

18 – AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA EM MANANCIAL SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEO PARA ABASTECIMENTO DE ÁREAS URBANAS

Arthur Julio Arrais Barros⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre e Doutorando em Engenharia Civil, área de concentração Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Engenheiro do quadro efetivo e Gerente da Unidade Executiva de Controle de Qualidade (UECQ) da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA).

José Almir Rodrigues Pereira

Engenheiro Sanitarista (UFPA), Mestre em Recursos Hídricos (UFPB) e Doutor em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP). Coordenador do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS/UFPA) e Professor Titular da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Endereço⁽¹⁾: Avenida João Paulo II, S/N – Estação de Tratamento de Água Bolonha – Curió-Utinga – Belém/PA – Brasil – Tel.: (91) 3261-9153 – e-mail: arthur.barros@cosanpa.pa.gov.br

RESUMO

Analisar as implicações da configuração de Setores integrantes de Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs) do município de Belém, capital do estado do Pará, na sustentabilidade econômica. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas. A primeira etapa consistiu na identificação e no levantamento de informações referentes aos SAAs gerenciados pela Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA. Na segunda etapa foram determinados indicadores operacionais e comerciais dos dois Setores selecionados como mais indicados para comparação, no caso o 12º Setor e o 23º Setor. Na última etapa foi realizada a análise da sustentabilidade econômica dos Setores selecionados. Foi verificado que 04 dos 39 SAAs realizam captação de água bruta em manancial superficial, enquanto nos outros 35 SAAs são utilizados poços profundos (cerca 270 metros de profundidade) para captação de água no aquífero artesianos Pirabas. Complementarmente, foram calculados indicadores de eficiência operacional, como o “Índice de Perdas na Distribuição” – 69,08% (12º Setor) e 72,67% (23º Setor), e indicadores de sustentabilidade econômica, como a “Despesa Total com os Serviços por Metro Cúbico Faturado” – R\$1,92/m³ (12º Setor) e R\$1,29/m³ (23º Setor). Por fim, em função da classificação de ambos os Setores estudados, quanto à eficiência operacional e à sustentabilidade econômica, como ineficientes e parcialmente sustentáveis, respectivamente, é recomendado o aperfeiçoamento da gestão operacional e comercial da concessionária regional, em atendimento às premissas da Lei n.º 14.026/2020 e na garantia do equilíbrio econômico-financeiro do prestador de serviços.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de Água, Concepção, Tipo de Manancial, Indicadores, Sustentabilidade Econômica, Desempenho.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento acelerado da população brasileira nos grandes centros urbanos aumentou a demanda por água potável, porém em muitas áreas não ocorreu expansão proporcional da cobertura e do atendimento com sistemas públicos de abastecimento de água. Esse processo resultou em déficit de atendimento populacional, configurando grande desafio para os atuais gestores públicos, prestadores dos serviços e demais atores sociais envolvidos no processo (BARROS *et al.*, 2017).

Essa situação é representada pelos indicadores disponibilizados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020a), com o abastecimento de água atendendo 70,30% da população do país, 39,87% de índice de perdas na rede de distribuição e apenas 46,22% de hidrometração dos ramais de água, o que torna necessário expandir as estruturas e melhorar a eficiência dos sistemas públicos de abastecimento de água no Brasil.

Paralelamente, é imprescindível que os SAAs sejam adequadamente gerenciados e continuamente aperfeiçoados, o que é diretamente relacionado à sustentabilidade na prestação dos serviços. Essa necessidade é destacada nas recentes mudanças na legislação regulamentadora do saneamento básico no Brasil, com a promulgação da Lei n.º 14.026/2020 (BRASIL, 2020), que estabelece metas ousadas e possibilita o aumento da concorrência entre empresas privadas e as concessionárias estaduais para a prestação dos serviços.

Bezerra (2012) comenta que a sustentabilidade na prestação dos serviços de abastecimento de água deve assegurar a manutenção da infraestrutura existente, a garantia do atendimento dos usuários e a renovação e/ou ampliação das infraestruturas; a fim de se ter as condições para incremento de futuros usuários, assegurando a quantidade e a qualidade de água potável fornecida à população.

Adicionalmente, é imperativo o aperfeiçoamento da gestão operacional e comercial dos prestadores de serviço de abastecimento de água, por meio do controle e redução de perdas e do gerenciamento eficiente da demanda de água nos SAAs; considerando que essas ações impactam diretamente nas despesas de exploração dos sistemas e, conseqüentemente, na sustentabilidade econômica do prestador.

Nessa conjuntura, é necessário que essas despesas sejam mensuradas ainda na fase de elaboração dos projetos, considerando que as diferentes alternativas de concepção de cada SAA impactam diretamente nas despesas de cada sistema.

Após o estudo de viabilidade técnico-econômica das alternativas de concepção, onde são mensurados os custos de implantação e as despesas de exploração previstas por alternativa do SAA, o prestador de serviços terá condições de indicar, mediante análise de critérios de ordem econômico-financeira, técnica, institucional, ambiental e social, qual a configuração de sistema que será mais bem detalhada na fase de projeto, inclusive quanto ao manancial de captação de água bruta.

O manancial deve ser determinado durante o estudo de alternativas de concepção tendo em vista o impacto direto dessa definição em vários elementos a serem projetados e/ou definidos; a exemplo da extensão das linhas de adução, da tecnologia de tratamento de água, das unidades integrantes do sistema e dos custos de implantação e operação do SAA (FERREIRA, 2019).

Apesar da realização de estudo de viabilidade econômica das alternativas de concepção fornecer subsídios para a tomada de decisão quanto à configuração dos SAAs, bem como para o posterior acompanhamento da eficiência e da sustentabilidade econômica, ainda é pouco conhecido e utilizado pelos atores que desenvolvem atividades em prefeituras municipais, agências de regulação, empresas de saneamento, bem como pela sociedade civil organizada.

Esse desconhecimento fragiliza a tomada de decisão e o aperfeiçoamento dos processos gerenciais, bem como a participação e o controle social na prestação dos serviços de abastecimento de água; perpetuando práticas operacionais ineficientes. Logo, é iminente que seja mensurado o impacto da configuração de SAAs distintos entre si, principalmente quanto à captação de água bruta, em indicadores de monitoramento dos prestadores de serviços de abastecimento de água do território nacional.

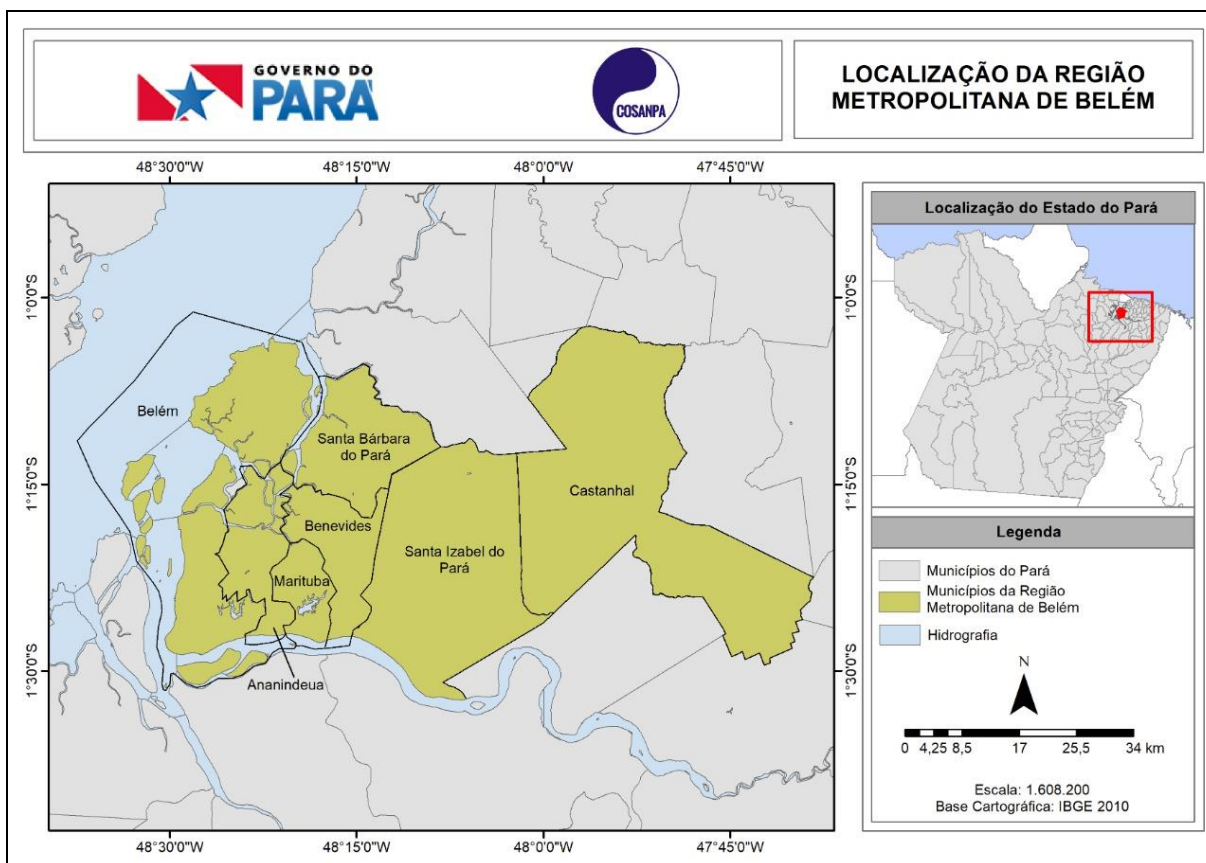
Portanto, no presente trabalho será avaliada a eficiência e a sustentabilidade econômica de Setores integrantes de SAAs com mananciais distintos entre si quanto à unidade de captação de água bruta, localizados no município de Belém e operados pela concessionária regional responsável pelos serviços de abastecimento de água no estado do Pará. Essa atividade é necessária tendo em vista a pequena disponibilidade de estudos que investiguem as implicações do manancial empregado na unidade de captação (superficial e/ou subterrâneo) na eficiência e na sustentabilidade econômica de Setores.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida pode ser categorizada como quantitativa – que considera a compressão da realidade a partir da análise de dados matemáticos brutos (SILVEIRA & GERHARDT, 2009) – e bibliográfica – que implica em um conjunto ordenado de procedimentos na busca por soluções, atento ao objeto de estudo, que não pode ser aleatório (LIMA & MIOTO, 2007).

As principais fontes de informação consistiram no Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém, em relatórios operacionais e cadastros técnico e comercial; e, complementarmente, no levantamento de informações em campo, para estudar o impacto do tipo de captação de Setores integrantes de SAAs na eficiência e na sustentabilidade econômica do prestador de serviços de abastecimento de água do município de Belém.

A pesquisa tem como objeto de estudo dois Setores integrantes de Sistemas de Abastecimento de Água com diferentes mananciais de água bruta, localizados no município de Belém; cuja localização geográfica está ilustrada a seguir, no Mapa 1:



Mapa 1 – Localização do município de Belém na Região Metropolitana homônima.

O município de Belém, além de integrante da RMB, pertence à Microrregião homônima. A sede municipal tem as coordenadas geográficas 1°27'20"S e 48°30'15"W. A extensão territorial do município é de 1.059,46 km² (IBGE, 2019), enquanto a população residente estimada é de 1.499.641 habitantes (IBGE, 2020).

O objeto da pesquisa são os SAAs gerenciados pela COSANPA, que é empresa do tipo sociedade de economia mista com administração pública, responsável pela operação dos SAAs e SES de 55 dos 144 municípios do estado do Pará.

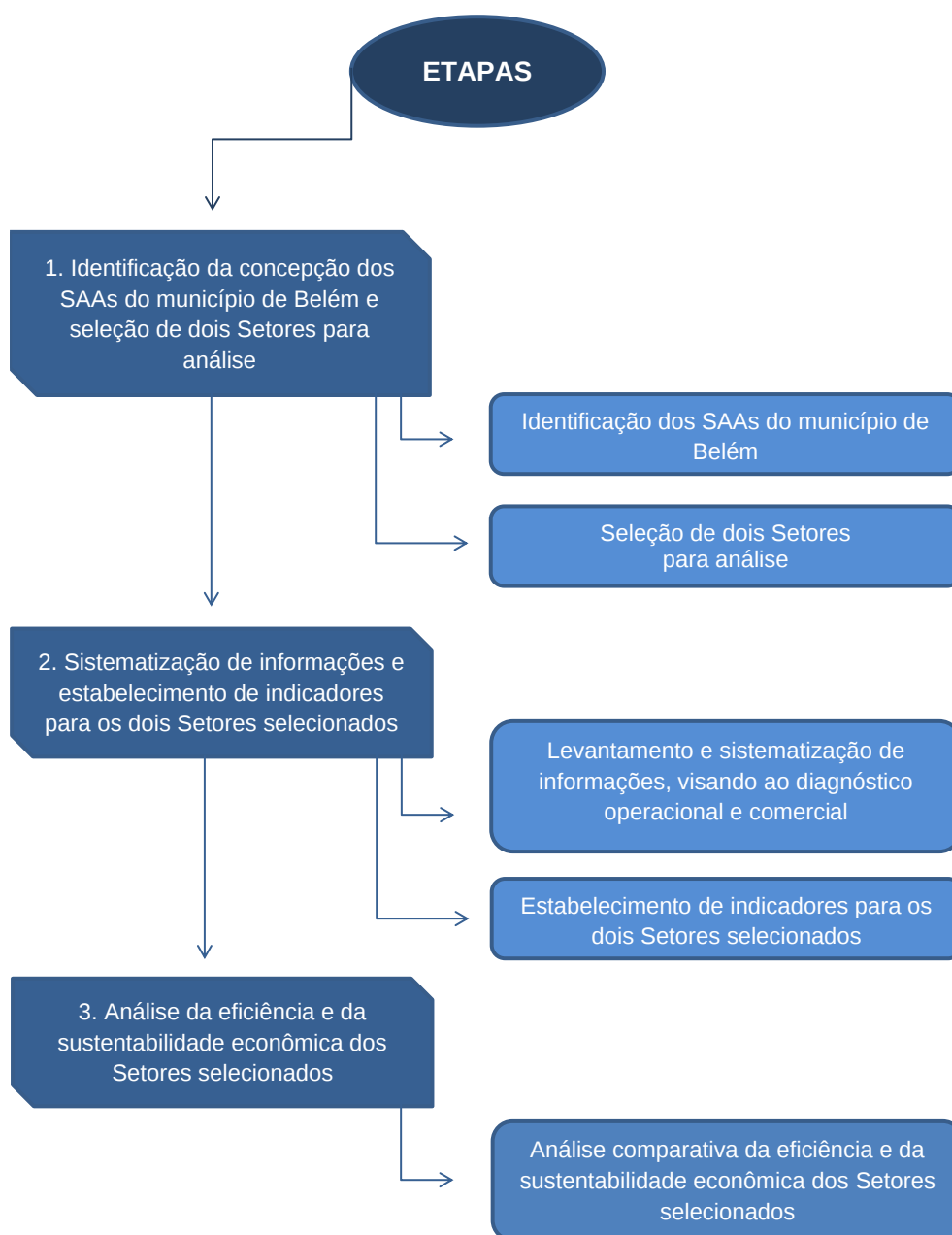
Os principais indicadores relativos à prestação do serviço de abastecimento de água no município de Belém estão reunidos na Tabela 1:

Tabela 1 – Dados gerais de abastecimento de água do município de Belém.

Indicadores	Valores	Unidades
Consumo Médio per capita de Água	126,91	<i>L/hab.dia</i>
Índice de Atendimento Total de Água	70,30	%
Índice de Atendimento Urbano de Água	70,90	
Índice de Hidrometração	46,22	
Índice de Macromedicação	15,41	
Índice de Micromedicação Relativo ao Consumo	49,02	
Índice de Perdas na Distribuição	39,87	<i>L/ligação.dia</i>
Índice de Perdas por Ligação	390,58	
Tarifa Média de Água	3,36	<i>R\$/m³</i>

Etapas da Pesquisa

O desenvolvimento do estudo proposto foi realizado em três etapas: a) identificação da concepção dos SAAs do município de Belém e seleção de dois Setores para análise, sendo os mesmos distintos em relação ao manancial de captação de água; b) levantamento e sistematização de informações operacionais e de despesas e estabelecimento de indicadores para os dois Setores previamente selecionados e c) análise comparativa da eficiência e da sustentabilidade econômica dos Setores selecionados. Essas etapas estão ilustradas a seguir, no Esquema 1:



Esquema 1 – Etapas integrantes da Metodologia.

A primeira etapa consistiu na identificação dos Sistemas de Abastecimento de Água do município de Belém e na seleção dos dois Setores que serão escopo do presente estudo.

Na segunda etapa, foram levantados e sistematizados dados para os dois Setores selecionados, mediante a coleta de informações gerenciais e de controle junto à COSANPA; resultando no estabelecimento de indicadores relacionados à eficiência operacional e à sustentabilidade econômica.

Por fim, na última etapa, foi realizada análise comparativa da eficiência e da sustentabilidade econômica por Setor estudado; sendo que o detalhamento das atividades desenvolvidas em cada uma dessas etapas se encontra a seguir.

RESULTADOS

Identificação dos Sistemas de Abastecimento de Água do município de Belém

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2013), um sistema de abastecimento de água pode ser classificado como integrado quando abastece mais de um município. Esses sistemas são constituídos para atender, principalmente, as demandas de regiões metropolitanas e de regiões com baixa disponibilidade hídrica.

A região metropolitana de Belém é constituída de 04 (quatro) SAA's classificados como Integrados, a saber: *SAA Bolonha – Zona Central*, *SAA Bolonha – Zona de Expansão*, *SAA Utinga – São Brás* e *SAA Utinga – 5º Setor*, conforme ilustrado na Figura 1:

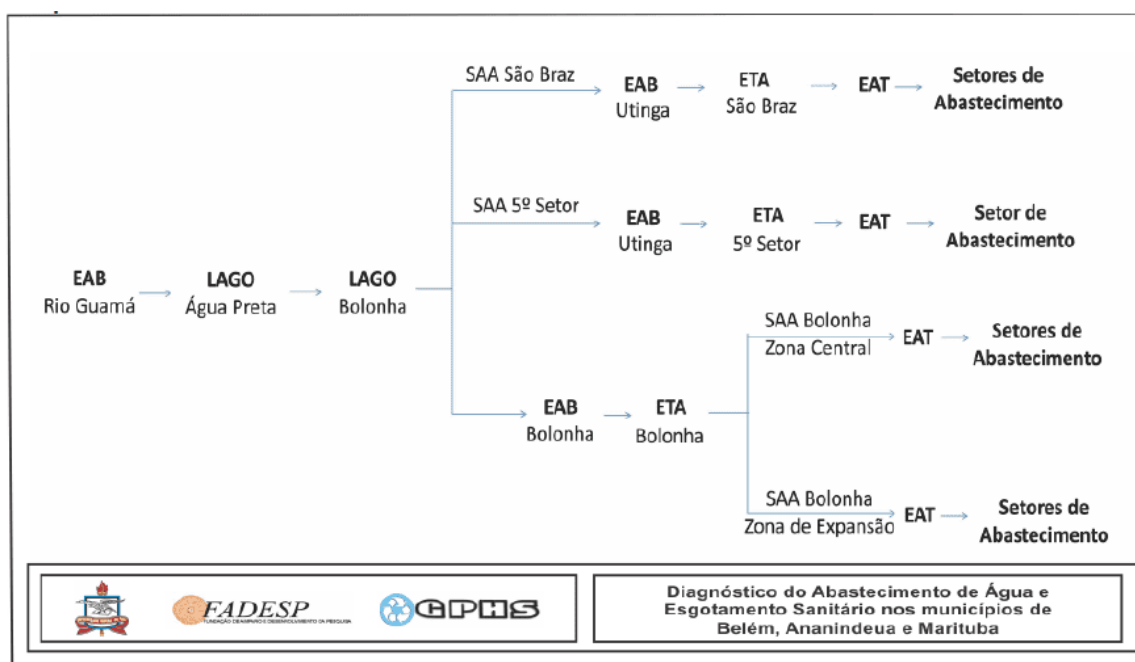


Figura 1 – Configuração dos SAA Bolonha – Zona Central, SAA Utinga – São Brás, SAA Utinga – 5º Setor e SAA Bolonha – Zona de Expansão.

Paralelamente, de acordo com a Agência Nacional de Águas (2013), um sistema de abastecimento de água pode ser classificado como isolado quando abastecem a(s) área(s) urbana(s) de um único município. Esses sistemas podem contar com fonte de captação do tipo subterrânea. Os municípios que utilizam fontes subterrâneas para abastecimento de água estão localizados, em sua maioria, em locais onde há sistemas aquíferos com boa disponibilidade hídrica.

Nesse sentido, o município de Belém é constituído por treze SAAs classificados como Isolados, a saber: *SAA 10º Setor*, *SAA Águas Lindas/Verdejante*, *SAA Pratinha*, *SAA Panorama XXI*, *SAA Catalina*, *SAA Benguí*, *SAA Cordeiro de Farias*, *SAA IPASEP*, *SAA Benjamin Sodré/Sideral*, *SAA Coqueiro*, *SAA Ariri/Bolonha*, *SAA Canarinho* e *SAA Tenoné*.

Portanto, nesse universo de SAAs existentes no município de Belém, em função da proximidade quanto à População Atendida e à Área de Cobertura, para avaliação na presente pesquisa, foram selecionados os Sistemas denominados “Bolonha – Zona de Expansão – 12º Setor” (*População Atendida*: 28.304 habitantes; *Área de Cobertura*: 1,84 km²) e “23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral” (*População Atendida*: 24.966 habitantes; *Área de Cobertura*: 1,48 km²).

A caracterização das unidades constituintes do 12º Setor e do 23º Setor estão reunidas a seguir, nas Tabelas 2 e 3:

Tabela 2 – Caracterização das unidades constituintes do 12º Setor.

Dados	12º Setor – C1	
Manancial	Superficial	
Sistema de Produção	ETA Bolonha	
Estação Elevatória – CMB	Bombeamento a partir da EEAT Bolonha – Zona de Expansão diretamente para os Reservatórios Elevados do 12º Setor, com vazão de chegada de 313 m³/h	
Adutora de Chegada	Extensão (m)	3.945,4
	Material	FºFº
Tubulação de Chegada	Diâmetro (mm)	–
	Material	
Reservatório Elevado	Volume útil (m³)	350 e 700
	Área útil (m²)	112,90 e 162,86
Tubulação de Recalque	Diâmetro (mm)	200 e 200
	Material	FoFo e aço
Tubulação de Distribuição	Diâmetro (mm)	200 e 250
	Material	FoFo e aço
Rede de Distribuição de Água	Extensão (m)	30.005,20
	Material	Cimento Amianto, PVC/PBA, PVC/DEFoFo e FºFº

Fonte: COSANPA (2021a).

Tabela 3 – Caracterização das unidades constituintes do 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral.

(continua)

Dados			SAA Benjamin Sodré/Sideral
Manancial			Subterrâneo
3 Poços	Poço P-5	Profundidade (m)	200
		Vazão (m³/h)	73
		Alt. Manométrica (m)	19,70
	Poço P-7	Profundidade (m)	272
		Vazão (m³/h)	187
		Alt. Manométrica (m)	36,4
	Poço P-8	Profundidade (m)	268
		Vazão (m³/h)	141
		Alt. Manométrica (m)	37,4
Adutora de Água Bruta	Material		-
	Comprimento (m)		
	Diâmetro (mm)		
Estação de Tratamento de Água		ETA tipo desferrização composta de aerador tipo bandeja e filtros rápidos, com capacidade de tratamento de 460 m³/h	

(conclusão)

Dados		SAA Benjamin Sodré/Sideral
Reservatório Apoiado	Volume útil (m³)	300
Estação Elevatória de Água Tratada	Configuração	1+1
	Vazão (m³/h)	460
	Alt. Manométrica (m)	35
Reservatório Elevado	Volume útil (m³)	200 + 300
Tubulação de Chegada	Diâmetro (mm)	150
	Material	FoFo
Tubulação de Recalque	Diâmetro (mm)	200; 250; 300
	Material	FoFo; Aço; FoFo
Tubulação de Distribuição	Diâmetro (mm)	150; 300
	Material	FoFo; Aço
Rede de Distribuição de Água	Extensão (m)	34.845,00

Fonte: COSANPA (2021a).

Levantamento de informações e estabelecimento de indicadores para os dois Setores selecionados

Na sequência, na Tabela 4, segue detalhamento das informações operacionais e comerciais levantadas do 12º Setor – C1 e do 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral:

Tabela 4 – Resumo das informações operacionais e comerciais levantadas no 12º Setor – C1 e no 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral.

(continua)

Informações	SAAs		Unidades
	12º Setor – C1	23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral	
Extensão da Rede de Água	30,005	34,845	km
Volume de Água Macromedido	3.330,024	3.313,22	$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$
	0,11765	0,13271	$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{hab.ano}$
Volume de Água Faturado	1.029,672	905,363	$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$
	0,03638	0,03626	$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{hab.ano}$
Volume de Água Micromedido	591,551	141,221	$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$
	0,02090	0,00566	$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{hab.ano}$
Arrecadação Total	4.473.912,60	1.152.159,52	R\$/ano
	158,07	46,15	R\$/hab.ano
Consumo Total de Energia Elétrica em SAA's	4.066,72	2.030,25	$\times 10^3 \text{ kWh/ano}$
	0,14368	0,08132	$\times 10^3 \text{ kWh/hab.ano}$
Despesas de Exploração com Energia Elétrica	1.561.248,64	1.042.236,71	R\$/ano
	55,16	41,75	R\$/hab.ano

(conclusão)

Informações	SAAs		Unidades
	12º Setor – C1	23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral	
Despesas de Exploração com Produtos Químicos	261.528,96	63.423,00	R\$/ano
	9,24	2,54	R\$/hab.ano
Despesas de Exploração com Pessoal Próprio	45.003,36	35.169,29	R\$/ano
	1,59	1,41	R\$/hab.ano
Despesas de Exploração com Serviços de Terceiros	112.190,23	23.431,77	R\$/ano
	3,96	0,93	R\$/hab.ano

Fonte: COSANPA (2021a); (2021b).

A comparação das informações levantadas para o 12º Setor – C1 e para o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral, bem como o estabelecimento de indicadores preliminares para os Volumes Macromedido, Faturado e Micromedido (em $\times 10^3 m^3/hab.ano$, em $\times 10^3 m^3/economia.ano$ e em $\times 10^3 m^3/km.ano$) e para as parcelas constituintes das Despesas de Exploração (em R\$/hab.ano e em R\$/economia.ano), permitem concluir que, apesar de distintas entre si quanto ao manancial e à configuração, os referidos Setores são próximos entre si quanto ao “Consumo Total de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água” ($0,14368 \times 10^3 kWh/hab.ano$ e $0,17966 \times 10^3 kWh/econ.ano$ para o 12º Setor, bem como $0,08132 \times 10^3 kWh/hab.ano$ e $0,30659 \times 10^3 kWh/econ.ano$ para o 23º Setor), às “Despesas de Exploração com Energia Elétrica” (R\$55,16/hab.ano e R\$ 68,96/econ.ano para o 12º Setor, bem como R\$41,75/hab.ano e R\$157,39/econ.ano para o 23º Setor) e às “Despesas de Exploração com Pessoal Próprio” (R\$1,59/hab.ano e R\$6,00/econ.ano para o 12º Setor, bem como R\$1,41/hab.ano e R\$5,31/econ.ano para o 23º Setor).

Em contrapartida, quanto às “Despesas de Exploração com Produtos Químicos” (R\$9,24/hab.ano e R\$34,84/econ.ano para o 12º Setor, bem como R\$2,54/hab.ano e R\$9,58/econ.ano para o 23º Setor) e às “Despesas de Exploração com Serviços de Terceiros” (R\$3,96/hab.ano e R\$16,94/econ.ano para o 12º Setor, bem como R\$0,93/hab.ano e R\$3,54/econ.ano para o 23º Setor), verificou-se que o Setor integrante de Sistema atendido por manancial superficial apresentou despesas superiores ao Setor atendido por manancial subterrâneo.

Esse fenômeno pode ser atribuído à quantidade de produtos químicos utilizada para potabilização da água bruta distribuída a partir do Sistema Produtor Bolonha, bem como à maior idade da Rede de Distribuição de Água assentada no 12º Setor em relação ao 23º Setor, expressa mediante a existência de redes de Cimento Amianto naquele, ao contrário deste; aumentando diretamente a probabilidade da ocorrência de vazamentos (perdas físicas).

Na análise dos indicadores de eficiência operacional, para o 12º Setor – C1 e para o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral, conforme as fórmulas propostas no SNIS (2020b), podem ser destacados os indicadores referentes às perdas físicas no 12º Setor – C1 e no 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral, conforme Gráfico 1, a seguir:

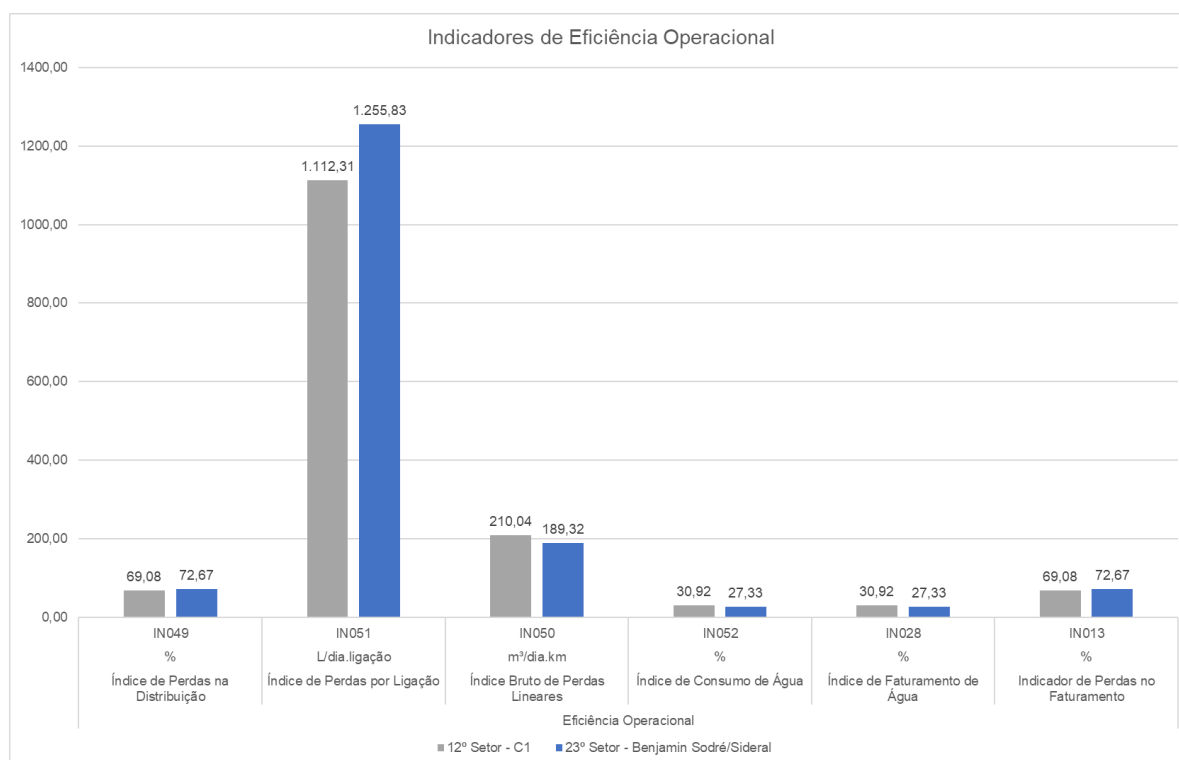


Gráfico 1 – Indicadores de eficiência operacional relacionados às perdas físicas nos SAAs.

Conceitualmente, as perdas físicas constituem parcela intrinsecamente vinculada aos Sistemas de Abastecimento de Água, devendo ser consideradas no balanço hídrico. O volume de água perdido é resultante da subtração do volume consumido (faturado) do volume total explotado (produzido/macromedido) e se aplica a todas as unidades do SAA.

No caso, quanto ao “Índice de Perdas na Distribuição”, foram observados percentuais da ordem de 69,08% (12º Setor) e 72,67% (23º Setor). Para ambos os Setores, esse indicador foi superior à média do Estado do Pará (29,83%) e à média Nacional (27,21%); ilustrando a necessidade da priorização de investimentos, pela concessionária, em programas institucionais de controle e de redução de perdas de água.

Esse padrão, de elevadas perdas físicas nos dois Setores pesquisados, é confirmado pelos indicadores de “Índice de Perdas por Ligação” (L/dia.ligação) e de “Índice Bruto de Perdas Lineares” (m³/dia.km); tendo em vista que, tanto para o 12º Setor – C1 quanto para o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral, os indicadores calculados foram superiores às médias estadual e nacional constantes no SNIS (2020a).

Complementarmente, esses indicadores estão coerentes com os determinados por Viegas (2009) para o Conjunto Residencial Benjamin Sodré, atendido pelo 23º Setor, a saber: “Índice de Perdas na Distribuição” – 70,04%; “Índice de Perdas por Ligação” – 1.446 L/ligação.dia e “Índice Bruto de Perdas Lineares” – 157,96 m³/dia.km ou L/dia.m.

A seguir, no Gráfico 2, estão reunidos os indicadores complementares de eficiência operacional relacionados ao 12º Setor – C1 e para o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral:

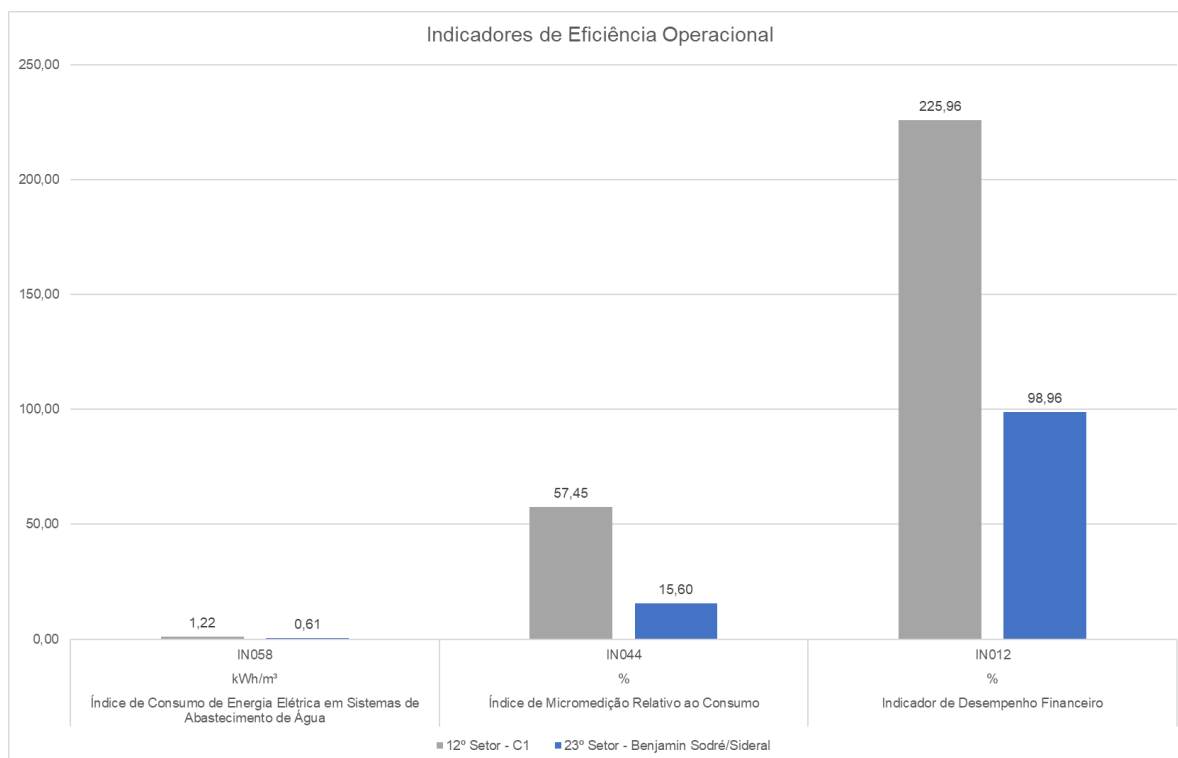


Gráfico 2 – Indicadores complementares de eficiência operacional referentes aos SAAs pesquisados.

Quanto ao “Índice de Micromedição relativo ao Consumo” (%), foram calculados percentuais na ordem de 57,45% (12º Setor) e 15,60% (23º Setor), que ilustram a fração do volume micromedido (hidrometrado) em relação ao volume macromedido (distribuído). Para o 12º Setor – C1, esse indicador foi superior à média do Estado do Pará (50,77%) e inferior à média brasileira (68,01%), enquanto para o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral, o indicador calculado foi inferior aos referidos valores de referência estadual e nacional; destacando a necessidade de fortalecimento da performance comercial no referido Setor no que tange a micromedição.

Paralelamente, quando comparadas as Despesas de Exploração de ambos os Setores com as receitas advindas da cobrança pela prestação dos serviços, o que é ilustrado pelo “Indicador de Desempenho Financeiro” (%), verifica-se que, nos dois casos, o montante arrecadado supera e/ou é demasiadamente próximo das despesas registradas, principalmente para o 12º Setor – C1 (225,96%); representando situação favorável à sustentabilidade econômica dos referidos Sistemas.

Por fim, quanto ao “Índice de Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água”, foram observados os valores de 1,22 kWh/m³ (12º Setor) e de 0,61 kWh/m³ (23º Setor).

Esse indicador está diretamente relacionado à informação de “Consumo Total de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água” ($\times 10^3$ kWh/hab.ano), que, por sua vez, está relacionada com a configuração e o tipo de unidades, com o número de equipamentos e com a rotina de operação e manutenção do SAA (PEREIRA & CONDURÚ, 2014). Portanto, a diferença entre o referido indicador, para ambos os Setores, está intrinsecamente associada, dentre outros fatores, aos vários bombeamentos necessários para a disponibilização do volume de água distribuído no 12º Setor – C1 a partir do Sistema Produtor Bolonha.

A seguir, estão listados os indicadores de sustentabilidade econômica calculados para o 12º Setor – C1 e para o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral.

Análise da eficiência e da sustentabilidade econômica dos Setores selecionados

Nessa etapa, foi realizada a análise da eficiência e da sustentabilidade econômica na prestação dos serviços no município de Belém, especificamente dos Setores estudados, a partir dos indicadores calculados para cada Sistema e dos valores de referência estabelecidos; bem como das notas previstas para atribuição em função do enquadramento desses indicadores nos intervalos compostos pelos respectivos valores de referência, conforme as Tabelas 5 e 6, a seguir:

Tabela 2 – Análise de eficiência operacional do 12º Setor – C1 e do 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral.

Tabela 2 – Análise de eficiência operacional do 12º Setor – C1 e do 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral					
Indicadores	Unidades	12º Setor – C1		23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral	
		Calculado	Nota/Categoria de Qualidade	Calculado	Nota/Categoria de Qualidade
Índice de Perdas na Distribuição	%	69,08	3,00 (Ruim)	72,67	3,00 (Ruim)
Índice de Perdas por Ligação	<i>L/dia.ligação</i>	1.112,31	3,00 (Ruim)	1.255,83	3,00 (Ruim)
Índice Bruto de Perdas Lineares	<i>m³/dia.km</i>	210,04	3,00 (Ruim)	189,32	3,00 (Ruim)
Índice de Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água	kWh/m³	1,22	3,00 (Ruim)	0,61	9,00 (Excelente)
Índice de Consumo de Água	%	30,92	3,00 (Ruim)	27,33	3,00 (Ruim)
Índice de Micromedição Relativo ao Consumo		57,45	7,00 (Bom)	15,60	3,00 (Ruim)
Índice de Faturamento de Água		30,92	3,00 (Ruim)	27,33	3,00 (Ruim)
Indicador de Perdas no Faturamento		69,08	3,00 (Ruim)	72,67	3,00 (Ruim)
Indicador de Desempenho Financeiro		225,96	9,00 (Excelente)	98,96	9,00 (Excelente)
Nota Final			41,11 (Ineficiente)		43,33 (Ineficiente)

Nota: A determinação da nota final, referente às condições de eficiência operacional e de sustentabilidade econômica dos dois Setores selecionados, foi realizada a partir da escala recomendada por Bezerra (2012).

Tabela 3 – Análise de sustentabilidade econômica do 12º Setor – C1 e do 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral.

Indicadores	Unidades	12º Setor – C1		23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral	
		Calculado	Nota/Categoria de Qualidade	Calculado	Nota/Categoria de Qualidade
Despesa Total com os Serviços por Metro Cúbico Faturado	R\$/m ³	1,92	9,00 (Excelente)	1,29	9,00 (Excelente)
Despesa de Exploração por Economia	R\$/economia.ano	263,71	7,00 (Bom)	175,82	9,00 (Excelente)
Participação da Despesa com Pessoal Próprio nas Despesas de Exploração	%	2,27	9,00 (Excelente)	1,78	9,00 (Excelente)
Participação da Despesa com Energia Elétrica nas Despesas de Exploração		78,85	3,00 (Ruim)	52,64	3,00 (Ruim)
Participação da Despesa com Produtos Químicos nas Despesas de Exploração		13,21	3,00 (Ruim)	3,20	9,00 (Excelente)
Tarifa Média de Água	R\$/m ³	4,34	9,00 (Excelente)	1,27	3,00 (Ruim)
Nota Final		66,67 (Parcialmente Sustentável)		70,00 (Parcialmente Sustentável)	

Nota: A determinação da nota final, referente às condições de eficiência operacional e de sustentabilidade econômica dos dois Setores selecionados, foi realizada a partir da escala recomendada por Bezerra (2012).

Conforme observado na Tabela 5, a maioria dos indicadores de eficiência operacional, tanto para o 12º Setor – C1, quanto para o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral, ficaram enquadrados na categoria “Ruim”; o que contribuiu diretamente para a classificação de ambos os SAAs como “Ineficientes”.

Essa situação foi resultante, principalmente, dos indicadores relacionados às perdas físicas nos Sistemas, como o “Índice de Perdas na Distribuição” (%), o “Índice de Perdas por Ligação” (*L/dia.ligação*), o “Índice Bruto de Perdas Lineares” (*m³/dia.km*), o “Índice de Consumo de Água” (%), o “Índice de Faturamento de Água” (%) e o “Indicador de Perdas no Faturamento” (%); onde os mesmos ficaram demasiadamente distantes dos respectivos valores de referência, conforme levantado no SNIS (2019a), a saber: de 27,21 a 41,91%; de 259,77 a 546,01 *L/dia.ligação*; de 17,85 a 41,42 *m³/dia.km*; de 58,09 a 72,79%; de 58,08 a 69,61% e de 30,39 a 64,40%; respectivamente.

Em contrapartida, o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral apresentou uma excelente classificação quanto ao “Índice de Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água” (kWh/m^3), bem como o 12º Setor – C1 demonstrou uma boa performance comercial quanto à hidrometração, o que resultou no enquadramento do “Índice de Micromedição Relativo ao Consumo” (%) na categoria “Bom”. Complementarmente, ambos os Sistemas apresentaram avaliação “Excelente” quanto ao “Indicador de Desempenho Financeiro” (%); representando situação favorável quanto à sustentabilidade econômica dos mesmos.

Paralelamente, conforme verificado na Tabela 6, em contrariedade ao desempenho majoritariamente ruim dos indicadores de eficiência operacional, os indicadores de sustentabilidade econômica apresentaram desempenho categorizado, em sua maioria, como “Excelente”; destacadamente na “Despesa Total com os Serviços por Metro Cúbico Faturado” ($\text{R}\$/\text{m}^3$), na “DEX por economia” ($\text{R}\$/\text{economia.ano}$) – para o 23º Setor, na “Participação da Despesa com Pessoal Próprio na DEX” (%), na “Participação da Despesa com Produtos Químicos na DEX” (%) – para o 23º Setor, e na “Tarifa Média de Água” ($\text{R}\$/\text{m}^3$) – para o 12º Setor.

Contrariamente, os indicadores “Participação da Despesa com Energia Elétrica na DEX” (%), “Participação da Despesa com Produtos Químicos na DEX” (%) – para o 12º Setor, e “Tarifa Média de Água” ($\text{R}\$/\text{m}^3$) – para o 23º Setor, apresentaram classificação “Ruim”; contribuindo para que ambos os Setores estudados expressassem nota final enquadrada como “Parcialmente Sustentável”.

CONCLUSÕES

A partir da realização do presente trabalho, foi permitido o diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água localizados no município de Belém, capital do estado do Pará, operados pela Companhia de Saneamento do Pará.

Quanto aos indicadores de Eficiência Operacional, foi verificado que, apesar dos indicadores de perdas físicas serem análogos para ambos os Setores estudados (69,08% para o 12º Setor – C1 e 72,67% para o 23º Setor – Benjamin Sodré/Sideral), do ponto de vista da performance comercial, o Setor integrante de SAA com manancial superficial (12º Setor) possui maior “Índice de Micromedição Relativo ao Consumo” (57,45%) e de arrecadação em relação ao montante faturado, denominado “Indicador de Desempenho Financeiro” (225,96%), em relação ao Setor integrante de SAA com manancial subterrâneo (23º Setor).

Mesmo não havendo relação direta entre o tipo de manancial e a performance comercial dos Setores, em função da equalização das Despesas de Exploração no SAA Integrado relacionada à maior abrangência/coertura do Sistema, mesmo com gastos elevados percentuais de Energia Elétrica (78,85%) e de Produtos Químicos (13,21%), essas despesas foram mais facilmente superadas frente ao montante arrecadado no referido Setor – DEX Total de $\text{R}\$1.980.037,18$ e Arrecadação de $\text{R}\$4.473.912,60$; ilustrando os ganhos de escala do SAA Integrado com manancial superficial, conforme ilustrado pelos indicadores preliminares relacionados por $\text{x}10^3\text{m}^3/\text{hab.ano}$, $\text{R}\$/\text{hab.ano}$ e $\text{R}\$/\text{economia.ano}$.

Além disso, no Sistema Integrado, em função da concentração das instalações de captação, adução, tratamento, reservação e elevação, o controle operacional é otimizado; o que é particularmente útil em grandes conglomerados urbanos, que possuem grandes demandas de água potável.

Complementarmente, de acordo com estudo elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), o Aquífero Pirabas, que é mais explorado em razão do maior volume de produção de água e do menor teor de ferro, com vazões médias da ordem de $250 \text{ m}^3/\text{h}$, armazena cerca de 84% de toda a reserva hídrica subterrânea da Região Metropolitana de Belém, sendo que, nesse universo, somente 3,2% compõe a denominada reserva renovável. Portanto, a exploração de água subterrânea no município de Belém, considerando o caráter não-renovável do principal Sistema Aquífero, deve ser cuidadosamente gerenciada, em conformidade com as regulamentações do órgão gestor de recursos hídricos.

Por sua vez, quanto aos indicadores de Sustentabilidade Econômica, foi verificada a necessidade de otimização das Despesas de Exploração com Energia Elétrica de ambos os Setores estudados e com Produtos Químicos no Setor integrante de SAA com manancial superficial, em função do elevado percentual de incidência dessas parcelas na DEX Total. Nesse sentido, é necessária a incorporação de premissas de

eficiência hidroenergética na otimização das rotinas operacionais dos referidos Sistemas, bem como a determinação dos produtos químicos – coagulantes, polímeros auxiliares de floculação e agentes desinfetantes –, mais adequados para a realidade local, especialmente no que tange a sazonalidade da qualidade da água bruta do manancial superficial utilizado para abastecimento público, além da verificação das dosagens ótimas indicadas por meio da realização de ensaios contínuos de tratabilidade.

Por fim, ambos os Setores pesquisados foram classificados, quanto à análise de eficiência e de sustentabilidade econômica, como ineficientes e parcialmente sustentáveis, respectivamente, o que ilustra a necessidade urgente pelo aperfeiçoamento da gestão operacional e comercial da concessionária regional prestadora dos serviços; visando ao atendimento das premissas da Lei n.º 14.206/2020, bem como à garantia da capacidade econômico-financeira do prestador, conforme previsto no Decreto n.º 10.710/2021 (BRASIL, 2021), contribuindo para a expansão continuada da cobertura dos sistemas e, por conseguinte, para a universalização do abastecimento de água potável no município de Belém.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2013). Atlas Geográfico Digital de Recursos Hídricos do Brasil. Disponível em: <<http://portal1.snirh.gov.br/atlasrh2013/>>. Acesso em: 13 mai. 2020.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2018). Estudos Hidrogeológicos para a Gestão das Águas Subterrâneas da Região de Belém/PA. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/4e560d0e-9534-44e2-8e19-31ba5fb3596a>>. Acesso em: 16 jul. 2021.
3. BARROS, A. J. A.; MESQUITA, K. F. C.; BEZERRA, G. C. M.; CONDURU, M. T.; PEREIRA, J. A. R. Impacto da Expansão da Rede de Distribuição de Água na Despesa de Energia Elétrica nos Municípios do Arquipélago do Marajó, estado do Pará, Brasil. In: SEMINÁRIO IBEROAMERICANO DE REDES DE AGUA POTABLE Y DRENAJE URBANO, 15., 2017, Bogotá – Colômbia. Anais[...]. Bogotá – Colômbia: Universidad de Los Andes, 2017.
4. BEZERRA, G. C. M. Avaliação da Sustentabilidade da Prestação dos Serviços de Abastecimento de Água em Municípios. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2012.
5. BRASIL (2020). Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm>. Acesso em: 01 ago. 2020.
6. BRASIL (2021). Decreto n.º 10.710, de 31 de maio de 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.710-de-31-de-maio-de-2021-323171056>>. Acesso em: 03 jun. 2021.
7. COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ – COSANPA. Relatório de Informações Operacionais e Comerciais. Belém/PA, 2021a.
8. COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ – COSANPA. Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento – GSAN. Belém/PA, 2021b.
9. FERREIRA, J. F. H. Avaliação do Consumo e da Despesa de Energia Elétrica no Estudo de Concepção de Sistema de Abastecimento de Água. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2019.
10. FREITAS, N. C. Proposta de um Sistema de Apuração de Custos para Empresas de Saneamento: Um Estudo de Caso na Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Controladoria) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2008.
11. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). IBGE Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 28 mai 2020.
12. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2020). Projeções Populacionais. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 28 mai 2020.
13. LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos Metodológicos na Construção do Conhecimento Científico: a Pesquisa Bibliográfica. Rev. Katál, Florianópolis/SC, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007.
14. PEREIRA, J. A. R.; CONDURÚ, M. T. Abastecimento de Água: Informação para Eficiência Hidroenergética. 1ª ed. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2014. 127 p.
15. SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. Método de Pesquisa. 1ª ed. Porto Alegre/PR: Editora da UFRGS, 2009.
16. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (2020a). Série Histórica. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

17. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (2020b). Glossário de Informações e Indicadores. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos>>. Acesso em: 29 jul. 2020.
18. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento. Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário dos Municípios de Belém, Ananindeua e Marituba. Belém: UFPA/NUMA, 2013. 1 v., 295 p.
19. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento. Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém. Belém: UFPA/NUMA, 2006. 2 v., 285 p.