



## Oportunidades e desafios para o reúso de água na indústria do Rio de Janeiro

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), a população mundial pode exceder os 9 bilhões em 2050, com a população urbana passando de 3,4 para 6,4 bilhões. Caso esse crescimento não seja acompanhado por investimentos em saneamento, haverá a escalada do número de pessoas vulneráveis aos impactos da baixa qualidade da prestação de seus serviços, especialmente abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto.

Em 2017, 17% da população brasileira não era atendida com abastecimento de água, 36% não contava com coleta de esgoto e mais da metade (52%) do esgoto produzido não era tratado. O quadro também é grave no estado do Rio de Janeiro, onde 8% dos cidadãos não possuíam acesso à rede de abastecimento de água e 32% não contavam com coleta de esgoto. Além disso, 64% do esgoto produzido não era tratado. Estudo realizado pela Firjan aponta que a maior participação da iniciativa privada no setor poderia destravar R\$ 7,6 bilhões em investimentos no setor, beneficiando 4,8 milhões de habitantes fluminenses<sup>1</sup>.

Nesse cenário, fontes alternativas para o abastecimento de água são fundamentais para garantia de sua disponibilidade a longo prazo, sobretudo para a indústria, que a utiliza como insumo em diversos processos produtivos. Apesar disso, o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2017 destaca que a água de reúso ainda é um recurso negligenciado pelos usuários, legislação e regulamentação de muitos países.

No Brasil, o abastecimento industrial com água de reúso a partir da operação de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) também é uma realidade pouco explorada. Ainda assim, o bem-sucedido projeto do Aquapolo, em São Paulo, disponibiliza cerca de 1 m<sup>3</sup>/s de água de reúso para o Polo Petroquímico do ABC, a mais de 17 km de distância da ETE de origem, sendo o maior empreendimento de água de reúso industrial da América Latina.

A maior utilização de águas residuais pela indústria é um dos pontos priorizados no Mapa de Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro 2016-2025<sup>2</sup>, elaborado pela Firjan em conjunto com mais de mil empresários fluminenses. Essa iniciativa pode gerar benefícios para toda a sociedade como aumento da segurança hídrica e menor pressão sobre os mananciais que abastecem a população. Nesse sentido, esta nota técnica visa apresentar um conjunto de ETE com viabilidade para fornecimento de água de reúso no estado do Rio de Janeiro.

<sup>1</sup> Oportunidades para concessões e PPP (parcerias público-privadas) no estado e municípios do Rio de Janeiro. Disponível em: [www.firjan.com.br/publicacoes](http://www.firjan.com.br/publicacoes)

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.firjan.com.br/o-sistema-firjan/mapa-do-desenvolvimento/>

## Metodologia

Para mapeamento das oportunidades, este estudo faz uma avaliação da localização e condições de operação das ETE no estado, localiza as demandas industriais e apresenta possibilidades de oferta de água residual para a indústria. São indicadas oportunidades para (1) operadoras e concessionárias de serviços de esgotamento sanitário, (2) indústrias e seus tomadores de decisões, (3) potenciais investidores privados no setor de saneamento e (4) planejadores de políticas públicas. A publicação representa a 3ª etapa do estudo “Avaliação de lacunas e alternativas para impulsionar o reúso de água no Brasil e desafios de regulação”, contemplando a avaliação do estado do Rio de Janeiro sob as óticas de recursos hídricos, saneamento básico e demandas industriais por água, conduzido junto à Confederação Nacional da Indústria (CNI).

De acordo com registros de órgãos estaduais e da Agência Nacional de Águas (ANA), o Rio de Janeiro conta com 361 outorgas de captação subterrâneas e superficiais para o setor industrial (224 concedidas pelo Instituto Estadual do Ambiente - INEA e 137 pela ANA), com vazão total de 15.793 l/s - Tabela 1. Os dados das vazões máximas outorgadas foram considerados para definição de estimativa do potencial de reúso no estado.

Tabela 1: Número de outorgas e vazões outorgadas

Concedente	N° de outorgas	$\Sigma Q_{out}$ (l/s)
ANA	137	12.337
INEA	224	3.456
<b>Total Geral</b>	<b>361</b>	<b>15.793</b>

Em análise dos 92 municípios, 52 possuem algum registro de outorga de captação industrial. A Tabela 2 traz os dez municípios com maiores vazões outorgadas para a indústria e o número de outorgas concedidas. Consta também a razão *vazão outorgada/número de outorgas* ( $\Sigma Q_{out}/n^\circ$  de outorgas), que representa a vazão média por outorga e indica, de modo geral, a dispersão das vazões demandadas dentro dos municípios.

Tabela 2: Principais municípios em termos de vazão outorgada de captação industrial

Município	N° de outorgas	Qout (l/s)	% em n° de outorgas	% em vazão (Q)
Volta Redonda	7	6.146,24	2%	39%
São João da Barra	9	4.651,91	2%	29%
Rio de Janeiro	53	915,63	15%	6%
Duque de Caxias	26	830,87	7%	5%
Macaé	4	665,30	1%	4%
Campos dos Goytacazes	17	611,31	5%	4%
Nova Iguaçu	11	452,87	3%	3%
Resende	16	293,01	4%	2%
Barra Mansa	12	249,73	3%	2%
Barra do Piraí	7	205,45	2%	1%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>162</b>	<b>15.022</b>	<b>45%</b>	<b>95%</b>

Volta Redonda destaca-se por concentrar 39% de toda vazão outorgada do estado. Dos 6.146 l/s outorgados no município, 6140 l/s são referentes à outorga federal da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). São João da Barra, o segundo com maiores demandas industriais, também apresenta uma única outorga federal responsável por quase toda a demanda: a do Complexo Portuário do Açú, com vazão de 4.583 l/s. As duas outorgas juntas representam cerca de 70% de toda vazão outorgada no estado.

A caracterização dos sistemas de tratamento de esgoto já existentes e georreferenciamento das plantas, além das potenciais ofertas de esgoto, foi feita a partir de dados sobre ETE existentes fornecidos pela ANA, CEDAE e Grupo Águas do Brasil (GAB). Foram analisadas informações de processo de tratamento, vazões e localização de cada planta, consolidadas na **Tabela 3**. Na ausência de dados da concessionária para ETE sob responsabilidade da CEDAE, utilizou-se o banco de dados da ANA.

Foi necessário ajuste dos dados de vazão, uma vez que nem todas as plantas apresentam dados de projeto e de vazão afluente. A partir dos critérios de cálculo determinados, chegou-se à vazão de referência (Qr) de 23,54 l/s.

**Tabela 3: ETE e vazões de coleta e tratamento de esgoto**

Fonte	N° de ETE	Vazão de esgoto coletado (l/s)	Vazão de projeto (l/s)	Vazão de esgoto tratado/afluente (l/s)
GAB	64	-	4,49	3,32
ANA	75	-	19,06	11,56
<b>Subtotal</b>	<b>139</b>	-	<b>23,54</b>	<b>14,88</b>
SNIS	-	24,9	-	15,08

Em relação à distribuição das capacidades de tratamento por município, expressas em Qr (vazão de referência), a capital concentra 63% da vazão de tratamento de esgoto do estado. Os dez principais municípios em termos de capacidade de tratamento concentram 64% das plantas e 93% das vazões do estado. Por sua vez, as dez principais ETE do Rio de Janeiro concentram 78% da vazão do estado - **Tabela 4**.

**Tabela 4: Dez principais ETE do estado por município, vazão e processo**

ETE	Qr (l/s)_	% em Qr
<b>EPC - ESEI (Emissário Submarino de Ipanema) - Rio de Janeiro</b>	<b>6.000</b>	<b>25%</b>
EPC Barra - Rio de Janeiro	2.800	12%
ETE Alegria - Rio de Janeiro	2.400	10%
ETE Pavuna - Rio de Janeiro	1.500	6%
ETE Sarapuí - Belford Roxo	1.500	6%
ETE Icaraí - Niterói	1.375	6%
ETE Penha - Rio de Janeiro	1.200	5%
ETE Marilea - Rio das Ostras	571	2%
ETE Toque-toque - Niterói	525	2%
ETE Cabo Frio I - Cabo Frio	400	2%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>18.271</b>	<b>78%</b>

Com base nessas informações, foram identificadas as áreas com maior viabilidade para fornecimento de águas residuais. A análise foi feita a partir do georreferenciamento das demandas (com base nas vazões outorgadas) e ofertas de esgoto por ETE; delimitação de área de influência em torno das ETE (raio de 10

km); e sobreposição dos resultados de oferta de esgoto e demandas industriais a informações de índice de coleta e tratamento de esgoto e balanço hídrico quantitativo.

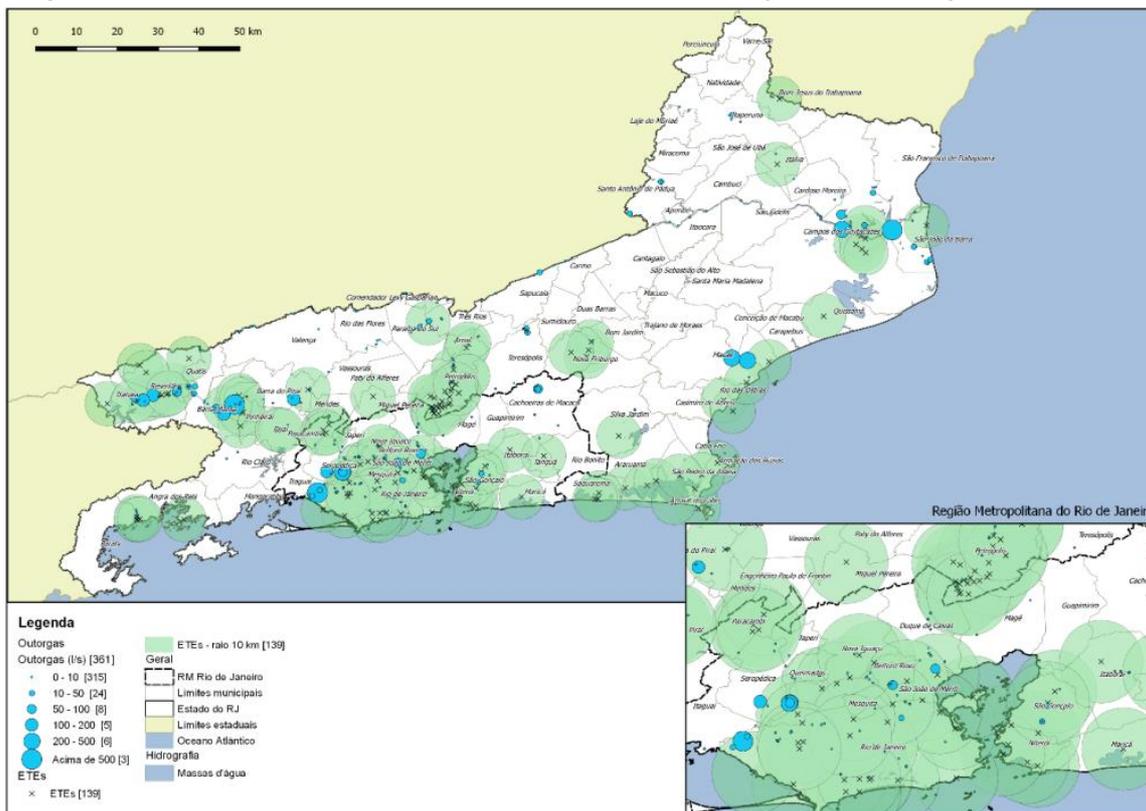
A partir da exportação das informações do SIG (Sistema de Informações Geográficas), detectaram-se as potencialidades de reúso para cada uma das ETE do estado. A análise foi feita para detectar as correlações entre as vazões das estações e as outorgas industriais dentro da área delimitada por raio de 10 km em torno de cada planta. Foram analisadas todas as ETE do estado, e, buscando-se destacar os casos mais relevantes, a averiguação foi realizada de acordo com os seguintes critérios:

- vazões outorgadas no entorno das vinte maiores ETE do estado;
- vinte maiores vazões outorgadas no entorno de ETE.

## Resultados

O Mapa 1 ilustra a interação entre as outorgas - classificadas de acordo com a vazão - e as ETE e as áreas encerradas dentro do raio de 10 km determinado. A maior parte das estações do estado possui vazões baixas (até 10 l/s), havendo sete ETE com vazão superior a 1.000 l/s, todas localizadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Mapa 1: Raio de 10 km em torno das ETE existentes e outorgas industriais por vazão



Das 139 ETE analisadas, 27 não possuem registro de outorga industrial em seu entorno. Segundo as informações da Tabela 5, as faixas de vazão outorgada que contemplam mais estações são de 0 a 10 l/s (43 ETE) e de 10 a 100 l/s (31 ETE). Destacam-se 14 ETE com vazões industriais outorgadas acima de 500 l/s, com importante potencial de reúso.

**Tabela 5: Número de ETE por faixa de vazão industrial outorgada nas proximidades**

Faixa de vazão outorgada (l/s)	N° de ETE
Sem registro de outorga	27
0 - 10	43
10 - 50	31
50 - 100	9
100 - 200	4
200 - 500	11
acima de 500	14

A **Tabela 6** consolida as informações para as 20 maiores ETE do estado. Destacam-se aquelas que possuem demandas industriais relevantes em seu entorno, expressas pela vazão outorgada ( $Q_{out}$ ) e/ou pela relação  $Q_{out}/Q_r$ . Foram realçadas aquelas com  $Q_{out} \geq 100$  l/s e/ou  $Q_{out}/Q_r \geq 0,25$ ; ou seja, aquelas para as quais a soma das outorgas dentro do raio de 10 km equivale a, ao menos, um quarto da vazão de referência da planta.

**Tabela 6: As 20 maiores ETE do estado em vazão de referência  $Q_r$  (l/s)**

N°	Município	ETE	$Q_r$ (l/s)	$Q_{out}$ (l/s)	N° de outorgas	$Q_{out}/Q_r$
1	Rio de Janeiro	EPC - ESEI (Emissário Submarino de Ipanema)	6000,0	0,9	1	0
2	Rio de Janeiro	EPC Barra	2800,0	14,0	11	0,01
3	Rio de Janeiro	ETE Alegria	2400,0	3,0	3	0
4	Belford Roxo	ETE Sarapuí	1500,0	185,8	28	0,12
5	Rio de Janeiro	ETE Pavuna	1500,0	181,8	15	0,12
6	Niterói	ETE Icaraí	1375,0	39,8	4	0,03
7	Rio de Janeiro	ETE Penha	1200,0	30,4	8	0,03
8	Rio das Ostras	ETE Marilea	571,0	0	0	0
9	Niterói	ETE Toque-Toque	525,0	2,1	2	0
10	Cabo Frio	ETE Cabo Frio I	400,0	0	0	0
11	Rio de Janeiro	ETE Ilha do Governador	336,5	0	0	0
12	Niterói	ETE Itaipu	295,0	0	0	0
13	Petrópolis	ETE Quitandinha	250,0	2,9	5	0,01
14	Rio de Janeiro	ETE Deodoro	210,0	97,0	17	0,46
15	Duque de Caxias	ETE Jardim Gramacho	200,0	96,7	13	0,48
16	São Gonçalo	ETE Jardim Catarina	200,0	55,1	5	0,28
17	Araruama	ETE Ponte dos Leites	200,0	0	0	0
18	Campos dos Goytacazes	ETE Paraíba	180,0	42,2	7	0,23
19	Petrópolis	ETE Palatinato	160,0	2,9	5	0,02
20	Cabo Frio	ETE Cabo Frio II	160,0	0	0	0

Em geral, as ETE com maiores vazões não apresentam grandes outorgas industriais em seu entorno. Nas proximidades das 3 maiores estações do estado, as demandas industriais são abaixo de 15 l/s. Porém, para as ETE Sarapuí (Belford Roxo) e Pavuna (Rio de Janeiro), há demandas industriais relevantes. As estações estão próximas entre si e compartilham duas outorgas razoavelmente expressivas: uma

pertencente à Bayer S/A em Belford Roxo (56 l/s) e outra à Petrobras em Duque de Caxias (91 l/s). As ETE Deodoro (Rio de Janeiro), Jardim Gramacho (Duque de Caxias) e Jardim Catarina (São Gonçalo) têm vazões razoáveis (cerca de 200 l/s) e vazões de demanda no entorno da mesma ordem de grandeza da capacidade das plantas, indicando também a potencialidade da prática de reúso.

Verifica-se ainda que diversas ETE possuem pouca ou nenhuma demanda industrial em suas proximidades. As áreas nos entornos dessas estações podem ser observadas como potenciais zonas para implantação de indústrias, dado que haverá disponibilidade de efluente tratado para, após tratamento adequado, utilização em processos industriais.

Do ponto de vista das 20 ETE que possuem as maiores vazões industriais outorgadas nas proximidades, a **Tabela 7** destaca aquelas que possuem  $Q_r \geq 50$  l/s.

**Tabela 7: As 20 ETE com as maiores demandas industriais em seu entorno**

N°	Município	ETE	Q <sub>r</sub> (l/s)	Q <sub>out</sub> (l/s)	N° de outorgas	Q <sub>out</sub> /Q <sub>r</sub>
1	Volta Redonda	ETE Bugio	6,2	6389,6	15	1030,5
2	Volta Redonda	ETE Engenheiro Gil Portugal	140,0	6384,8	14	45,61
3	Volta Redonda	ETE Curral	25,0	6285,3	9	251,41
4	Volta Redonda	ETE Poço	6,7	6285,3	9	938,1
5	Volta Redonda	ETE Volta Grande IV	9,3	6147,9	9	661,07
6	Volta Redonda	ETE Santa Rita	30,0	6146,4	8	204,88
7	Nova Iguaçu	ETE Jardim Guandu	9,3	1369,7	28	147,28
8	Nova Iguaçu	ETE São Francisco de Paula II	13,9	1199,7	25	86,31
9	Rio de Janeiro	ETE Nova Cidade	32,3	1196,9	21	37,08
10	Rio de Janeiro	ETE Vila do Céu	26,5	1196,9	21	45,18
11	Nova Iguaçu	ETE Cabuçu e Laranjeiras	27,8	1196,7	31	43,05
12	Rio de Janeiro	ETE Sepetiba	60,0	645,5	9	10,76
13	Campos dos Goytacazes	ETE Guarus	40,0	506,5	9	12,66
14	Campos dos Goytacazes	ETE Chatuba	80,0	500,4	8	6,26
15	Macaé	ETE Mutum	40,0	444,2	2	11,11
16	Macaé	ETE Macaé	6,5	444,0	1	68,31
17	Resende	ETE Monet	9,0	296,9	14	32,99
18	Resende	ETE Aman	50,0	292,2	14	5,84
19	Resende	ETE Alegria	100,0	284,6	11	2,85
20	Resende	ETE São Caetano	4,0	284,6	11	71,14

É possível observar que o panorama geral é de que as ETE que concentram as maiores vazões em seus entornos possuem baixas capacidades. As ETE com as seis maiores vazões industriais outorgadas no entorno estão em Volta Redonda, justamente por conta das outorgas da CSN em Volta Redonda (6.480 l/s) e da Saint-Gobain em Barra Mansa (139 l/s). Vale destacar a ETE Engenheiro Gil Portugal (Volta Redonda), a qual possui Q<sub>r</sub> de 140 l/s apresenta importante potencial para fornecimento de efluente tratado para produção de água de reúso.

Outras ETE que apresentam relevância são: ETE Sepetiba (Rio de Janeiro), Chatuba (Campo dos Goytacazes) e Alegria (Resende). A ETE Sepetiba (Rio de Janeiro) possui três importantes outorgas em suas proximidades: Ternium (556 l/s), Fábrica Carioca de Catalisadores (50 l/s) e Furnas (32 l/s). A ETE Chatuba (Campo dos Goytacazes) está localizada próxima à outorga da Termoelétrica Rolugi (458 l/s) e

da Purca Sínteses (28 l/s), ambas em Campo dos Goytacazes. A ETE Alegria (Resende) localiza-se próxima a outorgas razoavelmente expressivas: Spice Indústria Química (112 l/s), Votorantim Siderurgia (111 l/s), Michelin (56 l/s) e Pernod Ricard (52 l/s), em Resende.

As demais ETE possuem expressivas vazões industriais outorgadas no entorno, mas baixas capacidades. Ao mesmo tempo, muitas plantas estão localizadas em municípios com índice de tratamento de esgoto inferior a 25% (Volta Redonda, Macaé e Nova Iguaçu), de 40 a 60% (Rio de Janeiro) e de 60 a 80% (Resende e Campo dos Goytacazes). Ou seja, o planejamento da futura e necessária expansão da infraestrutura de tratamento de esgoto nesses municípios pode ser balizada por, entre outras variáveis, demandas industriais detectadas e passíveis de atendimento por água de reúso não potável.

## **Conclusões**

Este estudo identificou as ETE com maior potencial de uso de efluentes para fins não potáveis na indústria. Muitas estações não estão em áreas com alta demanda industrial. Porém, há áreas com alta oferta de efluentes tratados por ETE que podem abastecer futuras demandas industriais. Também há regiões com alta demanda industrial e déficit de saneamento onde pode haver planejamento casado entre infraestrutura de tratamento de esgoto e desenvolvimento industrial.

As principais oportunidades referem-se ao Polo Industrial de Campos Elíseos e à REDUC, próximos a duas ETE de alta vazão (Pavuna e Jardim Gramacho); ao Parque Industrial da Bayer (Belford Roxo), próximo às ETE de Deodoro, Sarapuí e Pavuna (todas de alta vazão) e ao Polo Industrial de Guaxindiba (São Gonçalo), localizado próximo à ETE Jardim Catarina, também de alta vazão. Destaca-se ainda o Distrito Industrial de Santa Cruz, situado próximo à ETE Sepetiba, de média vazão e o entorno das ETE Engenheiro Gil Portugal (Volta Redonda) e Alegria (Resende), no Sul Fluminense e da ETE Chatuba (Campos dos Goytacazes), no Norte Fluminense. As ETE por condição de oferta e demanda encontra-se abaixo:

**ETE com altas vazões e altas demandas industriais no entorno:** ETE Sarapuí (Belford Roxo), Pavuna (Rio de Janeiro), Deodoro (Rio de Janeiro), Jardim Gramacho (Duque de Caxias) e Jardim Catarina (São Gonçalo).

**ETE com vazões médias e altas demandas industriais no entorno:** ETE Engenheiro Gil Portugal (Volta Redonda), Sepetiba (Rio de Janeiro), Chatuba (Campo dos Goytacazes) e Alegria (Resende).

**ETE com altas vazões e baixas ou nenhuma demanda industrial no entorno:** EPC de Ipanema (Rio de Janeiro), EPC Barra (Rio de Janeiro), ETE Alegria (Rio de Janeiro), Marilea (Rio das Ostras), Toque-Toque (Niterói), Cabo Frio I (Cabo Frio), Ilha do Governador (Rio de Janeiro), Itaipu (Niterói), Quitandinha (Petrópolis), Ponte dos Leites (Araucária), Palatinato (Petrópolis) e Cabo Frio II (Cabo Frio). Outras, possuem vazões pouco expressivas, como as ETE Icaraí (Niterói), Penha (Rio de Janeiro) e Paraíba (Campo de Goytacazes).

**ETE com baixas vazões e altas demandas industriais no entorno:** ETE Bugio (Volta Redonda), Curral (Volta Redonda), Poço (Volta Redonda), Volta Grande IV (Volta Redonda), Santa Rita (Volta Redonda), Jardim Guandu (Nova Iguaçu), Papa Francisco de Paula II (Nova Iguaçu), Nova Cidade (Rio de Janeiro), Vila do Céu (Rio de Janeiro), Cabuçu e Laranjeiras (Nova Iguaçu), Guarus (Campo de Goytacazes), Mutum (Macaé), Monet (Resende), Aman (Resende) e São Caetano (Resende).

## Anexo 1. Glossário

ANA: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

CEDAE: COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTO (RJ)

CNI: CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA

EPC: ESTAÇÃO DE PRÉ-CONDICIONAMENTO

ETE: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

FIRJAN: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

GAB: GRUPO ÁGUAS DO BRASIL

INEA: INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ)

Q: VAZÃO (GERAL)

QOUT: VAZÃO OUTORGADA

QR: VAZÃO DE REFERÊNCIA

RMRJ: REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

SIG: SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*)

SNIS: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO

EXPEDIENTE: Federação das Indústrias do estado do Rio de Janeiro (Firjan) - Av. Graça Aranha, 01 - CEP: 20030-002 - Rio de Janeiro. **Presidente:** Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira; **Diretor da Diretoria Firjan IEL:** João Paulo Alcantara Gomes; **Gerente Geral de Competitividade:** Luis Augusto Carneiro Azevedo; **Gerente de Sustentabilidade e Infraestrutura:** William Figueiredo. **Equipe Técnica:** Isaque Ouverney; Lidia Vaz Aguiar; Leonardo Tavares Ribeiro; Andrea Cristina Galhego; Bruno Martins; Carolina Maria Zoccoli Carneiro; Marcos Costa; Mariana Maia; Renata Menezes Rocha; Wagner dos Santos Ramos. **Estagiários:** André Souza de Melo; Bernardo Geminiano de Abreu, Jaasiel Felipe de Araujo Silva; Karoline Mayumi  
Informações: sustentabilidade@firjan.com.br  
Visite nossa página: <http://www.firjan.com.br/>