5,7	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Total	24.485	3.085	83	3.281	120	3.449	169	5439	12	1.485	20	1.959	30

SD: sem dados. Qtde.: quantidade de usuários-âncora.

Como esperado, a ETE Suzano possui as maiores vazões potenciais, em torno de 754 L/s para os cenários C1. No caso de C2, as maiores restrições de qualidade levam a reduções relevantes de vazão potencial. As ETES Pinheirinho, Mauá, São Miguel, Bandeirantes, Biritiba-Mirim, Parque Andreense e Parque Novo Mundo aparecem na sequência, com vazões sempre superiores a 100 L/s para C1. Para C2, algumas delas não apresentam vazão potencial

Diversas ETES do sistema isolado da Sabesp com baixas vazões se localizam próximas a usuários muito relevantes. É o caso das ETES Bandeirantes (São Paulo), Aldeia da Serra (Itapevi), Cotia/Jardim Japão (Cotia), Vargem Grande Paulista (Vargem Grande Paulista), Parque Andreense (Santo André), Mairiporã – Sede (Mairiporã) e Guararema Sede (Guararema), as quais somam vazão potencial de 1.184 L/s (C1R), valor muito representativo diante do total (3.281 L/s).

Os casos acima são especialmente importantes quando se considera que essas estações poderão ser ampliadas/modernizadas futuramente, ou que outras estações poderão ser instaladas em regiões próximas para aumento da capacidade de tratamento de esgotos. A consideração de produção e venda de água de reúso pode, se considerada no planejamento das futuras modificações, atuar positivamente na viabilização econômica dessas iniciativas.

Na Tabela 9 são exemplificadas as tarifas para alguns usuários-âncora e para todos os cenários. Vê-se que, a depender do cenário, um mesmo usuário pode ser considerado âncora ou não. A relação completa de todos os usuários-âncora detectados consta Anexo B. Os nomes dos usuários foram omitidos na tabela abaixo, mas estão presentes no anexo, juntamente com suas coordenadas.

Tabela 9: Exemplo de tarifas para diferentes usuários-âncora (menores tarifas para C1R)

ID*	Q _{out} (l/s)	Q _{NP} (l/s)	Grupo CNAE 2.0	Fin.	ETE de referência	L (km)	Tarifa (USD/m ³)					
							C1O	C1R	C1P	C2O	C2R	C2P
82327	1380,8	355,6	17.20	Ind.	Suzano	6,84	0,79	0,88	1,04	1,70	2,06	2,67
11903	150,7	129,6	20.90	Ind.	São Miguel	1,68	0,92	1,02	1,21	2,07	2,51	3,25
62785	60,2	24,7	01.10	Irr.	Biritiba-Mirim	9,68	1,39	1,60	1,96	1,39	1,60	1,96
98872	32,9	19,6	24.20	Ind.	Cotia / Jardim Japão	4,77	1,49	1,68	2,03	3,25	3,95	5,14
10772	35,6	9,2	17.20	Ind.	Leste	3,57	1,75	1,99	2,41	3,84	4,67	6,08

*ID: código identificador atribuído pelos autores para controle dos registros de outorgas.

Classe A ($\leq 2,73$ USD/m³) Classe B ($> 2,73$ e $\leq 4,10$ USD/m³) Classe C ($> 4,10$ USD/m³)

Para os usuários-âncora, tanto Capex como Opex de adução representam em geral até 30% do total da tarifa. Conforme as distâncias aumentam, a participação dos custos de distribuição aumenta em relação ao total, incorrendo em tarifas que extrapolam o valor de corte. Em geral, distâncias que excedem 10-12 km já se tornam, dentro do critério de classificação deste estudo, impeditivas ao reúso, a não ser que o usuário tenha demandas muito expressivas. Essa tendência pode ser vista na Figura 4, a qual ilustra o limite entre as classes A e B para o cenário C1R.

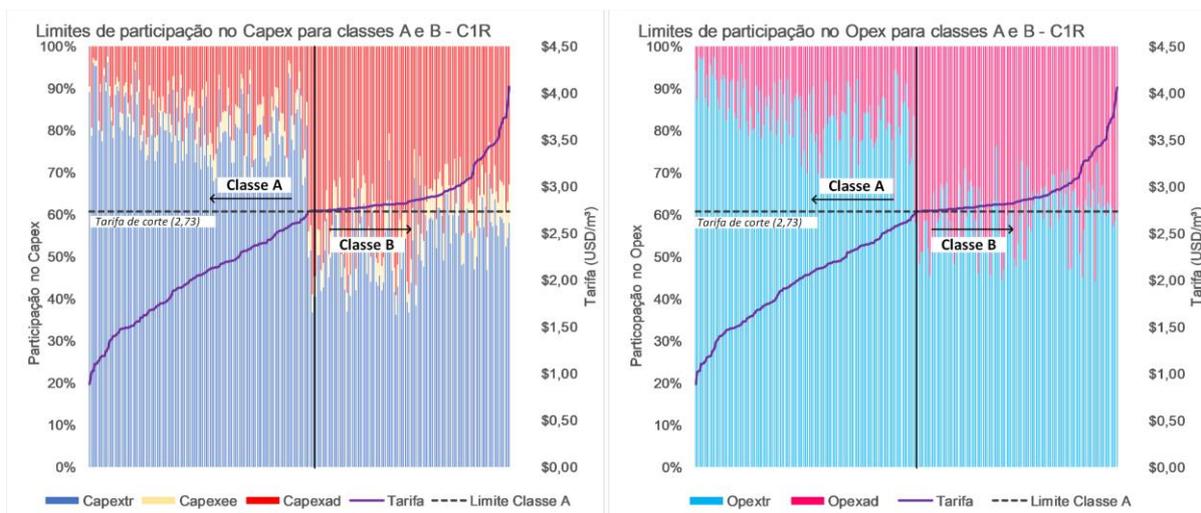


Figura 4: Comparação de participação no Capex e Opex de custos de adução para usuários classes A e B - C1R. Fonte: elaborado pelo autor.

As atividades econômica mais relevantes são de celulose, papel e produtos de papel (949 l/s, 29%), gás e outras utilidades (687 l/s, 21%), produtos químicos (655 l/s,

20%), e produtos têxteis (250,7 l/s, 8%), e juntas correspondem a quase 80% de toda a vazão potencial de reúso na RMSP.

A Tabela 10 resume as vazões potenciais e número de usuários-âncora para os seis cenários. A Figura 5 na sequência apresenta mapas com a relação de algumas ETEs com seus usuários-âncora, com os traçados de adutoras (em amarelo) e as tarifas indicadas por setas que ligam diretamente a ETE ao usuário (em azul).

Tabela 10: Vazões potenciais de reúso para os seis cenários estudados

Cenário	Q _{NP} (l/s)	Qtde. de usuários-âncora
C1P	3.085	83
C1R	3.281	120
C1O	3.449	169
C2P	543	12
C2R	1.485	20
C2O	1.959	30

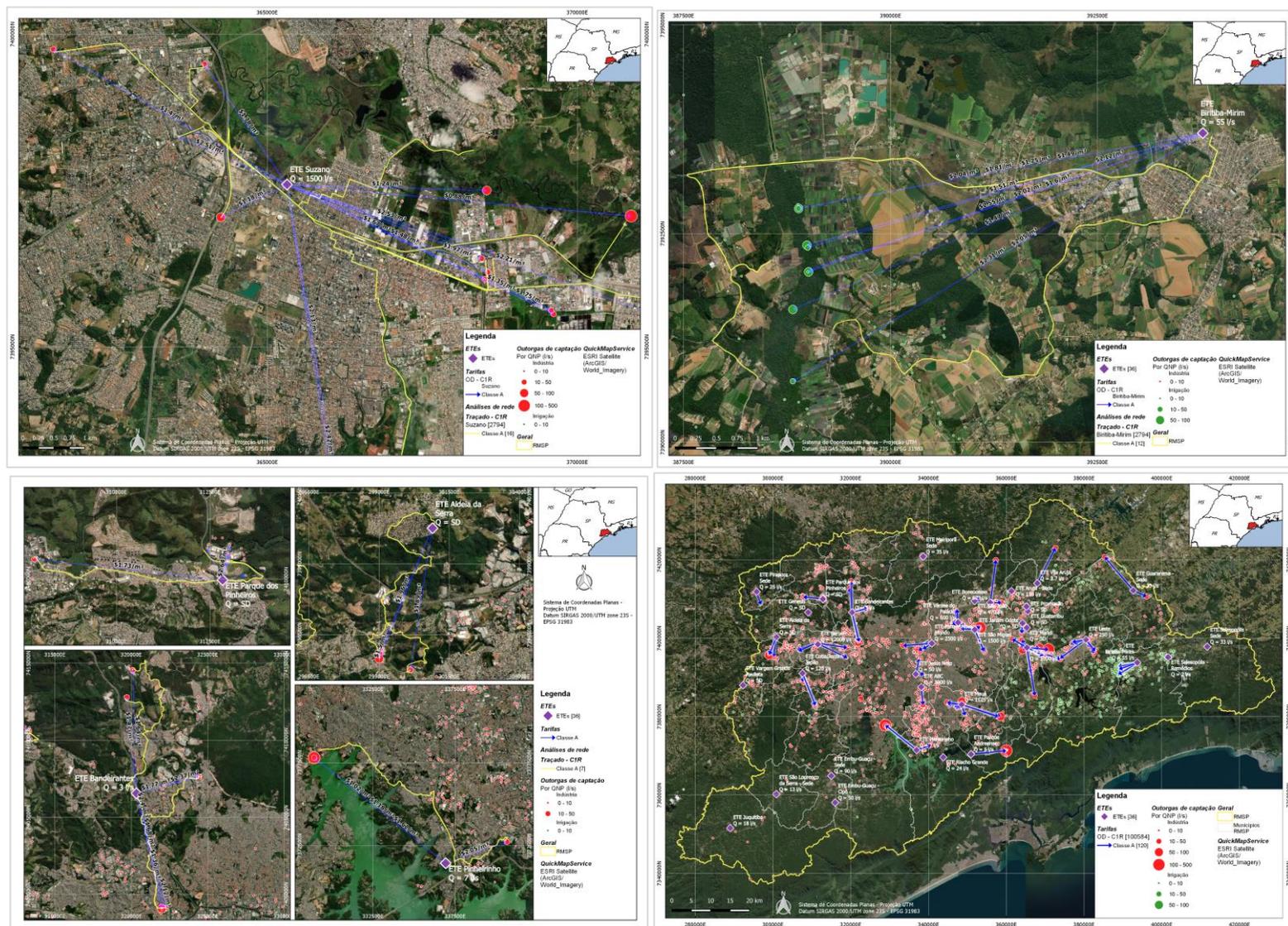


Figura 5: Exemplos de distribuição de usuários-âncora em relação às ETE Suzano (sup. esq.); Biritiba- Mirim (sup. dir.); Parque dos Pinheiros, Aldeia da Serra, Bandeirantes e Pinheirinho (inf. esq.) e geral para a RMSP (inf. dir.). Traçados de adutoras (em amarelo) e OD (origem-destino) com tarifas (em azul). Fonte: elaborado pelo autor. Elaborado em QGIS

4 DISCUSSÃO

A aplicação do modelo à área de estudo resultou em estimativa de tarifa e de custos decompostos (Capex e Opex de produção e distribuição) para cada binômio ETE-usuário; identificação, caracterização e espacialização dos usuários-âncora: estimativa das vazões potenciais de reúso para a área; e identificação das atividades econômicas com maior potencial de reúso.

As vazões potenciais de reúso para cenários realistas variaram de 1,48 e 3,28 m³/s, com mínimo e máximo de 0,54 a 3,45 m³/s para os mais pessimistas e otimistas. O valor máximo (3,45 m³/s, 169 usuários-âncora) equivale 3,9% da demanda total da RMSP (88,1 m³/s), valor que, mesmo que aparentemente baixo, é maior do que a capacidade dos sistemas produtores Alto e Baixo Cotia somados (2,2 m³/s), os quais abastecem aprox. 600 mil habitantes.

Além dos conhecidos casos como o da ETE Suzano, os resultados para as ETES de menor capacidade demonstram que há importantes oportunidades em áreas menos óbvias, o que pode subsidiar diretrizes casadas de expansão de tratamento de esgotos e alocação de usuários hidroatensivos nessas regiões.

A análise agregada permitiu a identificação das atividades econômicas mais relevantes (produção de papel e celulose; petróleo e gás; produtos químicos), criando a possibilidade de articulação junto a associações setoriais, federações da indústria e outros atores. Isso enseja a compreensão quais são as necessidades específicas, os anseios e inseguranças em relação à utilização de água de reúso.

Estudos de potencial de reúso para a mesma área de estudo (RMSP) chegaram a valores similares: Sabesp (2010a) e Coroado Consortium (2012) (4,27 m³/s); CNI (2017a) (4,45 m³/s); e MCidades (2017a, 2017c) (2,72 m³/s). Entretanto, as metodologias são bastante diferentes, principalmente porque não consideram a peculiaridade de cada usuário, não utilizam critério de viabilidade econômica para seleção de usuários-âncora e não fazem uso de SIG, ou o fazem de modo limitado.

A utilização de SIG permitiu tanto a realização de análises espaciais específicas (traçados conceituais de adutoras e determinação de desníveis geométricos) como também a exposição objetiva e clara dos resultados. O SIG é uma poderosa ferramenta de integração de informações e de criação de compreensão compartilhada entre técnicos e não técnicos, com forte apelo de suporte à decisão (SHAMSI, 2005).

Em comparação a trabalhos que metodologicamente mais se aproximam a este, principalmente modelos teóricos ou sistemas de suporte à decisão como Chhipi-Shrestha et al. (2017a) e Lee et al (2018), há diversas similaridades, como o foco em abordagem de viabilidade econômica, utilização de funções de custos em detrimento a custos unitários fixos e uso de SIG para avaliação dos custos de distribuição e exposição de resultados. Os exemplos citados, no entanto, são mais complexos e consideram maior número de variáveis, servindo como referência para futuros aprimoramento deste trabalho.

Os ainda modestos índices de tratamento de esgotos no Brasil (43%) (ANA, 2017b; SNS/MDR, 2019) demonstram os grandes investimentos que ainda serão necessários para cumprimento da meta de quase universalização de tratamento de esgotos do Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB (SNSA/MCIDADES, 2013). A utilização de um critério como o de usuários-âncoras fornece elementos para avaliação das ETEs existentes e futuras no que se refere à possibilidade de fornecimento de água de reúso, subsidiando também a orientação do ordenamento territorial para o incentivo à alocação de usuários hidroatensivos onde haja disponibilidade de água de reúso.

O desenvolvimento e aplicação do modelo requereram diversas simplificações por conta de inexistência de dados precisos sobre alguns temas. A obtenção de algumas bases de dados foi um desafio em si, sendo frequente a necessidade de solicitações formais e longos trâmites para recebimento de dados públicos. De outra forma, a falta de consistência e de clareza de algumas bases de dados foi também um empecilho.

O uso de outorgas para a determinação das demandas é passível de questionamento, dado que é conhecida a existência de captações clandestinas, que podem chegar a até 70% do total (em quantidade) na RMSP (BERTOLO et al., 2014; CONICELLI, 2014), de usuários que exploram mananciais outorgados além das vazões concedidas (FUKASAWA et al., 2017), e do fato de outorgas ativas não necessariamente estarem em exploração (ANA, 2017a). No entanto, as outorgas são a única informação disponível no Brasil que aloca individualmente os usuários e permite a caracterização de sua atividade econômica, sendo a melhor opção apesar de suas limitações.

Isso reforça a necessidade de discussão e ação no tema de gestão de dados nas áreas de recursos hídricos e saneamento, assunto que vem adquirindo crescente importância no mundo (HLPW, 2016, 2017; UNESCO, 2018; WWAP, 2017) e muito recentemente no Brasil também (FGV, 2018). O aprimoramento da qualidade,

abrangência, frequência e acessibilidade de bases de dados no tema é fundamental, principalmente em áreas de planejamento e gestão.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A identificação de usuários-âncora é uma importante ferramenta o subsídio de ações de planejamento de reúso, possuindo abordagem dirigida pelo aspecto técnico-econômico que permite que tomadores de decisão avaliem a viabilidade de produção e distribuição de água de reúso em comparação a outras fontes de água de forma direta e criteriosa.

Este trabalho buscou sistematizar procedimentos de identificação de usuários-âncora e de estimativa de vazão potencial de reúso, culminando na criação de um modelo que fornece subsídios práticos às posteriores etapas de estudos de viabilidade e negociação junto a potenciais usuários de água de reúso não potável.

O modelo foi construído com base em procedimentos simples e facilmente reproduzíveis, bem como também fez uso de bases de dados públicas e de *softwares* gratuitos (como QGIS e Scilab), facilitando as possibilidades de replicação e aprimoramentos por contribuições futuras.

Os elementos desenvolvidos podem ser facilmente absorvidos por sistemas automatizados baseados em SIG que agilizem a realização de análises e geração de resultados, como é o caso do *Integrated Urban Reclaimed Water Infrastructure Planning Toolkit – IRIPIT* (LEE et al., 2018), o qual, ainda que tenha propósitos diferentes, compartilha diversos aspectos metodológicos em comum com este trabalho.

Como principais conclusões, tem-se:

- a utilização de modelos como o proposto fornece elementos práticos para a inclusão eficaz do reúso como elemento de planejamento urbano;
- a detecção e caracterização de usuários-âncora dirige a tomada de decisão e permite identificação de oportunidades prioritárias em que há viabilidade técnico-econômica;
- o modelo é de aplicação simples e com alto potencial de replicação;
- as dificuldades na obtenção e uso de bases de dados reforçam a necessidade de aprimoramento da gestão, qualidade e acessibilidade de dados sobre recursos hídricos e saneamento no Brasil no que se refere a planejamento e gestão.

Por fim, destacam-se alguns pontos que não foram considerados neste trabalho e que podem ser aprimorados por futuras contribuições, como:

- consideração de atendimento de usuários secundários próximos aos âncora ou nas imediações das linhas de distribuição, os quais, mesmo que sozinhos não garantam a viabilidade, podem ser atendidos uma vez atestada a viabilidade;
- agregação de outorgas próximas destinadas ao mesmo usuário para avaliação conjunta, dado que o modelo considera cada outorga individualmente (p.e., *clusterização* por atributo de nome / CNPJ dentro de um raio fixo);
- determinação do perfil de elevação do terreno no traçado das adutoras para cálculo mais preciso dos desníveis geométricos e, conseqüentemente, das potências dos sistemas elevatórios.
- consideração da necessidade de manutenção de vazão mínima ambiental dos corpos receptores, dado que em muitos casos os efluentes lançados, ainda que de má qualidade, auxiliam na manutenção da $Q_{95\%}/Q_{7,10}$;
- inclusão de outros tipos de usuários, como os urbanos de grande porte (empreendimentos comerciais, *shopping centers* etc.);
- inclusão de outros padrões de qualidade e processos de tratamento, aumentando o número de arranjos possíveis e flexibilizando as possibilidades de análises.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Usuários cadastrados no REGLA (Sistema Federal de Regulação de Uso) até junho de 2016** [shapefile]. [s.l.] Arquivo shp fornecido pela equipe de metadados da ANA para elaboração da pesquisa, 2016a.

____. **Vazão de retirada para irrigação (m^3/s) (shapefiles)** [shapefile]. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=312&fname=SNIRH_DemandaIrigacao.zip&access=private>. Acesso em: 26 jun. 2016b.

____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. Brasília: ANA, 2017a. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>.

____. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: ANA, 2017b. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>.

____. **Capacidade de diluição dos esgotos por município (SHP)** [shapefile].

Disponível em: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=471&fname=Capacidade_de_Diluicao_dos_Esgotos_por_Municipio.zip&access=private. Acesso em: 25 jul. 2018c.

_____. **Água na indústria: usos e coeficientes técnicos**. Brasília: ANA, 2017d.

Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/estudo-da-agencia-nacional-de-aguas-aborda-uso-da-agua-no-setor-industrial/agua-na-industria-uso-e-coeficientes-tecnicos-versao-final.pdf/view>.

_____. **Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017e.

_____. **ATLAS Esgotos - Estações de Tratamento de Esgoto (2013) - Planilha**.

Disponível em: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=471&fname=ATLAS_Esgotos_Tabela_ETEs_2013.xlsx&access=private. Acesso em: 15 abr. 2018f.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual**. Brasília:

Agência Nacional de Águas, 2018a. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>.

_____. **Planilha de outorgas**. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/outorga-e-fiscalizacao/principais-servicos/outorgas-emitidas>. Acesso em: 26 jul. 2018b.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual**. Brasília:

Agência Nacional de Águas, 2019.

BERTOLO, A. R.; HIRATA, R.; CONICELLI, B. **Situação das Reservas e Utilização das Águas Subterrâneas na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas Instituto de Geociências – USP, 2014.

CAIXETA, C. E. T. **Avaliação do atual potencial de reúso de água no estado do Ceará e propostas para um sistema de gestão**. Fortaleza: Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, 2010.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - CEIVAP. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes: relatório de diagnóstico RP-06, tomo III**. São Paulo: CEIVAP, 2014. Disponível em: <http://ceivap.org.br/conteudo/relatorio-diagnostico-rp6-tomo3.pdf>.

CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE - CEM. **Base Cartográfica Digital**

Georreferenciada de Logradouros da Região Metropolitana de São Paulo - Edição 2018. Disponível em: <[http://centrodametropole.fflch.usp.br/pt-br/download-dados?f%5B0%5D=facets_temas%3Asistema viario](http://centrodametropole.fflch.usp.br/pt-br/download-dados?f%5B0%5D=facets_temas%3Asistema%20viario)>. Acesso em: 20 fev. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017.** São Paulo: CETESB, 2018.

CHHIPI-SHRESTHA, G.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. Fit-for-purpose wastewater treatment: Conceptualization to development of decision support tool (I). **Science of the Total Environment**, v. 607–608, p. 600–612, 2017a.

CHHIPI-SHRESTHA, G.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. Fit-for-purpose wastewater treatment: Testing to implementation of decision support tool (II). **Science of the Total Environment**, v. 607–608, p. 403–412, 2017b.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Reúso de efluentes: metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial.** Brasília: CNI, 2017a.

_____. **O uso racional da água no setor industrial.** Brasília: CNI, 2017b.

_____. **Reúso de efluentes para abastecimento industrial: avaliação da oferta e da demanda no estado do Rio de Janeiro.** Brasília: CNI, 2019a.

_____. **Reúso de efluentes para abastecimento industrial: avaliação da oferta e da demanda no estado do Ceará.** Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2019b.

CONICELLI, B. P. **Gestão das Águas Subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (SP).** São Paulo: Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, 2014.

COROADO CONSORTIUM. **Technologies for water recycling and reuse in latin american context: assessment, decision tools and implementable strategies under an uncertain future. D.2.1. Report on the context os the areas, workshop structure, and development.** São Paulo: Coroado Consortium, 2012.

CÔTÉ, P.; MASINI, M.; MOURATO, D. Comparison of membrane options for water reuse and reclamation. **Desalination**, v. 167, n. 1–3, p. 1–11, 2004.

COWI. Rural cost functions for water supply and sanitation: technology overview and cost functions. n. November, p. 53, 2005.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, no Estado de São Paulo: Relatório Final - volume I.** São Paulo: DAEE, 2013.

_____. **Relatórios de usos de recursos hídricos, cadastrados ou outorgados no DAEE.** Disponível em: <<http://www.aplicacoes.daee.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html>>. Acesso em: 15 jan. 2018a.

_____. **Banco de dados de outorgas de uso de água.** São Paulo: Cedido pela Diretoria de Procedimento de Outorgas no escopo da elaboração deste trabalho., 2018b.

_____. **Pasta Tabelas FCHE (planilha).** São Paulo: Cedido pela Diretoria de Procedimento de Outorgas no escopo da elaboração deste trabalho., 2018c.

DAMKJAER, S.; TAYLOR, R. The measurement of water scarcity: Defining a meaningful indicator. *Ambio*, v. 46, n. 5, p. 513–531, 2017.

DECAROLIS, J. et al. Cost Trends of Mbr Systems for Municipal Wastewater Treatment. *Proceedings of the Water Environment Federation*, v. 2007, n. 15, p. 3407–3418, 2007.

DEL PAOLI, G. Financing solutions for water reuse schemes. v. 1, n. 619040, 2016.

EUROPEAN COMMISSION. Guidelines on Integrating Water Reuse into Water Planning and Management in the context of the WFD. n. June, p. 1–95, 2016.

FUNDAÇÃO AGÊNCIA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ - FABHAT. **Relatório De Situação Dos Recursos Hídricos Bacia Hidrográfica Do Alto Tietê - Ugrhi-06.** São Paulo: FABHAT, 2017. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-AT/12322/relatorio_situacao_dos_recursos_hidricos_ugrhi_06_2017.pdf>.

_____. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - PBHAT: Relatório Parcial de Diagnóstico (RPD).** São Paulo: FABHAT, 2018a. Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1KC7gfRRiUnXeJlcGk4atfABkj_-2uHV7>.

_____. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - PBHAT: Diagnóstico - Anexo II- Indicadores.** São Paulo: FABHAT, 2018b. Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1KC7gfRRiUnXeJlcGk4atfABkj_-2uHV7>.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. **Medindo o saneamento - potencialidades e limitações de dados brasileiros - 2018.** São Paulo: [s.n.].

FUKASAWA, B. N. et al. **Estimativa do potencial de utilização de água de reúso não potável para fins industriais na Região Metropolitana de Fortaleza - CE.** Artigo técnico apresentado no Congresso ABES Fenasan 2017. *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 2017

GENERINO, R. C. M. **Contribuição da abordagem multicritério na seleção de**

alternativas de reúso de água: aplicação em um caso de irrigação agrícola e paisagística no Distrito Federal. São Paulo: Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, 2006.

GUO, T.; ENGLEHARDT, J. D. Principles for scaling of distributed direct potable water reuse systems: A modeling study. **Water Research**, v. 75, p. 146–163, 2015.

GUO, T.; ENGLEHARDT, J.; WU, T. Review of cost versus scale: Water and wastewater treatment and reuse processes. **Water Science and Technology**, v. 69, n. 2, p. 223–234, 2014.

HERMAN, J. G.; SCRUGGS, C. E.; THOMSON, B. M. The costs of direct and indirect potable water reuse in a medium-sized arid inland community. **Journal of Water Process Engineering**, v. 19, n. August, p. 239–247, 2017.

HESPANHOL, I. Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes. **Revista USP**, v. 0, n. 106, p. 79, 2015.

HIGH LEVEL PANEL ON WATER - HLPW. **United Nations High Level Panel on Water action plan**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11280HLPW_Action_Plan_DEF_11-1.pdf>.

_____. **World Water Data Initiative Roadmap**. Genebra: HLPW, 2017. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/13327HLPW_WWDI_Roadmap.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Precipitação acumulada e temperatura média - Est. Mirante de Santana - 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

JUDD, S. J. Membrane technology costs and me. **Water Research**, v. 122, p. 1–9, 2017.

JUNG, Y. T.; NARAYANAN, N. C.; CHENG, Y. L. Cost comparison of centralized and decentralized wastewater management systems using optimization model. **Journal of Environmental Management**, v. 213, p. 90–97, 2018.

LAUTZE, J. et al. **Global experiences in water reuse**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2014. Disponível em: <http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/wle/rrr/resource_recovery_and_reuse-series_4.pdf>.

LEE, E. J. et al. Decision support toolkit for integrated analysis and design of reclaimed water infrastructure. **Water Research**, v. 134, p. 234–252, 2018.

MALINOWSKI, A. **Aplicação de metodologia para estruturação de diretrizes para o planejamento do reúso de água no meio urbano**. Curitiba: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental do Setor de Tecnologia, 2006.

MINISTÉRIO DAS CIDADES - MCIDADES. **Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil**. Produto IV - Avaliação do potencial de reúso (RP01C). 2017a.

_____. **Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil. Produto III - Critérios de qualidade de água (RP01B)**. 2017b.

_____. **RP01C_Potencial de Reúso_20set2018 - planilha com resultados por município** MCidades, , 2017c.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2016**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018.

MIERZWA, J. C. **O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: estudo de caso da Kodak brasileira (volumes 1 e 2)**. São Paulo: Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 2002.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reúso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MOLINOS-SENANTE, M. et al. **Assessment of wastewater treatment plant design for small communities: Environmental and economic aspects** *Science of the Total Environment*, 2012.

MOSTRÖM, J. Statistiskt meddelande - Industrins vattenanvändning 2015.n. september 2016, 2015.

NOGUEIRA, M. R. DE S. **Otimização econômica do uso de esgoto tratado: uma análise do transporte da água de reúso em busca da sustentabilidade**. [s.l.] Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

PERVEEN, S.; JAMES, L. A. Scale invariance of water stress and scarcity indicators: Facilitating cross-scale comparisons of water resources vulnerability. **Applied**

Geography, v. 31, n. 1, p. 321–328, 2011.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. **Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo. Relatório final: Volume III - Sistema Principal de Esgotos**. São Paulo: Sabesp, 2010a.

_____. **Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo. Relatório final: Volume IV - Sistemas Isolados de Esgotos**. São Paulo: Sabesp, 2010b.

_____. **Declaração de dados das ETEs do Sistema Isolado da Sabesp na RMSP realizada via SIC.SP**, 2018a.

_____. **Comunicado - 6/18**. São Paulo, 2018b. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/comunicado_06_2018.pdf>

SCHIMMOLLER, L.; KEALY, M. J. **Fit for Purpose Water: The Cost of Overtreating Reclaimed Water**. [s.l: s.n.].

SGROI, M.; VAGLIASINDI, F. G. A.; ROCCARO, P. Feasibility, sustainability and circular economy concepts in water reuse. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 2, p. 20–25, 2018.

SHAMSI, U. M. **GIS applications for water, wastewater, and stormwater systems**. 1^a ed. Boca Raton: CRC Press, 2005.

SMA/CPLA/DIA. **Modelo Digital de Elevação do Estado de São Paulo [raster]**. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO>>.

SNS/MDR. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019.

SNSA/MCIDADES. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoBasico-2013.pdf>.

SECRETARIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICO E SANEAMENTO - SSRH-SP. **Plano Estadual de Recursos Hídricos: PERH 2016-2019**. São Paulo: SSRH, 2017. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/ckfinder/files/PERH_2016_2019_MINUTA_FINAL.pdf>.

STATISTICS CANADA. **Table 38-10-0056-01 Water intake in manufacturing industries, by purpose of initial use and North American Industry Classification System (x 1,000,000)**. Disponível em:

<<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/cv.action?pid=3810005601>>. Acesso em: 14 set. 2018.

TANGUNE, B. F. **Evapotranspiração de referência no estado de São Paulo: métodos empíricos, aprendizado de máquina e geoespacial**. [s.l.] Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem, 2017).

TRAN, Q. K.; SCHWABE, K. A.; JASSBY, D. Wastewater reuse for agriculture: Development of a regional water reuse decision-support model (RWRM) for cost-effective irrigation sources. **Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 17, p. 9390–9399, 2016a.

TRAN, Q. K.; SCHWABE, K. A.; JASSBY, D. Wastewater reuse for agriculture: Development of a regional water reuse decision-support model (RWRM) for cost-effective irrigation sources - supporting information. **Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 17, p. 9390–9399, 2016b.

U.S. EPA. **Technologies and Costs Document for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule and Final Stage 2 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule**. [s.l: s.n.].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - U.S. EPA. **Guidelines for Water Reuse 2012**. Washington D.C.: U.S. EPA, 2012.

UNESCO. **The handbook on water information systems: administration, processing and exploitation of water-related data**. Paris: UNESCO, 2018.

VAN DER LEEDEN, F.; TROISE, F.; TODD, D. K. **The Water Encyclopedia**. 2^a ed. Michigan: Lewis Publishers, 1990.

WWAP. **Wastewater: The Untapped Resource**. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2017.

ANEXO A. Coeficiente não potável (C_{NP}) por atividade econômica e parâmetros e qualidade dos padrões P1, P2 e P3

Tabela A 1: C_{NP} por divisão da CNAE 2.0

Divisão da CNAE 2.0		C_{NP} ^(a)
1	Agricultura, pecuária e serviços relacionados	41% ^(b)
2	Produção florestal	41% ^(b)
3	Pesca e aquicultura	-
5	Extração de carvão mineral	-
6	Extração de petróleo e gás natural	-
7	Extração de minerais metálicos	-
8	Extração de minerais não-metálicos	-
9	Atividades de apoio à extração de minerais	3%
10	Fabricação de produtos alimentícios	50%
11	Fabricação de bebidas	61%
12	Fabricação de produtos do fumo	66%
13	Fabricação de produtos têxteis	36%
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	17%
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	7%
16	Fabricação de produtos de madeira	38%
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	26%
18	Impressão e reprodução de gravações	3%
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	87%
20	Fabricação de produtos químicos	86%
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	92%
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	65%
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	66%
24	Metalurgia	60%
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	9%
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	11%
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	63%
28	Fabricação de máquinas e equipamentos	0%
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	44%
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	44%
31	Fabricação de móveis	0%
32	Fabricação de produtos diversos	26%
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0%
(c)	Outras indústrias de transformação ⁽²⁾	36% ⁽²⁾
35	Eletricidade, gás e outras utilidades	68%

a) Valores iguais a “-“: correlação não encontrada em literatura e C_{NP} considerado como zero.

b) Valor calculado a partir de ETo.

c) Outras atividades de transformação. Divisão inexistente na CNAE 2.0. C_{NP} utilizado para as atividades de transformação para as quais não foi possível determinação de divisão de acordo com a CNAE 2.0.

Fonte: adaptado de Statistics Canada (2018), CNI (2017b), Moström (2015) e Van der Leeden et al. (1990)

Tabela A 2: Parâmetros de qualidade dos padrões P1, P2 e P3

Parâmetro	Unidade	Padrões de água de reúso		
		P1	P2	P3
Coliformes termotolerantes	UFC/100 ml	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Ovos de helmintos	ovo/l	< 1	-	-
DBO _{5,20}	mgO ₂ /l	< 20	< 10	< 10
DQO	mgO ₂ /l	-	< 20	< 20
Turbidez	NTU	< 5,0	< 1,0	< 0,1
SDT / condutividade elétrica	mg/l / μ S/cm	< 3.000 / 4.800	< 1.000 / 1.600	< 500 / 800
Nitrogênio amoniacal	mg/l	-	< 1,0	< 1,0
Nitrato	mg/l	-	< 1,0	< 1,0
Fósforo total	mg/l	-	-	< 0,1
Cloro residual total	mg/l	1,0 – 3,0	1,0 – 3,0	1,0 – 3,0
pH	-	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0

ANEXO B. Resultados completos por usuário-âncora

Tabela B 1: Resultados para todos os usuários-âncora e cenários

ID	Usuário	Q (l/s)	QNP (l/s)	Grupo CNAE 2.0	Finalidade	ETE de referência	X (m)	Y (m)	L (km)	Classe A Classe B Classe C					
										C10 (USD/m³)	C1R (USD/m³)	C1P (USD/m³)	C2O (USD/m³)	C2R (USD/m³)	C2P (USD/m³)
82327	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	1380,8	355,6	17.20	Industrial	Suzano	370.870,0	7.397.089,8	6,84	0,79	0,88	1,04	1,70	2,06	2,67
97161	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	429,2	291,9	35.10	Industrial	Pinheirinho	328.920,0	7.377.799,8	15,39	0,91	1,02	1,21	1,86	2,25	2,91
11903	COMPANHIA NITRO QUIMICA BRASILEIRA	150,7	129,6	20.90	Industrial	São Miguel	353.260,0	7.402.669,9	1,68	0,92	1,02	1,21	2,07	2,51	3,25
8012	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	137,0	93,2	35.10	Industrial	Mauá	348.640,0	7.383.799,8	1,96	0,99	1,10	1,31	2,23	2,70	3,51
8004	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	137,0	93,2	35.10	Industrial	Mauá	348.650,0	7.383.810,1	1,98	0,99	1,10	1,31	2,23	2,70	3,51
164306	UNIPAR INDUPA DO BRASIL S/A	191,8	164,9	20.20	Industrial	Parque Andreense	360.030,0	7.371.290,0	13,22	1,01	1,13	1,35	2,10	2,54	3,29
9524	INDS.MATARAZZO DE PAPEIS S.A	356,2	91,7	17.20	Industrial	Parque Novo Mundo	337.450,0	7.396.850,1	5,49	1,05	1,17	1,39	2,29	2,78	3,60
97168	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	228,3	155,3	35.10	Industrial	Pinheirinho	328.920,0	7.377.799,8	15,39	1,05	1,18	1,41	2,15	2,61	3,37
108631	LEAO & JETEX INDUSTRIA TEXTIL LTDA.	205,5	73,5	13.40	Industrial	Suzano	364.250,0	7.397.069,8	3,02	1,06	1,18	1,41	2,36	2,87	3,73
23839	CLARIANT S.A.	82,2	70,7	20.90	Industrial	Suzano	368.540,0	7.397.500,0	5,05	1,10	1,24	1,47	2,42	2,94	3,81
9530	MAIRIPORA IND E COM DE PAPEL E PAPELAO LTDA	191,8	49,4	17.20	Industrial	Mairiporã - Sede	338.430,0	7.421.100,1	1,22	1,12	1,25	1,49	2,55	3,09	4,02
82329	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	191,8	49,4	17.20	Industrial	Suzano	369.580,0	7.395.580,1	5,28	1,20	1,35	1,61	2,63	3,19	4,15
60357	PROCOSA PRODUTOS DE BELEZA LTDA.	73,1	62,8	20.60	Industrial	Bandeirantes	321.980,0	7.399.080,1	9,03	1,21	1,36	1,63	2,57	3,11	4,03
171886	DU SOL COMERCIO DE BEBIDAS LIMITADA - EPP	112,0	68,3	11.20	Industrial	Mauá	358.550,0	7.380.049,8	12,58	1,24	1,40	1,68	2,57	3,11	4,03
130690	ALIMENKO IMPORTADORA EEXPORTADORA LTDA.	82,2	40,7	10.90	Industrial	Suzano	361.550,0	7.399.759,8	4,81	1,25	1,40	1,68	2,74	3,33	4,32
9527	INDUSTRIAS MATARAZZO DE EMBALAGENS LTDA	137,0	35,3	17.20	Industrial	São Miguel	348.750,0	7.402.899,9	3,63	1,26	1,42	1,70	2,80	3,41	4,43
17097	VISCOFAN DO BRASIL SOC COMERCIAL E INDUSTRIAL LTDA	137,0	35,3	17.20	Industrial	São Miguel	348.300,0	7.402.509,8	4,21	1,28	1,44	1,72	2,82	3,42	4,45
62786	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	73,7	30,2	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.820,0	7.391.589,8	8,27	1,28	1,47	1,79	1,28	1,47	1,79
51800	MD PAPEIS LTDA.	191,8	49,4	17.20	Industrial	Bandeirantes	319.700,0	7.412.779,8	9,84	1,31	1,47	1,77	2,74	3,32	4,30
123281	GERDAU S.A.	54,8	32,6	24.20	Industrial	Leste	381.680,0	7.397.620,1	4,71	1,31	1,48	1,77	2,88	3,50	4,55
46337	SANOFI AVENTIS FARMACEUTICA LTDA.	33,3	30,6	21.20	Industrial	Suzano	368.560,0	7.396.189,9	4,17	1,32	1,48	1,78	2,91	3,53	4,60
62775	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	60,2	24,7	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.890,0	7.392.799,8	6,51	1,30	1,49	1,82	1,30	1,49	1,82
161848	ITACEL FARMOQUIMICA LTDA	55,5	51,0	21.20	Industrial	Aldeia da Serra	299.000,0	7.395.649,9	10,02	1,33	1,50	1,79	2,75	3,32	4,30
10156	RHODIA S.A.	82,2	29,4	13.10	Industrial	Mauá	344.800,0	7.383.600,1	4,34	1,34	1,51	1,81	2,94	3,57	4,65
62781	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	73,4	30,1	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.990,0	7.392.359,9	9,67	1,32	1,51	1,85	1,32	1,51	1,85
79014	OSWALDO CRUZ QUIMICA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	23,7	20,4	20.90	Industrial	Bonsucesso	356.660,0	7.409.040,0	1,53	1,36	1,54	1,84	3,11	3,78	4,92
8402	MELHORAMENTOS PAPEIS LTDA.	109,6	28,2	17.20	Industrial	Suzano	369.620,0	7.395.520,0	5,38	1,38	1,55	1,87	3,00	3,64	4,73
91266	MODINE DO BRASIL SISTEMAS TERMICOS LTDA.	54,8	24,2	29.40	Industrial	Bonsucesso	358.770,0	7.409.049,8	3,73	1,38	1,56	1,87	3,06	3,72	4,83
133274	AMBEV S.A.	71,2	43,5	11.10	Industrial	Bonsucesso	357.330,0	7.419.899,9	13,20	1,41	1,59	1,92	2,88	3,49	4,53
62785	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	60,2	24,7	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	389.010,0	7.392.040,0	9,68	1,39	1,60	1,96	1,39	1,60	1,96

ID	Usuário	Q (l/s)	QNP (l/s)	Grupo CNAE 2.0	Finalidade	ETE de referência	X (m)	Y (m)	L (km)	C10 (USD/m²)	C1R (USD/m²)	C1P (USD/m²)	C20 (USD/m²)	C2R (USD/m²)	C2P (USD/m²)
14778	KLABIN FABRICADORA DE PAPEL E CELULOSE S.A.	123,3	31,7	17.20	Industrial	Parque Novo Mundo	333.480,0	7.398.109,9	9,02	1,43	1,62	1,95	3,01	3,65	4,74
97169	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	68,5	46,6	35.10	Industrial	Pinheirinho	328.920,0	7.377.799,8	15,39	1,43	1,62	1,95	2,88	3,49	4,52
13210	MELHORAMENTOS CMPC LTDA	160,3	41,3	17.20	Industrial	Bandeirantes	320.090,0	7.414.549,8	13,67	1,45	1,64	1,98	2,94	3,56	4,62
46343	SANOFI AVENTIS FARMACEUTICA LTDA.	20,5	18,9	21.20	Industrial	Suzano	368.510,0	7.396.080,1	4,09	1,48	1,67	2,01	3,25	3,95	5,14
60354	PROCOSA PRODUTOS DE BELEZA LTDA.	32,9	28,3	20.60	Industrial	Bandeirantes	322.120,0	7.399.120,1	9,13	1,49	1,68	2,03	3,11	3,77	4,89
98872	GERDAU ACOS LONGOS S.A.	32,9	19,6	24.20	Industrial	Cotia/Jardim Japão	307.870,0	7.388.859,9	4,77	1,49	1,68	2,03	3,25	3,95	5,14
11294	PARAMOUNT TEXTEIS INDUSTRIA E COMERCIO S.A.	109,6	39,2	13.10	Industrial	Vila Arujá	372.650,0	7.423.000,0	13,79	1,50	1,70	2,04	3,01	3,64	4,71
171885	DU SOL COMERCIO DE BEBIDAS LIMITADA - EPP	51,4	31,4	11.20	Industrial	Mauá	357.960,0	7.379.930,2	12,32	1,52	1,72	2,08	3,10	3,76	4,88
116230	NACOM GOYA INDUSTRIA E COMERCIO DE ALIMENTOS LTDA	38,0	18,8	10.90	Industrial	Parque dos Pinheiros	307.810,0	7.410.529,8	5,44	1,53	1,73	2,09	3,31	4,02	5,22
156443	COLGATEPALMOLIVE INDUSTRIAL LTDA.	25,1	21,6	20.60	Industrial	ABC	338.600,0	7.382.980,0	7,50	1,54	1,74	2,10	3,26	3,96	5,15
82330	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	68,5	17,6	17.20	Industrial	Suzano	369.580,0	7.395.580,1	5,28	1,55	1,75	2,11	3,35	4,07	5,29
62779	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	32,9	13,5	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.890,0	7.392.799,8	6,51	1,53	1,75	2,16	1,53	1,75	2,16
91574	TEXTIL LAPO S.A.	59,4	21,2	13.40	Industrial	Bandeirantes	324.440,0	7.407.640,1	7,90	1,56	1,77	2,13	3,29	3,99	5,19
171874	GL ELETRO - ELETRONICOS LTDA.	21,2	13,2	27.30	Industrial	Suzano	363.990,0	7.399.520,0	3,17	1,58	1,78	2,15	3,50	4,26	5,54
62776	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	29,6	12,1	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.890,0	7.392.799,8	6,51	1,57	1,81	2,23	1,57	1,81	2,23
10957	FABR DE TECIDOS TATUAPE S/A	57,5	20,6	13.10	Industrial	Barueri	319.070,0	7.397.560,1	9,41	1,62	1,84	2,23	3,36	4,08	5,30
55115	INDUSTRIA E COMERCIO DE COSMETICOS NATURA LTDA	11,4	9,8	20.60	Industrial	Parque dos Pinheiros	312.960,0	7.410.689,9	2,43	1,66	1,88	2,27	3,72	4,52	5,89
11845	S.A INDUSTRIAS VOTORANTIM	38,4	25,2	23.20	Industrial	Aldeia da Serra	300.120,0	7.395.259,8	12,13	1,67	1,89	2,27	3,33	4,03	5,21
77962	MULTIVERDE PAPEIS ESPECIAIS LTDA	43,8	11,3	17.20	Industrial	Leste	377.040,0	7.398.680,2	4,08	1,69	1,91	2,31	3,68	4,47	5,82
69440	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	65,8	16,9	17.20	Industrial	Jardim Odete	363.950,0	7.401.200,2	8,43	1,69	1,91	2,32	3,51	4,25	5,52
55116	INDUSTRIA E COMERCIO DE COSMETICOS NATURA LTDA	10,3	8,8	20.60	Industrial	Parque dos Pinheiros	312.990,0	7.410.500,0	2,21	1,69	1,92	2,32	3,80	4,62	6,02
9138	REPASA S.A. CELULOSE E PAPEL	82,2	21,2	17.20	Industrial	Cotia/Jardim Japão	310.850,0	7.382.600,1	12,19	1,70	1,93	2,34	3,43	4,15	5,39
11398	OCFIBRAS LTDA	13,7	11,8	20.40	Industrial	Guararema - Sede	396.100,0	7.410.600,1	5,10	1,71	1,94	2,35	3,69	4,48	5,83
161841	ITACEL FARMOQUIMICA LTDA	20,3	18,7	21.20	Industrial	Aldeia da Serra	299.030,0	7.395.830,1	9,83	1,73	1,96	2,36	3,51	4,25	5,50
46346	SANOFI AVENTIS FARMACEUTICA LTDA.	11,4	10,5	21.20	Industrial	Suzano	368.460,0	7.396.410,2	4,41	1,73	1,97	2,38	3,76	4,57	5,95
10772	INDS DE PAPEL SIMAO S A	35,6	9,2	17.20	Industrial	Leste	377.450,0	7.398.600,1	3,57	1,75	1,99	2,41	3,84	4,67	6,08
12545	VICUNHA S.A.	27,4	9,8	13.10	Industrial	Parque Novo Mundo	338.600,0	7.397.210,0	4,33	1,76	2,00	2,42	3,82	4,64	6,04
11902	COMPANHIA NITRO QUIMICA BRASILEIRA	10,3	8,8	20.90	Industrial	São Miguel	353.120,0	7.401.609,9	3,69	1,78	2,02	2,44	3,88	4,72	6,14
62784	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	27,4	11,2	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	389.010,0	7.392.060,1	9,67	1,75	2,02	2,50	1,75	2,02	2,50
62778	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	19,7	8,1	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.890,0	7.392.799,8	6,51	1,77	2,04	2,53	1,77	2,04	2,53
28705	BASF S.A.	12,1	10,4	20.70	Industrial	Pinheirinho	340.650,0	7.372.730,0	5,70	1,80	2,05	2,48	3,83	4,65	6,06
62787	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	28,8	11,8	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.820,0	7.390.730,0	10,77	1,78	2,05	2,53	1,78	2,05	2,53

ID	Usuário	Q (l/s)	QNP (l/s)	Grupo CNAE 2.0	Finalidade	ETE de referência	X (m)	Y (m)	L (km)	C10 (USD/m²)	C1R (USD/m²)	C1P (USD/m²)	C20 (USD/m²)	C2R (USD/m²)	C2P (USD/m²)
11900	COMPANHIA NITRO QUIMICA BRASILEIRA	9,1	7,9	20.90	Industrial	São Miguel	352.980,0	7.401.819,8	3,37	1,81	2,06	2,50	3,98	4,83	6,29
11207	CIA GUAIANAZES DE PAPEL	54,8	14,1	17.20	Industrial	São Miguel	354.470,0	7.396.450,2	9,82	1,82	2,08	2,52	3,72	4,51	5,86
11182	COMPANHIA INDUSTRIAL PAULISTA DE PAPEIS E PAPELAO	26,0	6,7	17.20	Industrial	Jesus Neto	338.890,0	7.390.890,1	2,51	1,83	2,08	2,52	4,07	4,95	6,46
9495	RIPASA S.A. CELULOSE E PAPEL	60,3	15,5	17.20	Industrial	Cotia/Jardim Japão	310.910,0	7.382.859,9	11,69	1,84	2,10	2,55	3,70	4,49	5,82
60353	PROCOSA PRODUTOS DE BELEZA LTDA.	15,1	13,0	20.60	Industrial	Bandeirantes	322.260,0	7.399.109,9	9,26	1,86	2,12	2,57	3,79	4,60	5,97
62782	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	23,6	9,7	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	389.000,0	7.392.330,1	9,67	1,84	2,12	2,63	1,84	2,12	2,63
169522	KAZUHIRO INO E OUTRO	18,3	18,3	01.50	Industrial	Suzano	367.350,0	7.385.350,1	14,94	1,87	2,13	2,59	3,66	4,43	5,74
159071	IBEMA COMPANHIA BRASILEIRA DE PAPEL	27,4	11,2	17.30	Irrigante	Cotia/Jardim Japão	310.910,0	7.382.859,9	11,69	1,85	2,13	2,64	1,85	2,13	2,64
65652	KIMBERLY-CLARK BRASIL IND COM PROD DE HIGIENE LTDA	43,8	11,3	17.20	Industrial	Leste	382.630,0	7.396.189,9	8,18	1,88	2,14	2,60	3,87	4,70	6,11
11127	INDUSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA	15,1	5,4	13.50	Industrial	São João	353.480,0	7.410.109,9	1,84	1,89	2,14	2,60	4,24	5,16	6,72
9967	D. K. TINTURARIA INDUSTRIAL LTDA	27,4	9,8	13.10	Industrial	São Miguel	351.260,0	7.402.319,8	7,07	1,90	2,17	2,64	3,96	4,81	6,25
20420	ROSSET & CIA LTDA.	23,7	8,5	13.40	Industrial	Várzea do Palácio	349.260,0	7.402.950,2	5,75	1,91	2,18	2,65	4,04	4,90	6,38
61543	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA	9,6	8,2	20.20	Industrial	Mauá	344.920,0	7.383.100,1	5,52	1,91	2,18	2,65	4,05	4,92	6,41
113393	DAMAPEL IND. COM. E DISTRIBUICAO DE PAPEIS LTDA	31,5	8,1	17.20	Industrial	Várzea do Palácio	347.310,0	7.407.350,1	5,52	1,92	2,19	2,66	4,07	4,94	6,43
164530	TP INDUSTRIAL DE PNEUS BRASIL LTDA	9,0	5,8	22.10	Industrial	Mauá	346.920,0	7.382.470,2	2,88	1,93	2,19	2,66	4,24	5,16	6,72
11407	INDUSTRIAS TEXTEIS SUECO LTDA.	23,7	8,5	13.10	Industrial	São Miguel	353.310,0	7.403.040,0	6,07	1,93	2,20	2,67	4,05	4,92	6,41
11571	MANIKRAFT GUAIANAZES IND. DE CELULOSE E PAPEL LTDA.	46,6	12,0	17.40	Industrial	São Miguel	354.270,0	7.396.700,2	10,16	1,93	2,20	2,68	3,90	4,73	6,14
10330	RESANA S.A. IND. QUIMICAS	13,7	11,8	20.20	Industrial	Suzano	373.890,0	7.394.580,1	10,03	1,94	2,21	2,69	3,91	4,74	6,16
8332	AIR PRODUCTS BRASIL LTDA	10,3	7,0	35.20	Industrial	Leste	376.550,0	7.398.509,8	4,58	1,95	2,22	2,70	4,17	5,07	6,59
98870	GERDAU ACOS LONGOS S.A.	11,7	7,0	24.20	Industrial	Cotia/Jardim Japão	307.820,0	7.388.790,0	4,81	1,96	2,24	2,72	4,18	5,08	6,62
74560	HORIZON ARTEFATOS DE BORRACHA LTDA.	11,0	7,1	22.10	Industrial	Cotia/Jardim Japão	307.670,0	7.388.819,8	4,98	1,97	2,24	2,73	4,18	5,08	6,61
11123	INDUSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA	11,0	3,9	13.50	Industrial	Bonsucesso	355.970,0	7.409.779,8	1,54	2,02	2,29	2,79	4,54	5,53	7,21
164527	TP INDUSTRIAL DE PNEUS BRASIL LTDA	6,5	4,2	22.10	Industrial	Mauá	347.030,0	7.382.960,0	1,88	2,02	2,30	2,79	4,51	5,49	7,15
62788	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	20,1	8,3	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.820,0	7.390.730,0	10,77	2,00	2,31	2,87	2,00	2,31	2,87
169517	EUROAMERICAN DO BRASIL IMPORTACAO IND. E COM. LTDA	10,2	8,8	20.70	Industrial	Barueri	306.200,0	7.397.009,8	8,23	2,03	2,31	2,82	4,14	5,02	6,52
164534	TP INDUSTRIAL DE PNEUS BRASIL LTDA	7,6	4,9	22.10	Industrial	Mauá	347.100,0	7.381.950,2	3,17	2,04	2,33	2,83	4,44	5,40	7,04
10044	KOOK'S TINTURARIA E ESTAMPARIA LTDA.	20,5	3,5	14.10	Industrial	São Miguel	352.790,0	7.402.350,1	1,25	2,05	2,33	2,83	4,63	5,64	7,36
170170	GALLEON ESTRUTURA PRE-MOLDADAS DE CONC. LTDA. EPP	20,5	13,5	23.30	Industrial	Guararema - Sede	385.350,0	7.420.669,9	14,88	2,06	2,35	2,87	3,97	4,81	6,24
69442	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	32,9	8,5	17.20	Industrial	Jardim Odete	363.950,0	7.401.200,2	8,43	2,07	2,36	2,88	4,20	5,09	6,62
91573	TEXTIL LAPO S.A.	22,8	8,2	13.40	Industrial	Bandeirantes	324.500,0	7.407.720,2	8,21	2,07	2,37	2,89	4,22	5,12	6,65
9599	IND DE CELULOSE E PAPEL BANDEIRANTES SA	20,5	5,3	17.20	Industrial	Leste	377.050,0	7.399.000,0	4,16	2,08	2,37	2,89	4,44	5,40	7,03
22912	SCARLAT INDUSTRIAL LTDA	5,9	5,1	20.60	Industrial	Parque Novo Mundo	339.020,0	7.398.689,9	4,00	2,09	2,38	2,90	4,47	5,43	7,08
22913	SCARLAT INDUSTRIAL LTDA	5,9	5,1	20.60	Industrial	Parque Novo Mundo	339.000,0	7.398.700,2	4,01	2,09	2,38	2,90	4,47	5,43	7,08

ID	Usuário	Q (l/s)	QNP (l/s)	Grupo CNAE 2.0	Finalidade	ETE de referência	X (m)	Y (m)	L (km)	C10 (USD/m²)	C1R (USD/m²)	C1P (USD/m²)	C20 (USD/m²)	C2R (USD/m²)	C2P (USD/m²)
11898	COMPANHIA NITRO QUIMICA BRASILEIRA	5,3	4,5	20.90	Industrial	São Miguel	353.150,0	7.401.960,0	3,21	2,10	2,39	2,91	4,54	5,52	7,20
91575	TEXTIL LAPO S.A.	21,5	7,7	13.40	Industrial	Bandeirantes	324.430,0	7.407.649,9	7,88	2,10	2,39	2,92	4,27	5,18	6,74
60355	PROCOSA PRODUTOS DE BELEZA LTDA.	10,0	8,6	20.60	Industrial	Bandeirantes	322.110,0	7.399.089,8	9,15	2,10	2,40	2,92	4,22	5,11	6,64
83559	DAG QUIMICA IND., COM. E REPRESENTACOES LTDA.	8,9	7,6	20.90	Industrial	Suzano	366.300,0	7.391.149,9	8,26	2,12	2,42	2,96	4,30	5,21	6,78
95469	AKUA IND COM IMPORT E EXPORT DE COSMETICOS LTDA.	8,2	7,1	20.60	Industrial	Barueri	306.560,0	7.396.720,2	7,45	2,12	2,43	2,96	4,34	5,26	6,85
164529	TP INDUSTRIAL DE PNEUS BRASIL LTDA	6,4	4,1	22.10	Industrial	Mauá	346.660,0	7.382.460,0	3,10	2,14	2,44	2,98	4,64	5,64	7,35
71016	MINERACAO TABOCA S.A.	8,2	4,9	24.40	Industrial	Pirapora - Sede	298.780,0	7.409.799,8	4,50	2,16	2,46	3,00	4,56	5,54	7,22
164531	TP INDUSTRIAL DE PNEUS BRASIL LTDA	5,1	3,3	22.10	Industrial	Mauá	347.300,0	7.382.430,2	2,20	2,19	2,49	3,04	4,81	5,85	7,63
32195	AUNDE BRASIL S.A.	9,1	3,3	13.10	Industrial	Suzano	363.570,0	7.398.359,9	2,26	2,20	2,51	3,06	4,83	5,87	7,66
12255	WALLIG NORDESTE S/A INDUSTRIA E COMERCIO	8,2	5,1	27.50	Industrial	Jesus Neto	337.650,0	7.394.669,9	5,48	2,20	2,52	3,07	4,58	5,56	7,24
10135	TINTAS CORAL S.A.	5,2	4,5	20.70	Industrial	Mauá	349.400,0	7.380.250,0	4,49	2,21	2,53	3,09	4,66	5,67	7,38
46344	SANOFI AVENTIS FARMACEUTICA LTDA.	4,9	4,5	21.20	Industrial	Suzano	368.660,0	7.396.500,0	4,60	2,21	2,53	3,09	4,66	5,66	7,37
13187	KLABIN FABRICADORA DE PAPEL E CELULOSE S/A.	21,9	5,6	17.30	Industrial	Leste	382.900,0	7.396.700,2	6,70	2,23	2,55	3,12	4,56	5,53	7,20
62783	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	13,9	5,7	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	389.010,0	7.392.060,1	9,67	2,20	2,55	3,18	2,20	2,55	3,18
11122	INDUSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA	5,5	2,0	13.50	Industrial	Bonsucesso	355.490,0	7.409.100,1	0,57	2,25	2,57	3,13	5,20	6,33	8,27
16518	IBRAM IND. BRAS. DE METAIS LTDA	3,4	2,0	24.40	Industrial	Parque dos Pinheiros	313.450,0	7.410.100,1	0,71	2,27	2,58	3,14	5,18	6,31	8,24
170817	INOVAT INDUSTRIA FARMACEUTICA	4,6	4,2	21.20	Industrial	Várzea do Palácio	346.070,0	7.404.069,8	4,61	2,27	2,59	3,17	4,75	5,78	7,52
55263	FARMARIN INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	5,1	4,7	21.20	Industrial	Várzea do Palácio	346.750,0	7.407.189,9	5,66	2,28	2,60	3,18	4,70	5,70	7,43
22663	INDUSTRIA E COMERCIO DE COSMETICOS NATURA LTDA	3,4	2,9	20.60	Industrial	Parque dos Pinheiros	313.020,0	7.410.660,2	2,42	2,28	2,60	3,18	4,97	6,04	7,88
54066	PHIBRO SAUDE ANIMAL INTERNACIONAL LTDA	3,0	2,8	21.20	Industrial	Várzea do Palácio	346.090,0	7.403.480,0	2,17	2,29	2,61	3,19	5,01	6,10	7,96
11038	PHILIPS DO BRASIL LTDA	3,4	2,1	27.40	Industrial	Mauá	348.240,0	7.383.330,1	1,08	2,29	2,62	3,19	5,18	6,31	8,23
22662	INDUSTRIA E COMERCIO DE COSMETICOS NATURA LTDA	3,4	2,9	20.60	Industrial	Parque dos Pinheiros	313.030,0	7.410.890,1	2,64	2,31	2,64	3,23	5,00	6,08	7,93
10906	ADAMAS S.A. PAPEIS E PAPELOS ESPECIAIS	28,5	7,3	17.20	Industrial	Barueri	319.130,0	7.394.970,2	10,89	2,31	2,64	3,24	4,50	5,46	7,09
10333	RESANA S.A. IND. QUIMICAS	7,2	6,2	20.20	Industrial	Leste	373.880,0	7.394.859,9	9,20	2,33	2,67	3,27	4,61	5,59	7,27
22664	INDUSTRIA E COMERCIO DE COSMETICOS NATURA LTDA	3,4	2,9	20.60	Industrial	Parque dos Pinheiros	312.420,0	7.410.819,8	3,05	2,36	2,70	3,30	5,05	6,14	8,00
55109	INDUSTRIA E COMERCIO DE COSMETICOS NATURA LTDA	3,4	2,9	20.60	Industrial	Parque dos Pinheiros	312.460,0	7.410.930,2	3,32	2,39	2,74	3,35	5,08	6,18	8,05
10027	TEXTIL TECNICO LTDA	11,9	4,2	13.50	Industrial	São Miguel	353.310,0	7.403.040,0	6,07	2,39	2,74	3,35	4,87	5,91	7,70
20426	CAMELON MAMUT TINTURARIA E MALHARIA LTDA.	11,9	4,2	13.40	Industrial	São Miguel	353.310,0	7.403.040,0	6,07	2,39	2,74	3,35	4,87	5,91	7,70
89837	ORGUS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	5,6	3,6	22.20	Industrial	Vargem Grande Paulista	296.000,0	7.387.830,1	4,76	2,39	2,74	3,36	4,97	6,03	7,86
76252	ROTOCROM INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	22,8	5,9	17.40	Industrial	Mairiporã - Sede	336.550,0	7.426.859,9	9,51	2,40	2,75	3,37	4,71	5,70	7,41
104587	NADIR FIGUEIREDO INDUSTRIA E COMERCIO S.A.	5,5	3,6	23.10	Industrial	Suzano	369.250,0	7.395.560,1	4,84	2,40	2,75	3,37	4,98	6,05	7,87

ID	Usuário	Q (l/s)	QNP (l/s)	Grupo CNAE 2.0	Finalidade	ETE de referência	X (m)	Y (m)	L (km)	C10 (USD/m²)	C1R (USD/m²)	C1P (USD/m²)	C20 (USD/m²)	C2R (USD/m²)	C2P (USD/m²)
11339	INDUSTRIA E COMERCIO JOLITEX LTDA	16,4	5,9	13.50	Industrial	Pinheirinho	338.380,0	7.378.600,1	9,71	2,41	2,76	3,39	4,72	5,72	7,44
60832	LABORATORIO BIO-VET LTDA	2,3	2,1	21.20	Industrial	Vargem Grande Paulista	293.930,0	7.388.680,2	1,80	2,42	2,76	3,38	5,32	6,47	8,44
9291	BOMBRIL S.A.	4,7	4,0	20.60	Industrial	ABC	338.880,0	7.383.310,1	5,96	2,42	2,77	3,40	4,93	5,98	7,79
11765	FEVAP-PAINEIS E ETIQUETAS METALICAS S/A.	17,1	10,2	24.40	Industrial	Jesus Neto	322.610,0	7.384.540,0	18,24	2,42	2,78	3,41	4,46	5,40	7,00
86085	HYPERMARCAS S.A.	1,9	1,8	21.20	Industrial	Barueri	312.330,0	7.398.870,1	1,25	2,44	2,79	3,41	5,45	6,64	8,67
86088	HYPERMARCAS S.A.	2,0	1,8	21.20	Industrial	Barueri	312.500,0	7.398.890,1	1,44	2,44	2,79	3,42	5,43	6,61	8,62
104589	NADIR FIGUEIREDO INDUSTRIA E COMERCIO S.A.	5,3	3,5	23.10	Industrial	Suzano	369.060,0	7.396.580,1	5,08	2,46	2,81	3,45	5,05	6,13	7,98
22661	INDUSTRIA E COMERCIO DE COSMETICOS NATURA LTDA	3,4	2,9	20.60	Industrial	Parque dos Pinheiros	312.830,0	7.411.089,8	3,91	2,46	2,81	3,45	5,15	6,25	8,15
113641	ESTAMPARIA SALETE LTDA.	16,4	5,9	13.10	Industrial	Parque dos Pinheiros	311.400,0	7.417.109,9	10,71	2,49	2,85	3,50	4,79	5,81	7,54
163076	ESTAMPARIA SALETE LTDA	16,4	5,9	13.10	Industrial	Parque dos Pinheiros	311.400,0	7.417.109,9	10,71	2,49	2,85	3,50	4,79	5,81	7,54
33497	OSWALDO CRUZ QUIMICA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	6,2	5,3	20.90	Industrial	Guatambu	372.860,0	7.406.960,0	9,45	2,50	2,87	3,51	4,86	5,89	7,65
155777	PRODUQUIMICA INDUSTRIA E COMERCIO S.A.	2,1	1,8	20.10	Industrial	Mauá	348.470,0	7.383.640,1	1,61	2,51	2,87	3,51	5,52	6,72	8,77
102510	PEPSICO DO BRASIL LTDA.	5,5	2,7	10.90	Industrial	Várzea do Palácio	347.090,0	7.404.410,2	3,85	2,51	2,88	3,53	5,25	6,39	8,32
86086	HYPERMARCAS S.A.	1,5	1,3	21.20	Industrial	Barueri	311.900,0	7.398.870,1	0,82	2,53	2,90	3,54	5,73	6,98	9,12
69253	BRASKEM S.A.	2,7	2,4	20.90	Industrial	Jesus Neto	338.750,0	7.389.080,1	3,12	2,53	2,90	3,55	5,36	6,51	8,49
10701	ANDERSON CLAYTON S A IND E COM	11,8	5,8	10.40	Industrial	Bandeirantes	324.550,0	7.399.069,8	11,25	2,54	2,91	3,57	4,85	5,87	7,63
34087	INDUSTRIA E COMERCIO DE ALIMENTOS SANTA MARTA LTDA	6,9	3,4	10.90	Industrial	Parque dos Pinheiros	307.470,0	7.410.419,9	5,78	2,54	2,91	3,57	5,14	6,24	8,12
32194	AUNDE BRASIL S.A.	5,7	2,0	13.10	Industrial	Suzano	363.410,0	7.398.270,0	2,46	2,54	2,91	3,57	5,46	6,64	8,67
86087	HYPERMARCAS S.A.	1,5	1,3	21.20	Industrial	Barueri	312.040,0	7.398.830,1	0,92	2,56	2,92	3,58	5,75	7,01	9,16
15251	REINAG QUIMICA LTDA	4,7	4,1	20.10	Industrial	Pinheirinho	337.250,0	7.377.040,0	7,52	2,55	2,93	3,60	5,06	6,13	7,98
11210	COTONIFICIO GUILHERME GIORGI S/A	8,2	2,9	13.10	Industrial	Parque Novo Mundo	343.300,0	7.395.700,2	4,81	2,56	2,94	3,61	5,25	6,38	8,31
109775	QUIRIOS PRODUTOS QUIMICOS S.A.	3,7	3,1	20.90	Industrial	Barueri	307.590,0	7.400.879,9	5,51	2,59	2,97	3,64	5,24	6,36	8,28
55261	FARMARIN INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	3,4	3,2	21.20	Industrial	Várzea do Palácio	346.700,0	7.407.160,2	5,66	2,60	2,98	3,66	5,25	6,37	8,30
53118	SCARLAT INDUSTRIAL LTDA	3,6	3,1	20.60	Industrial	Suzano	367.770,0	7.393.480,0	5,62	2,61	2,99	3,67	5,26	6,39	8,32
55113	INDUSTRIA E COMERCIO DE COSMETICOS NATURA LTDA	2,7	2,4	20.60	Industrial	Parque dos Pinheiros	312.640,0	7.411.080,1	3,69	2,61	2,99	3,67	5,44	6,61	8,61
27563	MAGGION INDUSTRIA DE PNEUS E MAQUINAS LTDA	3,3	2,1	22.10	Industrial	Várzea do Palácio	345.660,0	7.403.460,0	3,17	2,62	3,01	3,69	5,51	6,71	8,74
62791	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	9,9	4,0	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.720,0	7.390.509,8	10,85	2,60	3,03	3,79	2,60	3,03	3,79
10332	RESANA S.A. IND. QUIMICAS	5,1	4,4	20.20	Industrial	Leste	373.860,0	7.394.890,1	9,16	2,64	3,03	3,73	5,11	6,19	8,05
48646	MAGNETI MARELLI COFAP CIA FABRICADORA DE PECAS	3,9	1,7	29.40	Industrial	Mauá	348.470,0	7.382.609,9	2,27	2,65	3,04	3,73	5,68	6,91	9,02
62777	ASSOCIACAO AGRICOLA DESPORTIVA E CULTURAL DO SOGO	6,2	2,5	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	388.890,0	7.392.799,8	6,51	2,62	3,06	3,83	2,62	3,06	3,83
107475	TITAN PNEUS DO BRASIL LTDA.	5,1	3,3	22.10	Industrial	Parque Novo Mundo	336.910,0	7.396.490,2	6,68	2,66	3,06	3,76	5,28	6,41	8,34
10512	IND AMERICANA DE PAPEL S A	13,7	3,5	17.20	Industrial	São Miguel	350.960,0	7.402.319,8	7,34	2,67	3,07	3,77	5,26	6,38	8,30
21960	CABOT BRASIL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	2,9	2,5	20.90	Industrial	Mauá	349.950,0	7.384.990,2	4,53	2,68	3,08	3,78	5,48	6,65	8,67

ID	Usuário	Q (l/s)	QNP (l/s)	Grupo CNAE 2.0	Finalidade	ETE de referência	X (m)	Y (m)	L (km)	C1O (USD/m ³)	C1R (USD/m ³)	C1P (USD/m ³)	C2O (USD/m ³)	C2R (USD/m ³)	C2P (USD/m ³)
12653	CIA. ANTARTICA PTA. IND. BRAS. BEBIDAS E CONEXOS	3,4	2,1	11.10	Industrial	Jesus Neto	335.690,0	7.393.799,8	3,49	2,68	3,08	3,78	5,59	6,79	8,85
27750	VOLKSWAGEN DO BRASIL IND DE VEIC AUTOMOTORES LTDA	7,2	3,2	29.10	Industrial	Riacho Grande	342.060,0	7.374.930,2	6,55	2,69	3,09	3,79	5,33	6,47	8,42
91056	AKZO NOBEL LTDA.	9,7	2,5	32.90	Industrial	Mauá	349.610,0	7.380.080,1	4,73	2,69	3,09	3,80	5,48	6,65	8,67
54065	PHIBRO SAUDE ANIMAL INTERNACIONAL LTDA	1,8	1,7	21.20	Industrial	Várzea do Palácio	345.880,0	7.403.500,0	2,44	2,70	3,09	3,80	5,74	6,98	9,11
11126	INDUSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA	7,1	2,5	13.50	Industrial	São Miguel	353.540,0	7.401.009,8	4,84	2,70	3,10	3,81	5,48	6,66	8,67
27758	VOLKSWAGEN DO BRASIL IND DE VEIC AUTOMOTORES LTDA	7,1	3,2	29.10	Industrial	Riacho Grande	342.060,0	7.375.060,1	6,60	2,70	3,10	3,81	5,35	6,49	8,44
10150	DIANDA E CIA LTDA	19,2	4,9	17.20	Industrial	Parque Andreense	357.070,0	7.377.500,0	11,54	2,71	3,11	3,83	5,11	6,19	8,03
19824	RECKITT BENCKISER (BRASIL) LTDA.	6,2	5,3	20.60	Industrial	Cotia/Jardim Japão	317.820,0	7.390.379,9	12,66	2,71	3,12	3,84	5,07	6,14	7,97
9296	BOMBRIL S.A.	3,3	2,8	20.60	Industrial	ABC	338.480,0	7.383.399,9	5,91	2,73	3,13	3,85	5,44	6,61	8,60
85086	FLAVIO YAZAWA	5,5	2,2	01.10	Irrigante	Biritiba-Mirim	390.320,0	7.390.919,9	6,32	2,72	3,17	3,97	2,72	3,17	3,97