

II-562 - ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO NÃO POTÁVEL PARA FINS INDUSTRIAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA - CE

Marina Roque Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Urbana e Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC (UFABC). Consultora ambiental da InfinityTech Engenharia e Meio Ambiente.

Bruno Nogueira Fukasawa⁽²⁾

Engenheiro ambiental pela Escola Politécnica da USP (EPUSP). Mestrando em Engenharia Hidráulica e Ambiental pela EPUSP. Consultor na área de reúso e conservação de água da InfinityTech Engenharia e Meio Ambiente.

André Schramm Brandão⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre e doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela UFC. Professor visitante do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade de Fortaleza. Gerente de Ativos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). Coordenador do comitê gestor do *Grand Agreement* entre a CAGECE e a *USTDA (United States Trade and Development Agency)*.

Claudiane Quaresma Pinto Bezerra⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Saneamento Ambiental, pela UFC. Coordenadora de Padrões Tecnológicos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

Virgínia Dias de Azevedo Sodré⁽⁵⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Saneamento Ambiental, pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP). Diretora técnica da InfinityTech Engenharia e Meio Ambiente.

Endereço⁽²⁾: Av. Dr. Alberto de Oliveira Lima, 144 – São Paulo – SP – CEP: 05.690-020 – Brasil – Tel: +55 (11) 98504-2904 – e-mail: bruno.fukasawa@infinitytech.com ou bruno.fukasawa@gmail.com

RESUMO

Os constantes quadros de escassez hídrica no Brasil, com especial destaque à região Nordeste, levam à necessidade de estratégias de gestão da oferta e da demanda para alívio da pressão sobre mananciais e garantia do abastecimento dos diversos usuários. O estado do Ceará possui quase a totalidade de seu território inserido no semi-árido e problemas crônicos de abastecimento, com especial destaque à Região Metropolitana de Fortaleza (RMF)

Com vistas à diversificação de fontes de água para abastecimento, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) buscou compreender as potencialidades do reúso de água não potável a partir de efluentes tratados de estações de tratamento de esgotos municipais a serem implantadas na RMF, visando ao incremento na oferta de água e na segurança hídrica da região. É necessário, para realização de estudos de viabilidade técnico-econômica da iniciativa, mapear os possíveis consumidores, compreender seu perfil de consumo, o interesse em adquirir água de reúso e as tarifas que estão dispostos a pagar.

Foram elencados diversos possíveis usos na região de estudo, e o industrial foi identificado como o mais relevante para aprofundamento do estudo. A partir disso, buscou-se, por meio de realização de pesquisa de campo e análise dos dados obtidos, assim como utilização de informações disponíveis em bibliografia e provenientes de órgãos oficiais, quantificar e mapear as demandas por água de reúso por parte da indústria, de modo que fosse possível estimar vazões preliminares para subsídio a etapas posteriores de projeto.

Este trabalho compila os principais resultados da pesquisa realizada junto a 95 indústrias localizadas na RMF entre junho e agosto de 2016; apresenta metodologia utilizada para ajuste dos dados primários; compara os resultados com dados oficiais disponibilizados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh); e realiza estimativa de demanda por água não potável na região de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso não potável de água, demanda industrial por água, Região Metropolitana de Fortaleza.

INTRODUÇÃO

O Brasil detém 12% das reservas água doce do mundo e apresenta uma situação confortável, em termos globais, quanto aos recursos hídricos. Entretanto, a distribuição deste recurso no território nacional é heterogênea, sendo que aproximadamente 79% desta reserva se encontra na bacia do rio Amazonas (ANA, 2016; ANA, 2009). Somado a este fato, o crescimento rápido e desordenado da demanda, a concentração da população em áreas urbanas, a degradação da qualidade dos mananciais, a heterogeneidade climática e a baixa eficiência dos serviços de saneamento básico, acabam por submeter algumas bacias grandes estresses hídricos (ANA, 2016; REBOUÇAS, 1997).

Quando comparadas a disponibilidade e demanda por água, conforme imagem abaixo, ficam evidentes a localização dos principais pontos de estresse hídrico.



Relação entre demanda e disponibilidade*.



* A disponibilidade é a vazão regularizada pelo sistema de reservatórios a montante, com 100% de garantia, somada à vazão com permanência de 95%, no trecho não regularizado. Em rios sem regularização, a disponibilidade é a vazão com permanência de 95%.

Figura 1: Disponibilidade e demanda hídrica no Brasil (Fonte: ANA, 2005)

Nota-se que três regiões principais com balanço hídrico em estado “muito crítico”: a região sul do país, devido ao alto consumo de água para irrigação; a região da Bacia do Rio Tietê, devido à grande demanda urbana relacionada a uma região de cabeceira; e o nordeste do país, devido aos baixos índices de precipitação, elevados índices de evapotranspiração e a irregularidade no regime hídrico (ANA, 2013). No caso destas regiões, a água se tornou um fator limitante para o crescimento agrícola, urbano e industrial (HESPANHOL, 2002).

O Estado do Ceará possui 85% do seu território inserido no semiárido e, atualmente, aproximadamente 46% dos seus reservatórios de água com volume armazenado abaixo dos 10%. (COGERH, 2017; PEREIRA, 2014) A série histórica frequência de ocorrência de eventos de seca aponta que a maioria dos municípios que possuem mais de 20 registros de seca, estão localizados neste estado (ANA, 2016). No caso da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), os dados do Governo Estado do Ceará (2016) mostram que a maioria destes está com volume de água está abaixo de 30%. No ano de 2012 o volume desses reservatórios era de 63,8% e em 2015, caiu para 18,8%, chegando, em junho de 2016, a 13,78%.

Dentro desse contexto, é essencial buscar alternativas para garantia da segurança no abastecimento de água dos diversos usuários, seja por meio de estratégias de gestão de demanda - educação para consumo consciente da população e disseminação de tecnologias economizadoras -, ou pela gestão da oferta, como por exemplo o

reúso de água. Esta solução vem ganhando cada vez mais espaço mundialmente, porém caminha lentamente no Brasil, onde há pouca experiência no reúso planejado e institucionalizado (FONSECA, 2001; TOSETTO, 2006).

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) estuda a possibilidade da implementação de Estações Produtoras de Água de Reúso a partir de efluentes tratados de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) municipais que serão implantadas na RMF. Os usos finais dessa água podem ser diversos, a depender de restrições legais, interesse dos potenciais usuários, nível de tratamento e da exequibilidade econômica de todo o processo de tratamento e distribuição. Uma vez que o Ministério da Saúde, por meio da Portaria 2.914/2011, restringe o uso de fontes alternativas coletivas para fins potáveis apenas a locais não há rede de distribuição de água e a situações de escassez de água em regiões isoladas (BRASIL, 2011), consumidores urbanos e rurais foram automaticamente excluídos do escopo. Portanto, foram avaliados os usos em irrigação, institucionais e industriais.

É uma das premissas da iniciativa de produção de água de reúso pela CAGECE que exista viabilidade financeira, traduzida por meio de cobrança de tarifa por m³ coerente com os custos de implantação e operação/manutenção dos sistemas. Portanto, é necessário também considerar custos não só de tratamento, mas também de distribuição da água produzida.

No caso da RMF, em virtude da longa distâncias entre os centros urbanos e áreas irrigáveis e as baixas tarifas praticadas pela Cogerh na venda de água bruta para o setor agrícola, as quais variam de acordo com o consumo mensal e com o tipo de captação de 0,00109 - 0,0039 R\$/m³ (CEARÁ, 2016), o uso em irrigação é pouco atraente dos pontos de vista financeiro e operacional. Os usos institucionais, como lavagem de praças, feiras livres, irrigação de parques e canteiros, apesar de serem presentes na região, possuem baixa representatividade de vazão diante da demanda total, além de serem extremamente difusas. O setor industrial, no entanto, apresenta duas características relevantes: alta representatividade de consumo, contabilizando 13,5% do consumo total de água no estado (BRASIL, 2012), e concentração geográfica dos pontos de consumo, com destaque ao Distrito Industrial de Maracanaú e o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), este ainda em estágio de consolidação.

Além disso, de acordo com o Plano de Segurança Hídrica da RMF, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh), órgão que gerencia os recursos hídricos no estado, pretende reduzir a oferta de água bruta para o setor industrial em 20% (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2016).

Ainda que existam dados de outorgas de uso disponibilizados pela Cogerh, entende-se que é necessário aprofundamento das informações para avaliação mais precisa das demandas por água na região, incluindo também fatores como o perfil dos potenciais consumidores e o interesse em adquirir água de reúso.

Este trabalho objetiva identificar as principais demandas industriais e o perfil dos potenciais usuários de água de reúso em oito municípios da RMF, de modo a subsidiar a tomada de decisão referente à produção e distribuição de água de reúso pela Cagece.

MATERIAIS E MÉTODOS

A região pesquisada contempla oito municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (Fortaleza, Caucaia, Eusébio, Aquiraz, Itaitinga, Pacatuba, Maracanaú, São Gonçalo do Amarante), destacados na figura abaixo.

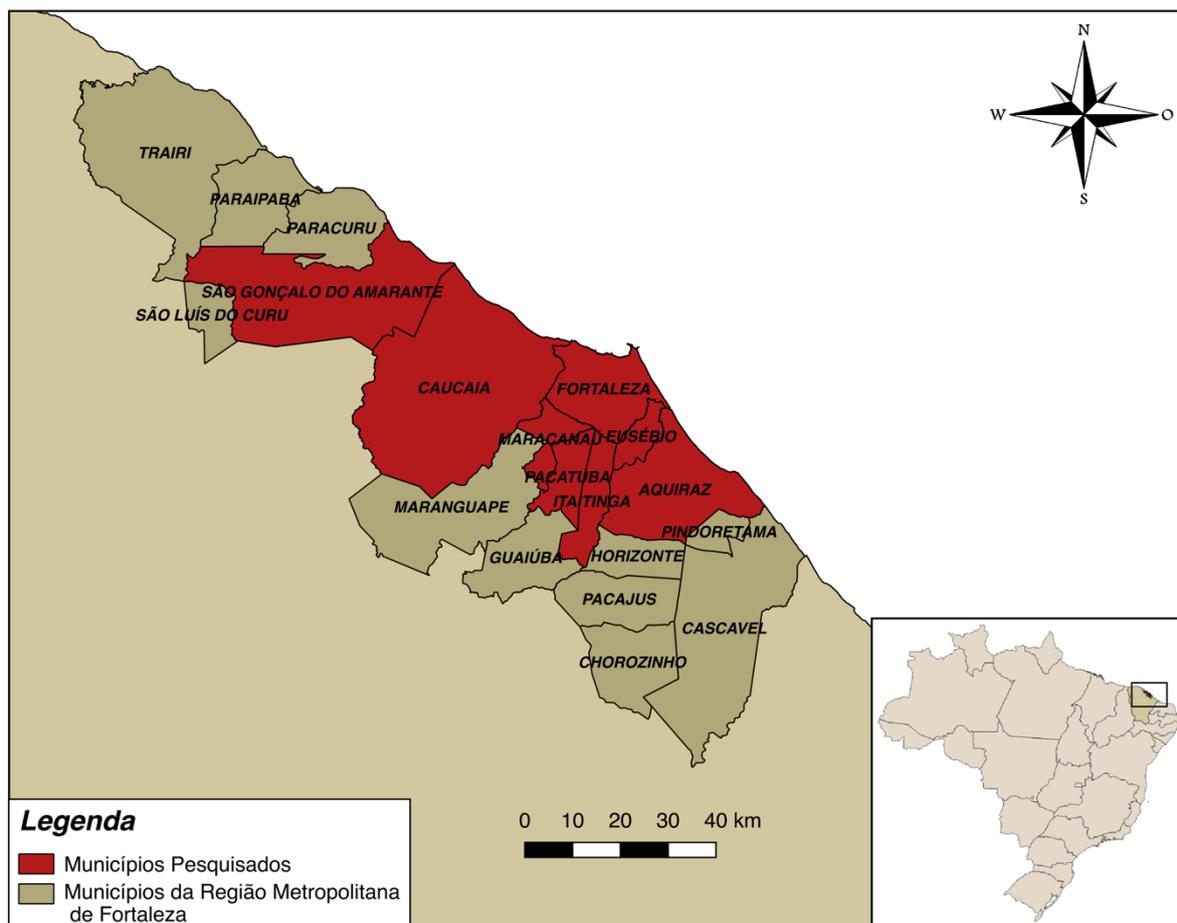


Figura 2: Municípios da Região Metropolitana de Fortaleza com área pesquisada em destaque

APLICAÇÃO DA PESQUISA

As indústrias entrevistadas foram selecionadas com base na vazão mínima outorgada de 1 L/s (outorga da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos - COGERH) e/ou número mínimo de empregados de 10 (cadastro do Instituto Euvaldo Lodi – IEL e da Federação das Indústrias do Estado do Ceará - FIEC).

O questionário utilizado na pesquisa abordou os seguintes principais pontos:

- **Caracterização:** atividade de acordo com CNAE 2.0 (Cadastro Nacional de Atividades Econômicas), produção média mensal, número de funcionários, turnos, área etc.
- **Uso de água e disposição de efluentes:** fontes de água e quantificação, principais usos de água na planta e quantificação, existência de restrições processuais de qualidade, disposição/tratamento de efluentes.
- **Intenções e práticas:** previsão de expansão de pessoal/produção, realização/previsão de medidas de redução de consumo de água e de utilização de fontes alternativas não potáveis.
- **Interesse em adquirir água de reúso:** interesse em comprar água de reúso sob diversas condições.

Foram contatadas 213 empresas, das quais 95 colaboraram com a pesquisa. Os questionários foram aplicados presencialmente. Foi acordado junto aos entrevistados que os dados seriam compilados de maneira que não fosse possível a identificação individual de cada indústria, e, portanto, neste trabalho não serão disponibilizadas informações específicas de cada empresa, mantendo-se assim a confidencialidade estipulada entre as partes.

O questionário aplicado é composto por 25 perguntas, das quais nem todas são relevantes dentro do escopo deste trabalho, dado que abordam temas como coleta de esgoto. Os temas escolhidos para análise foram:

- Caracterização geral: localização, produção mensal e porte da empresa
- Volumes de água consumidos;
- Interesse em adquirir água de reúso;
- Fonte de água utilizadas atualmente;
- Custo da água de acordo com a fonte;

RESULTADOS PRIMÁRIOS E AJUSTE DE DADOS

Os dados obtidos foram submetidos a análise para verificação de aderência a valores usualmente apresentados em bibliografia no que concerne as vazões demandadas pelo setor industrial por atividade produtiva. Para ajuste dos dados, estruturou-se metodologia de análise de dados que considerou a relação entre: **volume consumido informado x número de funcionários x produção mensal**

Uma vez que quase todas as empresas informaram o número de funcionários, essa variável foi utilizada como primeiro parâmetro para ajuste. Com base no número de funcionários e na média de consumo *per capita* de 30 l/func.dia (jornada de 22 dias/mês), estimou-se o Consumo Sanitário Esperado (CSE) mensal para cada empresa. De acordo com Mierzwa & Hespanhol (2005), o consumo sanitário de uma planta representa, em geral, de 5% a 20% do total. A partir desse critério, determinou-se que empresas que declararam consumo de água do qual resulta CSE > 20% do consumo total declarado (ou seja, o consumo sanitário esperado representa mais de 20% do consumo total) informaram volumes inferiores aos reais praticados. Dadas as condições de escassez hídrica da região somadas ao fato de que a praxe de perfuração de poços próprios não outorgados é altamente difundida no Brasil, entende-se que incoerências nos consumos declarados indicam receio por parte dos entrevistados em informar valores mais precisos, o que justifica etapa de ajuste de dados.

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

Indústria	Distribuição do consumo de água (%)		
	Resfriamento sem contato	Processos e atividades afins	Uso sanitário e outros
Laticínios	53%	27%	20%
Bebidas maltadas	72%	13%	15%
Têxtil	57%	37%	6%
Celulose e papel	18%	80%	2%
Produtos químicos	83%	16%	1%
Fibras de celulose	69%	30%	1%
Produtos químicos	91%	9%	*
Refinaria de petróleo	95%	5%	*
Cimento	82%	17%	1%
Aço	56%	43%	1%
Fundição de ferro e aço	34%	58%	8%
Automóveis	28%	69%	3%

* Valores inferiores a 0,5%

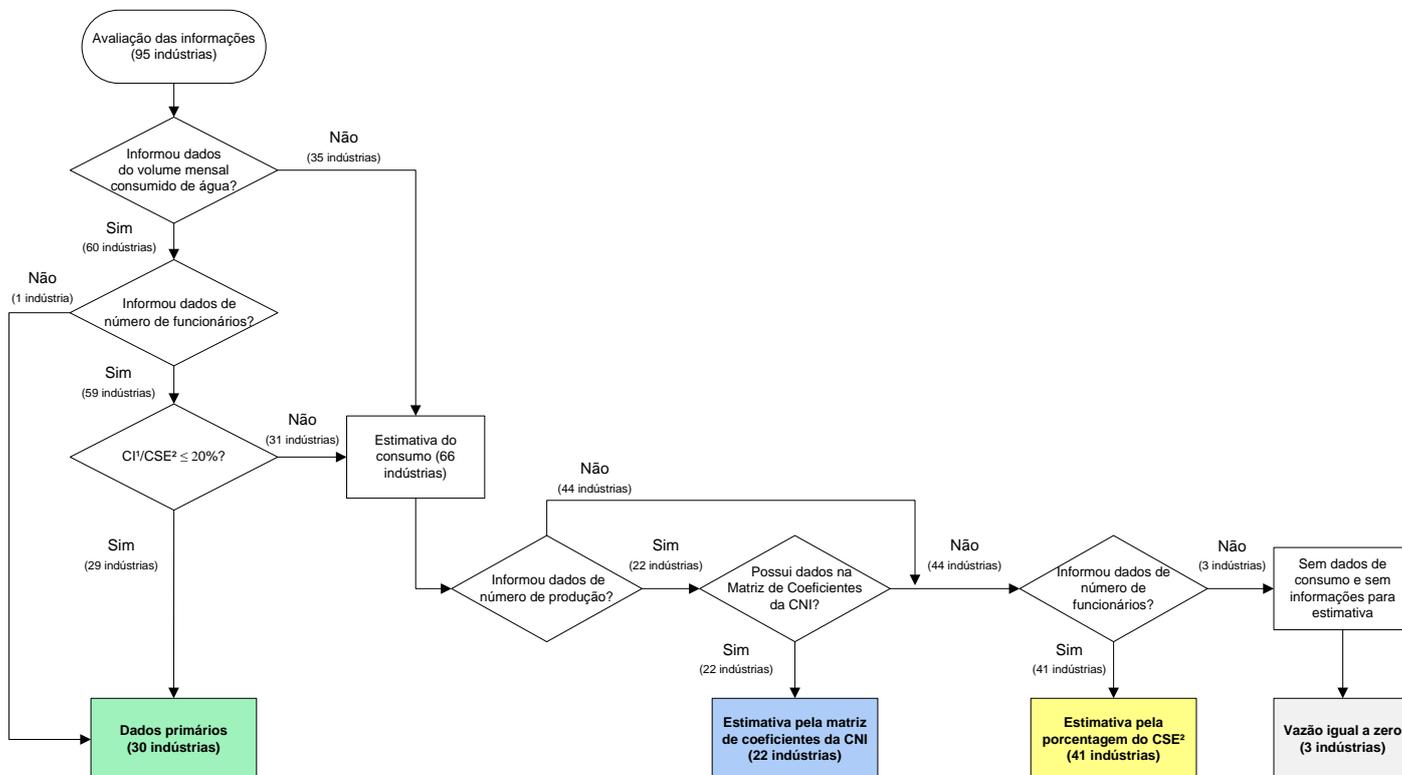
Fonte: Adaptado de Van Der Leeden, Troise e Todd (1990) apud Mierzwa & Hespanhol (2005)

Para as indústrias em que o CSE superou a porcentagem limite estipulada, realizou-se estimativa do consumo a partir dos dados de produção informados. CNI (2013) apresenta estimativas de consumo de água por unidade produzida de acordo com o CNAE 2.0. Houve empresas que não declararam dados de produção, e nesse caso o ajuste da vazão foi realizado de acordo com a proporcionalidade entre CSE e consumo total esperado. Portanto, o ajuste foi realizado a partir das seguintes condições:

- Estando o CSE dentro do determinado ($\leq 20\%$ do consumo total), foram mantidos os dados primários;
- Havendo dados de produção e a respectiva unidade na Matriz de Coeficientes Técnicos da CNI, o consumo foi estimado a partir da produção mensal informada;
- Na inexistência de dados citados acima, utilizou-se o número de funcionários e estipulou-se que o CSE representa 20% do consumo total de água;

- Na inexistência de ambos os dados, é impossível a estimativa o consumo de água na planta, e foram mantidos os dados primários.

A metodologia de análise é ilustrada no fluxograma da figura abaixo.



¹ CI – Consumo informado

² CSE – Consumo sanitário esperado

Figura 3: Fluxograma da metodologia

Da metodologia aplicada, resulta o seguinte panorama:

- 29 indústrias não tiveram seus consumos alterados;
- 22 indústrias tiveram seu consumo estimado por meio da produção industrial;
- 41 indústrias tiveram seu consumo estimado por meio do número de funcionários;
- 3 indústrias não informaram consumo nem dados de produção e número de funcionários, impossibilitando a estimativa e resultando em volume igual a zero.

Relativamente aos dados primários, vale ressaltar que as 29 indústrias que não tiveram seus consumos alterados representam 99,89% das vazões declaradas. Ou seja, em linhas gerais, as empresas que declararam os maiores consumos de água informaram vazões mais coerentes com o esperado. As demais empresas tiveram seu consumo acrescido de acordo com os critérios expostos acima, acréscimo que variou de 18% a até 8150%.

A vazão consumida total passou de 977,4 mil m³/mês (dados primários) para 1204,8 mil m³/mês (dados ajustados), o que representa incremento de 23,3%. As análises posteriores a serem discutidas neste trabalho foram baseadas nos valores ajustados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por razões de confidencialidade, conforme já comentado, os valores consumidos declarados por cada empresa não serão expostos individualmente. Alternativamente, as indústrias foram agrupadas em quatro grupos (A, B, C e D) por critério de proximidade geográfica, sendo: Distrito Industrial de Maracanaú (região A), Caucaia e Antônio Bezerra (região B), Eusébio e Aquiraz (região C) e CIPP (região D). A divisão espacial dessas regiões e a localização das empresas de acordo com o seu segmento são mostradas na figura abaixo.

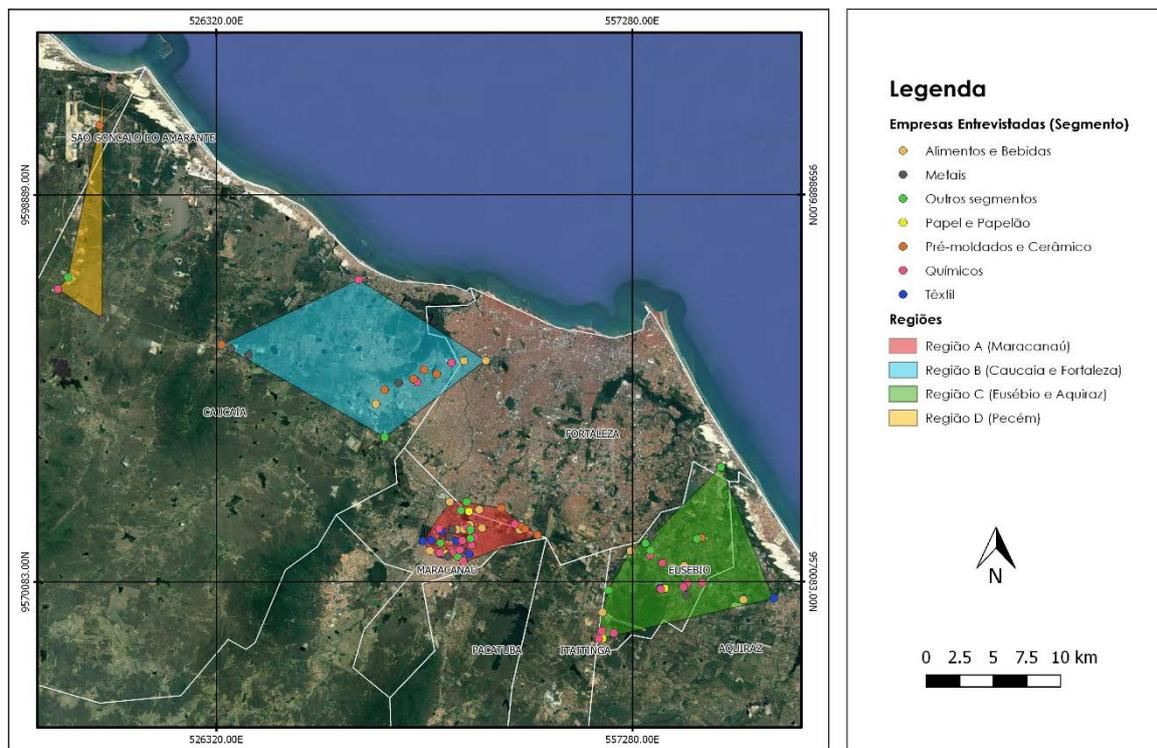


Figura 4: Localização das regiões pesquisadas e dos segmentos industriais

As empresas entrevistadas são de portes distintos e, de modo a se facilitar o entendimento do universo da pesquisa, realizou-se divisão de acordo com classificação de porte de empresas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, conforme a tabela abaixo.

Tabela 2 Porte da indústria de acordo com o número de funcionários

Porte da Indústria	Quantidade de Funcionários	Número de Empresas Pesquisadas *
Micro	1 a 19	16
Pequena	20 a 99	31
Média	100 a 499	31
Grande	Mais de 500	13

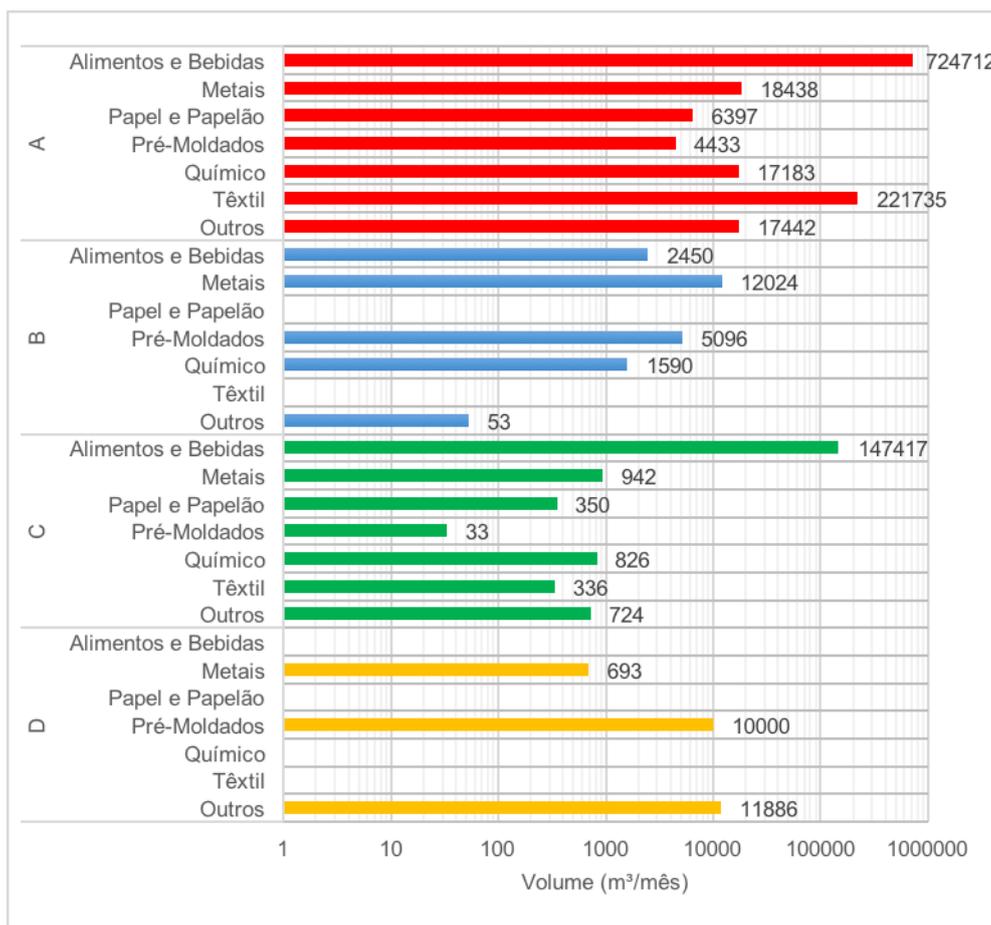
* Quatro empresas não responderam à questão.

Aproximadamente 40% das empresas preveem expansão de produção, equipe e área nos próximos 5 anos, sendo 7 microempresas, 13 pequenas, 13 médias e 6 de grande porte. Com esse crescimento algumas empresas podem consumir volumes maiores de água futuramente.

O consumo de água das indústrias entrevistadas foi dividido por região e por segmento de indústria, como disposto na tabela e na figura abaixo.

Tabela 3. Volume mensal consumido por região

Regiões	Consumo (mil m ³ /mês)
Região A	1010,34
Região B	21,03
Região C	150,81
Região D	22,58



Obs: Volumes em escala logarítmica (base 10)

Figura 5: Gráfico do volume de água consumido por área e por segmento

É perceptível que a demanda por água está, principalmente, localizada na região A. Isso ocorre tanto pela concentração das empresas no Polo Industrial de Maracanaú, quanto pela grande quantidade de empresas entrevistadas nessa região (47 de 95). Ainda na área A é possível observar alta demanda de água pelas empresas dos setores de Alimentos e Bebidas e Têxtil. Quanto às demais regiões, os principais consumidores são os segmentos de metais na região B, alimentos e bebidas na região C e “outros” na região D.

É importante ressaltar que nem toda a demanda de água industrial pode ser suprida com o reúso, dadas as exigências de qualidade de água para processos e atividades afins que podem variar substancialmente de acordo com a atividade produtiva. Para determinação de valores, optou-se por utilizar a demanda de torre de resfriamento como referência para estabelecimento da proporção entre demandas não potáveis e consumo total dentro de uma planta, já que é um uso altamente representativo e que não sofre alterações relevantes em termos de exigência de qualidade conforme a atividade produtiva. Os dados da Tabela 1 demonstram que, ainda que haja substancial variação de acordo com a atividade produtiva, a média encontra-se entre 40 e 60%

para os segmentos mais presentes na pesquisa. Foi, portanto, adotado valor de 50% para a futura determinação da demanda por água de reúso.

No tópico referente ao interesse da indústria em obter água de reúso as seguintes, foram levantados os seguintes arranjos e questionada a atratividade em relação a cada um deles:

1. Adquirir a água recuperada fornecida pela Cagece, desde que atendendo os padrões de qualidade requeridos pelas indústrias;
2. Adquirir a água recuperada caso essa fosse fornecida por uma empresa de parceria público-privada, desde que atendendo aos padrões de qualidade requeridos;
3. Estabelecer uma parceria ou contrato fixo de abastecimento para o fornecimento de água recuperada;
4. Compartilhar investimentos caso houvesse subsídio no valor da água recuperada;
5. Pagar um preço superior, mas com garantia de continuidade no abastecimento e na qualidade.

Além de detectar o interesse na aquisição de água de reúso, buscou-se compreender quais formatos são os mais atrativos para as empresas. O gráfico abaixo mostra a quantidade de empresas e o grau de interesse por cada uma das questões acima.

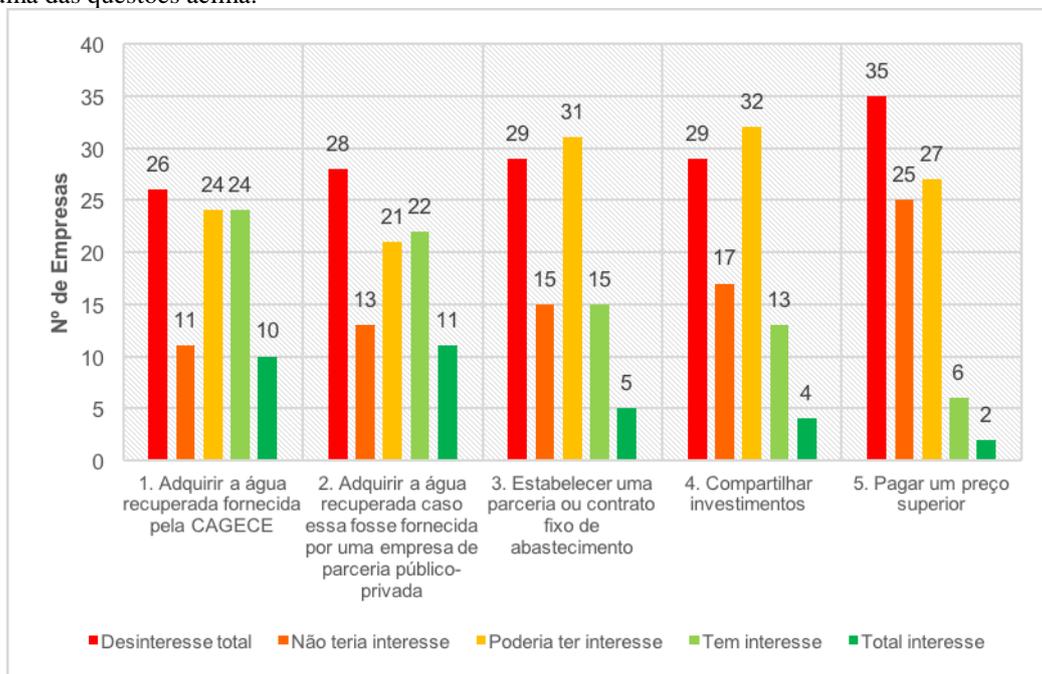
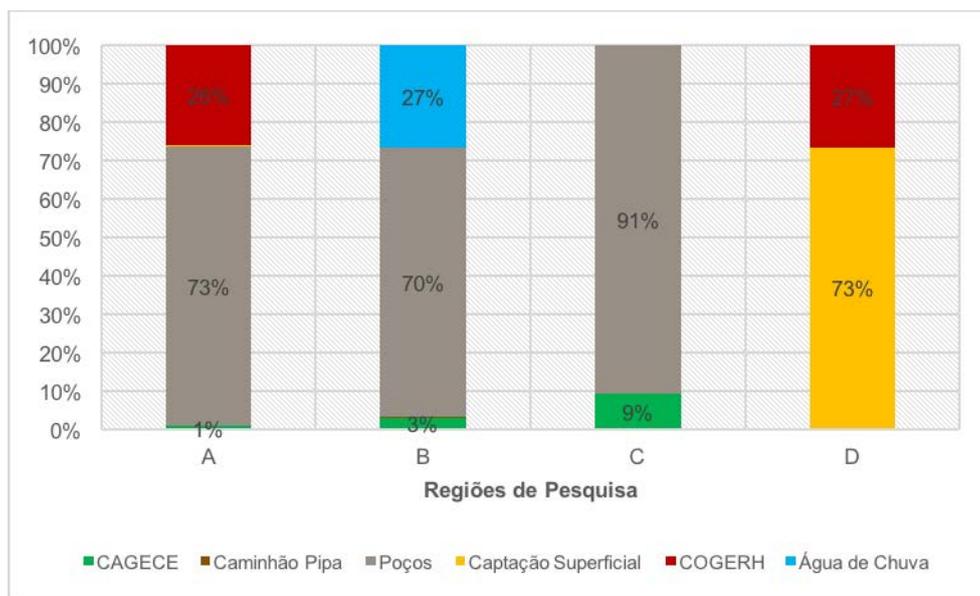


Figura 6: Interesse no reúso de água

As empresas que responderam “Poderiam ter interesse”, “Tem interesse” e “Total interesse” na aquisição de água de reúso somam 85% de toda a demanda industrial, indicando alta aceitação do reúso de água por parte dos entrevistados. Esse valor será considerado no cálculo final da demanda na região de estudo. Adicionalmente, detectou-se que o fornecimento por parte da concessionária ou por parceria público-privada é também bem aceito, indicando a disposição das empresas em aceitar fornecimento por parte da Cagece.

De modo a se compreender os atuais custos com água por parte empresas, foram também identificadas as principais fontes e seus respectivos custos por m³ adquirido. Uma vez que o fornecimento de água de reúso deve ser financeiramente viável tanto para o produtor como para os consumidores, é de fundamental importância realizar comparação entre a futura tarifa praticável e os custos atuais.

O gráfico abaixo mostra as porcentagens referentes ao volume consumido e às fontes de água para cada uma das regiões.



Obs: Os consumos não mostrados na imagem não são representativos.

Figura 7: Percentual de participação por fonte de abastecimento de acordo com a região

Nota-se que a maior parte do volume de água consumido pelas indústrias é proveniente de poços próprios, com exceção da região D, onde a principal fonte é a captação superficial. Sob a perspectiva do porte da indústria, as empresas menores utilizam, em geral, a água da CAGECE, enquanto as de maior porte utilizam mais intensamente a água bruta da COGERH e de poços próprios¹, assim como também buscam fontes alternativas como, por exemplo, o aproveitamento de água de chuva.

A partir das informações de custo de água declaradas, foi estimado o valor médio por fonte de duas maneiras: para as que possuem custo fixos (tarifa da concessionária e água bruta da COGERH), foram utilizadas as tarifas vigentes; as demais foram baseadas nos valores declarados, como disposto na tabela abaixo.

Tabela 4: Custo da Água

Fonte de Água	Custo/m ³
CAGECE	R\$6,19 a R\$11,41 ¹
COGERH	R\$0,60 a R\$2,07 ²
Poço	R\$1,16 a R\$2,40
Captação Superficial	R\$2,04 a R\$2,07
Caminhão Pipa	R\$7,57 a R\$26,67

¹ Baseado nos valores disponíveis no site da companhia (Abril/2016). Disponível em: <https://www.cagece.com.br/atendimentovirtual/faces/publico/home.xhtml?page=estrutura_tarifaria> Faixa mínima considerando o valor fixo R\$92,00/15m³/mês e o valor máximo para demandas maiores que 50 m³/mês.

² De acordo com o Decreto nº 31.898 de 09 de março de 2016. Este valor varia de acordo com o responsável pela adução, sendo R\$0,60 quando esta é feita pelo proprietário e R\$2,07 quando realizada pela Cogeh.

¹ É importante ressaltar que, apesar de a Cogeh realizar a cobrança e a outorga da captação superficial e de exploração de poços, neste trabalho a fonte de água nomeada “Cogeh” representa apenas o fornecimento água bruta por linhas de adução oriunda, majoritariamente, do Açude Gavião.

Nota-se, então, que os custos atuais variam de R\$1,16/m³ (poços próprios) a R\$26,67/m³ (caminhão-pipa), havendo predominância de fontes com custos mais baixos (poços e água bruta da Cogerh).

É também importante que seja considerado o valor que as empresas estão dispostas a pagar pela água de reúso. Das 29 empresas que responderam à questão, a maior parte indicou que pagaria o mesmo valor que gasta atualmente com a água, e uma o faria somente mediante cobrança de valor 20% em comparação aos atuais.

Com base nos dados de consumo de água ajustados, interesse em aquisição de água de reúso e de proporcionalidade entre demandas não potáveis e totais, realizou-se estimativa da demanda por água de reúso a ser considerada em posteriores etapas de projeto e de estudos econômicos para a região de interesse. O cálculo foi realizado da seguinte maneira:

Equação 1

$$Demanda\ de\ reúso = Consumo_{ajustado} \times C_1 \times C_2$$

Sendo:

Consumo_{ajustado}: consumo determinado a partir do ajuste dos dados primários = 1024,76 mil m³/mês

C₁: coeficiente de correção referente à razão entre consumo não potáveis/consumo total em plantas industriais = 0,50

C₂: coeficiente de correção referente ao interesse dos pesquisados em adquirir água de reúso = 0,85

Tem-se, portanto:

Equação 2

$$Demanda\ de\ reúso = 1024,76 \times 0,85 \times 0,50 = 512,02\ mil\ m^3/mês \equiv 197,5^*\ l/s$$

*Para 30 dias/mês

Sabendo-se que a Cogerh disponibiliza dados de outorgas de uso para usuários industriais, realizou-se comparação entre os valores obtidos por meio da pesquisa e os disponibilizados pela companhia. De acordo com a pesquisa, 99% da água consumida pelas indústrias entrevistadas é proveniente de poços ou da Cogerh (adução de água bruta), fontes que estão sujeitas a concessão de outorga de uso. Foram consultados os dados de outorgas industriais para a região disponíveis na página da Cogerh e selecionaram-se as outorgas vigentes (vencimento igual ou superior a novembro de 2016) de adução de água bruta, captação de águas subterrâneas e superficiais para fins industriais que se encontravam nos municípios onde a pesquisa foi realizada. Como resultado do filtro aplicado, chegou-se à quantidade de 177 outorgas, as quais resultam em 11.477,04 mil m³/mês. Comparativamente aos dados da pesquisa, o valor outorgado total é cerca de 10 vezes maior.

Tabela 5 Volumes totais da pesquisa e outorgado pela COGERH nos municípios pesquisados

Volumes	Totais
Outorgado pela COGERH para os municípios pesquisados	11.477,04 mil m ³ /mês
Pesquisa	1.204,76 mil m ³ /mês

A imagem abaixo mostra as outorgas de adução de água bruta, captação de águas subterrâneas e superficiais para a área pesquisada e as regiões de pesquisa.

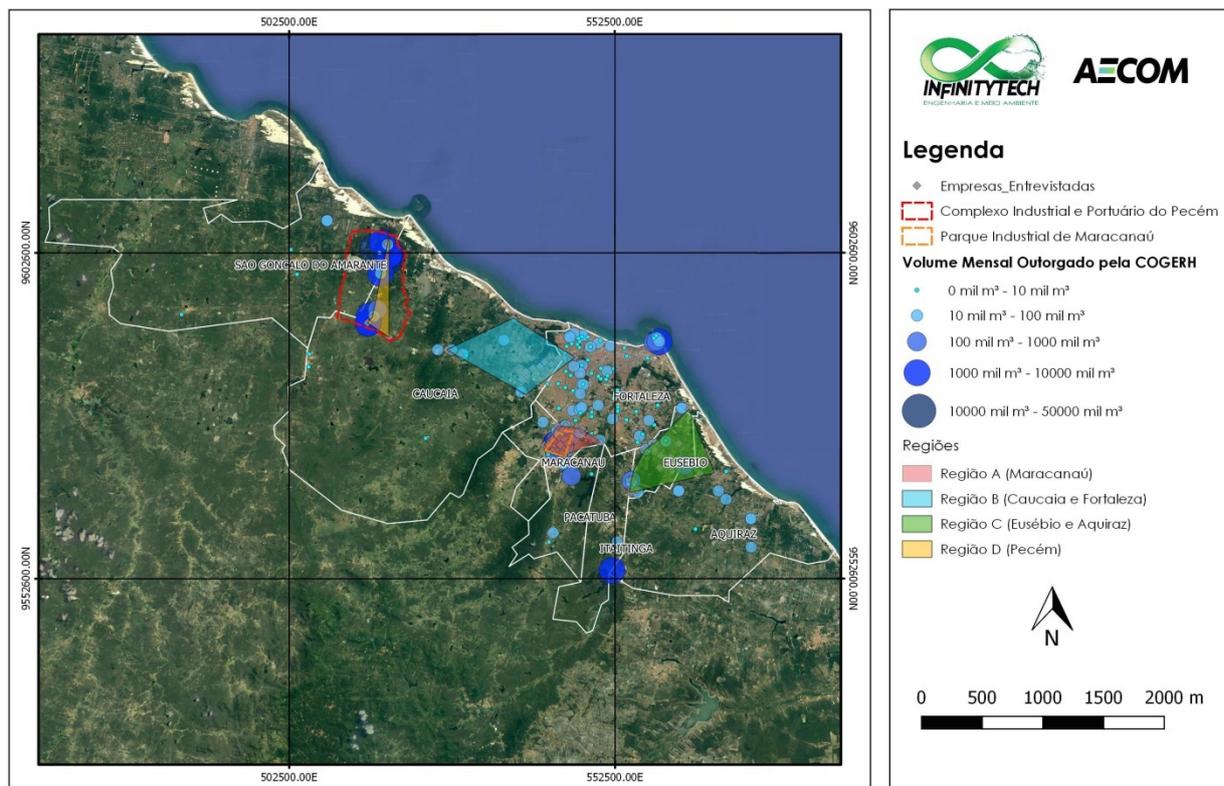


Figura 8: Outorgas de adução de água bruta, captação de águas subterrâneas e superficiais na área pesquisada e regiões de pesquisa

A tabela abaixo mostra o volume das outorgas industriais e da pesquisa por região.

Tabela 6 Volumes outorgados e pesquisados por região

Regiões	Volume Outorgado (mil m ³ /mês)	Volume da Pesquisa (mil m ³ /mês)
Distrito Industrial de Maracanaú (Região A)	555,43	1010,34
Demais áreas de São Gonçalo do Amarante e de Caucaia (Região B)	18,00	21,03
Fortaleza, Eusébio, Aquiraz, Itatinga, Pacatuba e demais áreas de Maracanaú (Região C)	991,95	150,81
Distrito Industrial do Pecém (Região D)	9.911,27	22,58

É notável que as regiões de Maracanaú e Pecém, assim como esperado, concentram grande parte das outorgas, tanto em número como em volume. A região do Pecém detém sozinha 86,4% (9.911,27 mil m³/mês) dos volumes outorgados na região pesquisada e 70% de todo o estado do Ceará.

Os dados de outorga, no entanto, não corroboram os obtidos pela pesquisa. A região A apresentou, na pesquisa, valor de consumo de água superior ao outorgado, ainda que os pesquisados tenham afirmado que quase toda a água é advinda da Cogeh (água bruta) e poços (vide Figura 7), as quais são fontes sujeitas a outorga. Essa informação leva à hipótese de que importante parcela da demanda industrial da região seja abastecida por fontes clandestinas (poços perfurados sem outorga) e, conseqüentemente, não estejam registradas.

A região do Pecém (região D) possui a peculiaridade de estar ainda em estágio de desenvolvimento. Diversas indústrias já possuem outorgas aprovadas, mas ainda não se instalaram na área ou não estão operando em sua

capacidade máxima, fato que justifica o valor obtido da pesquisa ser inferior ao presente nos registros de outorga. A previsão de instalação de novas indústrias resulta em demandas futuras de água muito superiores às atuais.

A região B, possui pouca significância tanto em quantidade, quanto em volume em relação às demais regiões (0,2% das outorgas da área pesquisada). A região C possui segundo maior volume outorgado, porém bastante disperso, o que resulta em maiores dificuldades de distribuição da água de reúso na área.

Assumi-se que, para cada região, seria utilizado o maior valor entre o consumo obtido pela pesquisa e o levantado a partir das outorgas da Cogeh, havendo ressalva somente para a região D (Pecém), conforme será detalhado a frente.

Portanto, tem-se:

- Consumo: valor mais alto entre o consumo levantado pela pesquisa e o obtido pela consulta às outorgas da Cogeh, com ressalva à região D;
- Interesse: igual a 85% em volume, isto é, as indústrias interessadas no reúso representam 85% da demanda de água total.
- Demanda não potável/demanda total: 50% em volume, ou seja, a demanda não potável das indústrias representa 50% da demanda total.

Nas regiões A e B utilizou-se o valor de consumo obtido a partir da pesquisa, uma vez que este supera as vazões outorgadas. Para essas regiões, tem-se:

Equação 3

Demanda de reúso (Regiões A e B) = (1010,34 + 21,03 mil m³/mês) x 85% x 50% = 438,33 mil m³/mês (169,1 l/s)

Para a região C, o valor utilizado foi o oriundo das outorgas da Cogeh. Tem-se, então:

Equação 4

Demanda de reúso (Região C) = 991,95 mil m³/mês x 85% x 50% = 421,58 mil m³/mês (162,6 l/s)

A Região D (CIPP) possui características bem distintas das demais, contando com Plano Diretor próprio que define as orientações de uso e ocupação do solo e as principais atividades industriais que podem se instalar na área. A Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará S.A. – ADECE disponibiliza banco de dados com as empresas com protocolo de intenções e reserva de área no CIPP, o qual apresenta informações como o status (operando, em implantação ou em protocolo) das plantas. A relação conta com 28 empresas, sendo 11 em implantação, 16 operando e apenas 1 ainda em protocolo, majoritariamente dos setores de produção de energia, fabricação de cimento e siderurgia.

Com vistas à análise da situação atual de demanda por água na região, cruzaram-se os registros de outorgas da Cogeh para o CIPP com a relação de empresas disponibilizada pela ADECE, e identificou-se que apenas 9 empresas se repetem nas duas listas. As diferenças entre os cadastros podem estar relacionadas à existência de outorgas com aprovação pendentes, vencidas ou que ainda não foram solicitadas pelas indústrias ou mudanças na relação de empresas em reserva de área.

Optou-se, portanto, por considerar as outorgas que não possuíam dados na tabela do CIPP com o status “indefinido”. Assim chegou-se aos seguintes valores.

Tabela 7: Indústrias com outorgas vigentes na Região do CIPP

Indústria	Status	Volume outorgado (mil m ³ /mês)
Aeris Indústria e Comércio de Equipamentos para Geração de Energia S/A	OPERANDO	2,92
Agroenergia Do Norte S/A	EM IMPLANTAÇÃO	365
Companhia Industrial De Cimento Apodi	INDEFINIDO	7,88
Companhia Siderúrgica Do Pecém - CSP	OPERANDO/ EM IMPLANTAÇÃO	3942,00
Companhia Sulamericana de Cerâmica	OPERANDO	16,79
Dsm Produtos Nutricionais Brasil S. A.	INDEFINIDO	0,61
Enel Brasil S/A	INDEFINIDO	602,13
MPX Mineração E Energia Ltda	INDEFINIDO	1314
MPX Pecém II Geração de Energia S/A	OPERANDO	788,40
Pecém Indústria De Pré-Fabricados De Concreto S.A	OPERANDO	2,06
Petróleo Brasileiro S A Petrobras	INDEFINIDO	214,91
Petróleo Brasileiro S. A.	INDEFINIDO	1321,91
Porto Do Pecém Geração De Energia S/A	INDEFINIDO	788,40
Termo Ceará Ltda	OPERANDO	214,91
Usina Siderúrgica Do Ceará	INDEFINIDO	329,17
Wobben Windpower Indústria E Comércio Ltda	OPERANDO	0,18

**Segundo a relação da ADECE a CSP está “em implantação”, porém segundo informação passada pela CAGECE a siderúrgica está operando com consumo de 1m³/s.*

Como pode se notar pela relação acima, há empresas que ainda estão em vias de consolidação, o que significa que atualmente nem toda a vazão outorgada é efetivamente demandada pela indústria. Por esse motivo, optou-se por realizar dois cenários:

Cenário atual - considera as outorgas das indústrias com status “operando”, incluindo parte da demanda da CSP (1 m³/s, conforme informação da Cagece):

Equação 5

Demanda de reúso (Região D – Cenário atual) = 2836,7 mil m³/mês x 85% x 50% = 1205,6 mil m³/mês (465,1 l/s)

Cenário futuro - considera todas as outorgas vigentes industriais da região:

Equação 6

Demanda de reúso (Região D – Cenário futuro) = 9911,27 x 85% x 50% = 4212,29 mil m³/mês (1.625,1 l/s)

Com base nas estimativas realizados acima, chegou-se a dois valores limite de demanda não potável na região pesquisada. Sendo a região do Pecém a que apresenta maior potencial de expansão e as maiores outorgas vigentes, a variação das demandas da região D será altamente dependente do estágio de consolidação das indústrias localizadas na CIPP. O limite inferior considera o cenário atual para a região do Pecém, enquanto o superior assume o cenário futuro.

Tabela 8 Resumo da demanda não potável na região pesquisada

Região	Demanda total		Demanda não potável	
	Valor (mil m ³ /mês)	Referência	Valor (mil m ³ /mês)	Valor (l/s)
A	1010,30	Pesquisa	429,39	165,70
B	21,00	Pesquisa	8,94	3,40
C	992,00	Outorgas COGERH	421,58	162,60
D – Cenário atual	2836,7	Outorgas COGERH	1205,61	465,10
D – Cenário futuro	9911,20	Outorgas COGERH	4212,28	1625,10
Total – atual	4860,10	-	2065,50	796,88
Total – futuro	11934,60	-	5072,19	1831,33

CONCLUSÕES

Este trabalho propôs abordagem de ajuste sobre dados coletados em campo para aproximação à real demanda de água não potável para uma determinada região de estudo, levando-se em consideração possíveis desvios nas respostas do questionário, proporcionalidade entre demandas não potáveis e potáveis em plantas e o interesse em aquisição de água de reúso por industriais.

Ainda que estejam disponíveis informações de outorgas de uso da Cogerh, sabe-se que as demandas reais podem ser muito distintas das registradas, dada a existência de perfurações clandestinas de poços e uso de outras fontes de água, o que justifica a utilização de estratégias complementares para definição das demandas.

Buscou-se, por meio da correlação entre dados resultantes da pesquisa e os registros de outorga da Cogerh, estimar as demandas por água de reúso pela indústria na região de estudo para diferentes cenários, os quais são altamente dependentes do grau de consolidação das empresas no CIPP. As vazões variam de 2065,5 a 5072,2 mil m³/mês, ou 766,9 a 1831,3 l/s (30 dias/mês), e servirão como base para a correlação com o potencial de oferta de esgoto tratado das ETEs a serem implantadas futuramente pela Cagece.

São de conhecimento dos autores as limitações oriundas de utilização de pesquisa amostral para determinação de demandas totais e dos ajustes realizados. No entanto, entende-se que a abordagem metodológica utilizada é um esforço necessário para o aprofundamento da compreensão do potencial de reúso para subsídio a futuras estratégias de diversificação de fontes de água, e que pode ser replicada, respeitadas as peculiaridades de cada localidade, a outras regiões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil*. Agência Nacional de Águas, Brasília. 2013.
2. ANA. Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016*. Agência Nacional de Águas, Brasília. 2016.
3. ANA. Agência Nacional de Águas. *Fatos e Tendências sobre Água*. Agência Nacional de Águas, Brasília. 2009.
4. BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. *A Questão da Água no Nordeste*. 432 p. Brasília, DF: CGEE/ANA. 2012
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância Sanitária. *Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.
6. CEARÁ. *Decreto nº 31.898 de 09 de março de 2016*. Dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do Estado do Ceará ou da União por delegação de competência, e dá outras providências. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará. 2016.

7. CNI. Confederação Nacional da Indústria. *Uso da Água no Setor Industrial Brasileiro: Matriz de Coeficientes Técnicos*. Brasília: CNI. 2013
8. COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará. *Volume Armazenado - Reservatórios*. Fonte: Portal Hidrológico do Ceará. 2017.
9. GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. *Plano de Segurança Hídrica da Região Metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza. 2016.
10. HESPANHOL, I. *Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos*. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos , 75-95. 2002
11. MIERWZA, J.; HESPANHOL, I. *Água na Indústria: Uso Racional e Reúso*. 2005: Oficina de Textos. 2005
12. PEREIRA, F. A. *Uma Análise Computacional e Geo Espacial do Sistema Hídrico do Complexo Portuário do Pecém*. Fortaleza. 2014
13. Rebouças, A. C. *Água na região Nordeste: desperdício e escassez*. Estud. av. , 11 (29), 127-154. 1997
14. FONSECA, A. F. *Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características química do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2001.
15. TOSETTO, M. S. *Tratamento terciário de esgotamento sanitário para fins de reuso urbano*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Campinas. 2005