

## **PLANEJAMENTO CENTRALIZADO OU DESCENTRALIZADO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: DESAFIO PARA A TOMADA DE DECISÃO DOS INVESTIMENTOS NO MUNICÍPIO DE BELÉM/PA**

### **CENTRALIZED OR DECENTRALIZED PLANNING OF SANITARY SEWAGE SYSTEMS: A CHALLENGE FOR INVESTMENT DECISION MAKING IN THE MUNICIPALITY OF BELÉM/PA**

Arllen Augusto Gomes Souza<sup>1</sup>  
José Almir Rodrigues Pereira<sup>2</sup>

Data de recebimento: 03/08/2022

Data de aceite: 26/11/2022

#### **Resumo**

Analisa a concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) do município de Belém, Pará, considerando os instrumentos de planejamento do titular e do prestador do serviço. Nas Etapas 1 e 2 foram levantados e sistematizados os dados do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário - PDSES (2010-2030) da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e o Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB (2020-2040) da Prefeitura de Belém. Em seguida, as alternativas de concepção foram comparadas com o período de atendimento, a população atendida no início e no final do planejamento, o número de bacias de esgotamento (BEs) e o valor do investimento no SES. Apesar das grandes diferenças de concepção e de população no último ano de planejamento (19 BEs e 2.205.002 hab. em 2030 no PDSES e 5 BEs e 1.508.986 hab. em 2040 no PMSB), os dois instrumentos de planejamento são utilizados em projetos e obras no SES de Belém. Foi constatado que a centralização do SES é mais onerosa (R\$ 2.012.277.148,00) quando comparada com a concepção descentralizada (R\$ 1.096.711.299). Foi recomendado que o titular e o prestador dos serviços uniformizem o planejamento do SES de Belém, com concepção adequada para otimização dos recursos até o ano da meta (2033) estabelecida na Lei 14.026/2020.

**Palavras-Chave:** Sistema de Esgotamento Sanitário. Descentralização. Centralização. Plano Diretor. Plano Municipal.

#### **Abstract**

<sup>1</sup> Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Pesquisador do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS/UFPA). E-mail: [arllensouza@gmail.com](mailto:arllensouza@gmail.com)

<sup>2</sup> Engenheiro Sanitarista (UFPA). Mestre em Recursos Hídricos (UFPA) e Doutor em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP). Coordenador do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS/UFPA) e Professor da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: [rpereira@ufpa.br](mailto:rpereira@ufpa.br)

The present work analyzes the design of the Sanitary Sewage System (SES) in the city of Belém, Pará, considering the planning instruments of the holder and the service provider. In Steps 1 and 2, data from the Sanitary Sewage Master Plan - PDESES (2010-2030) of the Pará Sanitation Company (COSANPA) and the Municipal Basic Sanitation Plan - PMSB (2020-2040) of the Municipality of Belém had their data collected and systematized. Then, the design alternatives were compared with the service period, the population served at the beginning and end of the planning, the number of sewage basins (BEs), and the value of the investment in the SES. Despite the large differences in design and population in the last year of planning (19 BEs and 2,205,002 inhab. in 2030 in the PDESES and 5 BEs and 1,508,986 inhab. in 2040 in PMSB), the two planning instruments are used in projects and works at the SES in Belém. It was found that the centralization of the SES is more expensive (R\$ 2,012,277,148.00) when compared to the decentralized design (R\$ 1,096,711,299). It was recommended that the holder and the service provider standardize the planning of the SES of Belém, with an adequate design for the optimization of resources until the target year (2033) established in Law 14.026/2020.

**Keywords:** Sanitary Sewage System. Decentralization. Centralization. Master plan. Municipal Plan.

---

## Introdução

A Organização das Nações Unidas (ONU), em 2010, considerou o acesso ao esgotamento sanitário como um direito humano. Contudo, mais de uma década depois, o atendimento com Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) ainda se encontra deficiente em relação à coleta e tratamento do esgoto, dificultando, ainda mais, o alcance para a universalização do esgotamento sanitário.

Essa situação é observada no Brasil, pois, de acordo com o Sistema Nacional Sobre Saneamento (SNIS), somente 55,00% dos brasileiros possuem acesso ao serviço de coleta de esgoto e aproximadamente 50,80% do esgoto coletado no país era tratado no ano de 2020 (BRASIL, 2020a).

Para tentar modificar esse cenário, o antigo Ministério das Cidades (2017), atual Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), foi verificado que o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) foi concluído em apenas 1.692 dos 5.570 municípios brasileiros, estando em elaboração em 2.091 municípios e com inconsistência em 120 municípios<sup>3</sup> (BRASIL, 2017b)

Na tentativa de modificar os números do setor de esgotamento sanitário, no artigo 11-B do Novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil (Lei Federal 14.026, de 15 de julho de 2020) foi estabelecida a meta de 90% de atendimento da população até o ano de 2033 (BRASIL, 2020c).

Para melhorar o atendimento e a qualidade de vida da população é necessário que as propostas para o esgotamento sanitário sejam fundamentadas no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de cada Titular (Município), naturalmente observando a melhoria e o uso adequado dos recursos naturais e a sustentabilidade econômica do prestador dos serviços.

Para isso, é indispensável que os instrumentos de planejamento tenham informações que fundamentem a tomada de decisão e norteiem as ações dos gestores públicos, agentes reguladores e prestadores dos serviços quanto à implantação dos sistemas de esgotamento sanitário com concepção centralizada ou descentralizada no espaço municipal.

A decisão da concepção do SES é importante para nortear os projetos de engenharia em relação ao arranjo e ao porte das unidades de coleta, elevação, tratamento e destinação final, o que impacta diretamente nos valores a serem investidos e nos prazos de execução das obras de implantação/expansão do SES. Com isso, a tomada de decisão da centralização ou descentralização do sistema é um fator, positivo ou negativo, para o município implementar as ações que venham a atender a meta estabelecida no Novo Marco Legal do Saneamento.

Além disso, é preciso compatibilizar as diferentes propostas que nortearão os investimentos, a atividade do ente regulador e o controle social. Portanto, as posições do titular e do prestador do serviço precisam ser consensuada e estabelecidas nos instrumentos de planejamento que regem as ações do SES.

---

<sup>3</sup> Na pesquisa não foi encontrada nenhuma atualização do referido levantamento, bem como, que a definição de centralização ou descentralização do SES é dificultada pela falta e/ou deficiência do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) em muitos municípios brasileiros.

Tchobanoglous *et al.* (1998) comentam que o SES com tratamento centralizado é uma opção para atender grandes capitais, enquanto que a alternativa descentralizada é para o tratamento mais pontual de áreas específicas.

Para Suriyachan *et al.* (2012), o tratamento centralizado é usualmente utilizado em grandes cidades, em que são elevados os volumes de águas residuárias, principalmente, devido ao expressivo adensamento populacional. Os autores ainda ressaltam que a centralização do tratamento de esgoto demanda grandes áreas para a estação de tratamento e investimento elevado na rede coletora de esgoto sanitário.

Com pensamento contrário, a outra corrente técnica que defende a descentralização do SES, com o argumento da economia de recurso, e das possibilidades de implantação de forma progressiva na área do município. Capodaglio *et al.* (2016) observam que o termo de tratamento de esgoto descentralizado é utilizado quando a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) realiza o tratamento de comunidade de diferentes tamanhos demográficos. Esses autores ainda ressaltam que a opção de descentralização do tratamento favorece o lançamento do efluente tratado em corpo receptor próximo que tenha capacidade de autodepuração, além de reduzir os custos na implantação das redes coletoras e das elevatórias de esgoto sanitário.

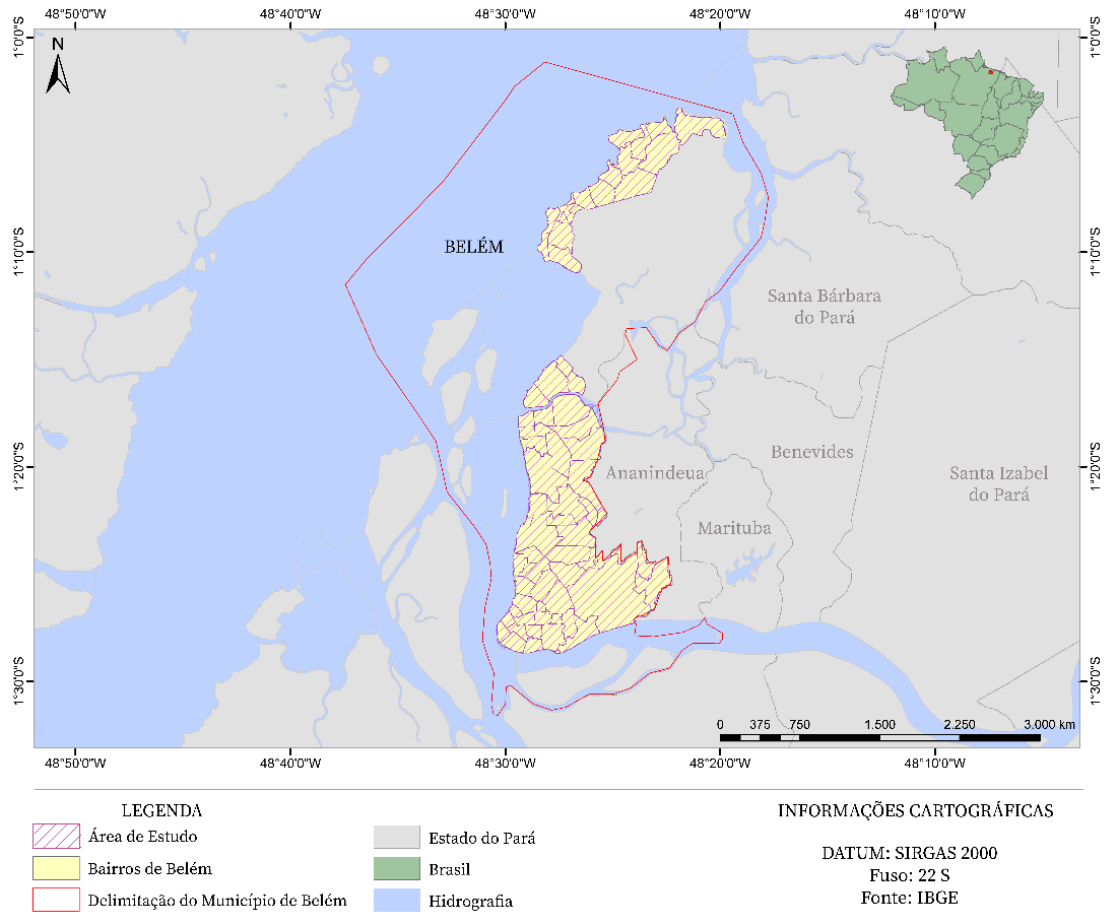
Assim, o objetivo da pesquisa é comparar e analisar as propostas de sistema centralizado e/ou descentralizado de esgotamento sanitário constando nos dois instrumentos vigentes de planejamento do setor no município de Belém.

## Metodologia

O estudo é do tipo bibliográfico pois foi elaborado a partir da coleta de dados em documentos da Prefeitura do Município de Belém (PMB) e do prestador dos serviços de esgotamento sanitário do município de Belém, no caso a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), com caráter quantitativo para quantificar as informações apresentadas nos instrumentos de planejamentos.

A pesquisa foi no município de Belém que possui limites municipais com a Baía do Marajó (Norte); municípios de Ananindeua, Santo Antônio do Tauá e Santa Bárbara do Pará (Leste); município do Acará (Sul) e Baía do Guajará (Oeste) (FAPESPA, 2017). A localização do município de Belém pode ser observada no Mapa 1.

**Mapa 1:** Localização do Município de Belém e da Área de estudo



Fonte: Autores, 2022.

A capital paraense possui extensão territorial de 1.059,466 km<sup>2</sup>, população estimada de Belém de 1.506.420 habitantes no ano de 2021 e possui sede municipal na coordenada geográfica 01° 27' 20" S de latitude Sul e 48° 30' 15" O de longitude Oeste (BRASIL, 2021d).

As atividades da pesquisa foram divididas em três etapas, conforme representado na Figura 1.

Figura 1: Representação das etapas adotadas no estudo



Fonte: Autores, 2022.

Na etapa 1 foram levantadas, sistematizadas e analisadas informações do instrumento de planejamento elaborado em Convênio de Cooperação Técnica da COSANPA com o Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS) da Universidade Federal do Pará (UFPA), sendo os documentos consultados na Unidade de Projetos e Meio Ambiente (USPA), localizada na sede administrativa da COSANPA no município de Belém.

Na etapa 2 foi analisado o segundo instrumento de planejamento, elaborado em contrato da PMB com o consórcio com a EGIS-AMPLA (Contrato n° 12/2019). As fontes de informação dessa etapa foram os documentos disponibilizados na plataforma virtual da prefeitura.

Nessas duas etapas foram elaborados mapas no *software ArcGIS 10.5*, com a ferramenta *ArcMap*, para facilitar a identificação das propostas de divisão da área em BEs, da localização das ETEs e dos corpos d'água definidos para o lançamento de efluente tratado em cada um dos instrumentos de planejamento.

Em seguida foi realizada a sobreposição das bases geradas no Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando como referência o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), para verificar as diferenças dos limites das BEs das alternativas de planejamento do setor de esgotamento sanitário na área de estudo.

Esse procedimento foi importante para o entendimento das propostas dos dois documentos vigentes e que servem de orientação ao titular (PMB) e ao prestador do serviço de coleta, tratamento e destinação final de esgoto em Belém (COSANPA).

Com isso, foi procurado verificar a compatibilidade e integração no planejamento, observando eventuais desafios para a implementação e expansão do SES na capital paraense. Nas etapas 1 e 2 foram verificadas as seguintes informações da concepção do SES nos instrumentos de planejamento de Belém:

- a) Período de planejamento;
- b) População no início e no final de plano;
- c) Divisão da área em BEs;
- d) Extensão da rede coletora de esgoto sanitário;
- e) Número de EEB;
- f) Tipo, número e capacidade das Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário; e
- g) Investimentos previstos nos instrumentos de planejamento.

A análise dos resultados das etapas 1 e 2 foram realizados na terceira etapa, no caso, a comparação das alternativas de concepção do SES dos dois instrumentos de planejamento do setor de esgotamento sanitário. Vale comentar que a análise dos dados de população atendida, redes de esgotamento sanitário, EEB e BEs foram realizadas somente para a área de estudo do município de Belém.

Para isso, foi avaliado o atual cenário da tomada de decisão de projetos e obras fundamentados em informações da COSANPA e da Prefeitura de Belém, para entender se esses órgãos seguem os documentos de planejamentos que estão vigorando, se existe compatibilidade e qual tipo de concepção será implantada (descentralizada ou centralizada) para a expansão do SES área de estudo do município de Belém.

## Resultados - Planejamento da concepção do SES (COSANPA)

O Plano Diretor de Esgotamento Sanitário (PDSES) foi elaborado para o planejamento estratégico das ações estruturais e estruturantes da COSANPA no período de 2010 a 2030, com abrangência na área urbana de cinco municípios da Região Metropolitana de Belém (Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará).

Para limitar a área de estudo, especialmente pelas BEs 07, 08, 12 e 20 englobarem áreas de Belém e de Ananindeua, no *software ArcGIS 10.5* foram criados *shapefiles* para delimitar os limites de Belém e, posteriormente, calcular as áreas das bacias na área de estudo, conforme representado na

Figura 1 e relacionado na Tabela 1.

**Figura 1:** Delimitação das áreas das BEs do limite Belém-Ananindeua pertencente à Belém

Fonte: Autores, 2022.

Os dados de áreas obtidos por meio do geoprocessamento podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Valor percentual utilizado para as BEs com limite Belém-Ananindeua

BE	Área Total (km <sup>2</sup> )	Área da BE de Belém (km <sup>2</sup> )	Área da BE de Ananindeua (km <sup>2</sup> )	Percentual calculado para BE de Belém (%)
07	5,729	5,493	0,236	96
08	16,058	11,47	4,588	71
12	6,151	2,215	3,936	36
20	27,143	3,115	24,028	11

Fonte: Autores, 2022.

Assim, com o geoprocessamento foi possível estabelecer os valores percentuais das áreas das BEs em Belém, no caso de 96% na BE 07, de 71% na BE 08, de 36% na BE 12 e de 11% na BE 20. Em seguida, foram determinados os valores de população atendida, extensão de rede e quantidade de elevatórias nas BEs.

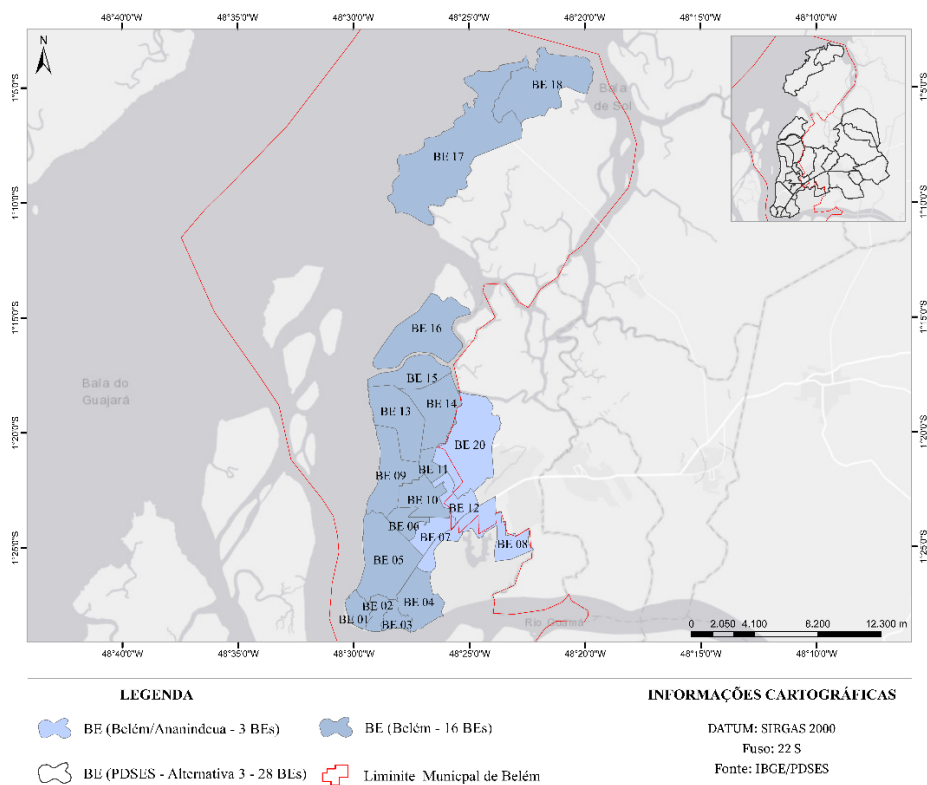
O PDSES da COSANPA foi elaborado para a universalização do atendimento da população no período de 2010 a 2030, considerando aumento de 29,50% (650.534 habitantes) da população da área de estudo, que passou de 1.554.469 habitantes em 2010 para 2.205.002 habitantes em 2030.

No Relatório Técnico V do PDSES constam três alternativas de concepção, no caso a divisão em 10, 21 e 28 BEs na área urbana dos cinco municípios (Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará), sendo a alternativa escolhida com 28 BEs. No plano foram estabelecidas metas, estimando os valores a serem investidos e definidos prazos para a elaboração de projetos e construção das obras em cada município.

A concepção de coleta e tratamento foi com 16 BEs dentro dos limites do município de Belém e 3 BEs com limites nos municípios de Belém e Ananindeua, totalizando 19 bacias, conforme pode ser observado no

## Mapa 2.

Mapa 2: Distribuição das BEs do PDSES ao longo do município



Fonte: Adaptado do PDSES 2010.

A definição da área de abrangência de cada BE no PDSES observou critérios de planialtimetria, densidade da população inicial, eixos prováveis de crescimento, localização dos corpos d'água entre outros. Isso tornou o estudo mais completo e detalhado, sendo a comparação com as duas outras alternativas de concepção importante para o estabelecimento do cenário mais viável economicamente, socialmente e ambientalmente.

A concepção três foi definida no PDSES devido à redução do diâmetro e profundidade de assentamento de coletores e interceptores, bem como pela descentralização das unidades evitar grandes vazões afluentes para as estações elevatórias e às estações de tratamento de cada BE.

Ainda foram verificados os critérios utilizados pela COSANPA na época de elaboração do PDSES, sendo adotada a relação de 1,4 metros de rede por habitante e a profundidade máxima considerada foi de 6,0m. Com isso, a extensão estimada da rede coletora foi de 3.087.045 metros para toda a área de estudo.

Na área de estudo foram previstas 71 EEB. É importante mencionar que para a população atendida, extensão de rede e número de elevatórios foram adotados os valores percentuais calculados na

Tabela 1, os quais foram estabelecidos com base na necessidade de recalque do esgoto em áreas de profundidade da rede coletora superior ao limite estabelecido, afim de facilitar o fluxo e reduzir os custos construtivos.

Em cada BE foi considerado o encaminhamento de todo o esgoto sanitário coletado para uma única ETE, com a finalidade do condicionamento da massa líquida antes do lançamento do efluente tratado no corpo receptor.

Os tipos de tratamentos foram definidos em função da área estabelecida, observando os arranjos, processos e capacidade na determinação dos custos de implantação, operação, manutenção, bem como a produção e destinação do lodo e a capacidade de autodepuração do corpo receptor.

Para isso, foram avaliadas três alternativas de concepção de Tratamento e Disposição Final do Esgoto como osistema de lagoas aeradas facultativas (LAF), reatores anaeróbios seguido de sistema

aeróbio - Lodos Ativados (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket* - UASB+LA) e reatores anaeróbios seguido de sistema físico-químico - Flotação por Ar Dissolvido (UASB+FAD). As bacias de esgotamento adotada no plano, no estudo, as vazões e corpos receptores podem ser observados na

Tabela 2.

Tabela 2: Características do SES da zona central (PDSES)  
Continua

BE's	ETE	População (2030)	Qtotál (m <sup>3</sup> /h)	EE	Tipo de Tratamento	Corpo Receptor
BE 01	Cesário Alvim	186.990	2.483,24	5	UASB + Lodos ativados	Rio Guamá
BE 02	Quintino	192.874	2.561,36	1	UASB + Flotação	
BE 03	Três de Maio	182.469	2.423,20	2		
BE 04	Tucunduba	213.649	2.837,27	3	UASB + Flotação	Rio Guamá
BE 05	UNA	517.537	6.872,90	4		Baía do Guajará
BE 06	Rua da Mata	43.288	574,85	5	UASB + Lodos ativados	Canal Água Cristal
BE 07	Tavares Bastos	93.415	1.202,11	5	UASB + Flotação	
Conclusão						
BE's	ETE	População (2030)	Qtotál (m <sup>3</sup> /h)	EE	Tipo de Tratamento	Corpo Receptor
BE 08	Mártir	35.331	1.563,98	6	UASB + Lodos ativados	Igarapé do Mártir
BE 09	Mata Fome	91.084	1.209,56	4	Lagoa Aerada Facultativa	Baía do Guajará
BE 10	Benguí 4	101.180	1.343,66	4	UASB + Lodos ativados	Igarapé Val-de-Cans
BE 11	Sideral	45.823	608,51	5		Igarapé Massaquara
BE 12	Coqueiro	41.057	1.817,46	3	UASB + Flotação	Afluente do rio Maguarí
BE 13	Paracurí	151.300	2.009,16	4	Lagoa Aerada Facultativa	Igarapé Paracurí
BE 14	Ananin	74.685	991,84	3		
BE 15	Icoaraci	75.600	1.003,97	3	UASB + Lodos Ativados	Rio Maguarí
BE 16	Água Boa	30.381	403,45	5	Lagoa Aerada Facultativa	Baía de Santo Antônio
BE 17	Vila	38.857	516,02	5		
BE 18	Paraiso	5.293	70,27	3		
BE 20	Ariri	85.714	3.794,26	1	UASB + Flotação	Rio Maguarí - Açú

Fonte: Adaptado do PDSES, 2010.

Na investigação realizada foi verificado que estão em operação (01 ETE) a ETE Benguí 4 (BE 10), em construção (01 ETE) ETE UNA (BE 05), em projeto (01 ETE) ETE Mártir (BE 08), desativadas (04 ETEs)



ETE Rua da Mata (BE 06), ETE Tavares Bastos (BE 07), ETE Sideral (BE 11) e ETE Coqueiro (BE 12), não implementadas (12 ETEs) ETE Mata Fome (BE 09), ETE Tucunduba (BE 04), ETE Paracurí (BE 13), ETE Ananin (BE 14), ETE Icoaraci (BE 15), ETE Água Boa (BE 16), ETE Vila (BE 17), ETE Paraíso (BE 18), ETE Ariri (BE 20), ETE Cesário Alvim (BE 01), ETE Quintino (BE 02) e ETE Três de Maio (BE 03).

O PDSES realizou estudo para os investimentos do SES, sendo assim, para implantação das fases de coleta e transporte (rede e elevatória), da fase de tratamento e destino final de esgoto é necessário captar investimentos para atender a população com esgotamento sanitário. Portanto, para alcançar a universalização do SES são previstos investimentos por BE, conforme pode ser observado na

**Tabela 3.**

**Tabela 3:** Investimentos por BE no PDSES para o município de Belém

Divisão (BE)	Custo de Implantação		Total (R\$)
	Coleta e transporte (R\$)	Tratamento e destino final (R\$)	
BE 01	56.097.000	37.398.000	93.495.000
BE 02	57.862.200	42.432.280	100.294.480
BE 03	54.740.700	40.143.180	94.883.880
BE 04	64.094.700	47.002.780	111.097.480
BE 05	155.261.100	113.858.140	269.119.240
BE 06	12.986.400	8.657.600	21.644.000
BE 07	28.024.500	20.551.300	46.632.768
BE 08	35.331.000	23.554.000	41.808.350
BE 09	27.325.200	10.930.080	38.255.280
BE 10	30.354.000	20.236.000	50.590.000
BE 11	13.746.900	9.164.600	22.911.500
BE 12	41.057.400	30.108.760	25.619.818
BE 13	45.390.000	18.156.000	63.546.000
BE 14	22.405.500	8.962.200	31.367.700
BE 15	22.680.000	15.120.000	37.800.000
BE 16	9.114.300	3.645.720	12.760.020
BE 17	11.657.100	4.662.840	16.319.940
BE 18	1.587.900	635.160	2.223.060
BE 20	85.713.900	62.856.860	16.342.784
<b>TOTAL</b>	<b>775.429.800</b>	<b>518.075.500</b>	<b>1.096.711.299</b>

Fonte: Adaptado do PDSES, 2010.

No PDSES foi estimado investimento de R\$ 1.096.711.299 para alcançar a universalização do atendimento até o ano de 2030 (Final de Plano) em concepção do SES descentralizada.

Apesar do número de 19 ETEs no município, a descentralização do SES resultaria em construção de redes coletoras e interceptores com menores diâmetros e profundidade, além de diminuir o número e a capacidade das estações elevatórias esgoto sanitário.

### Planejamento da concepção do SES (PMB)

Na etapa 2 foi verificado que o PMSB de Belém foi elaborado com os 4 componentes do saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de água pluviais urbanas), tendo como área de abrangência somente o município de Belém.

O componente esgotamento sanitário do PMSB foi planejado do ano 2020 até o ano 2040, tendo como objetivo o atendimento da população para a área de estudo. Para isso, foram delimitadas somente as áreas de influência das ETEs e das redes coletoras., e realizado estudo de projeção da população, que

passou de 1.487.508 habitantes em 2020 para 1.508.986 habitantes em 2040, com crescimento de apenas 1,42% (21.478 habitantes) no período de 20 anos.

Os limites das BEs ficaram restritos ao município de Belém, sendo no plano municipal adotadas as Bacias Hidrográficas (BHs) para a divisão das BEs. Ainda é oportuno destacar que no PMSB de Belém foi utilizada a denominação Zona de Gestão (ZG), para facilitar o agrupamento das BH.

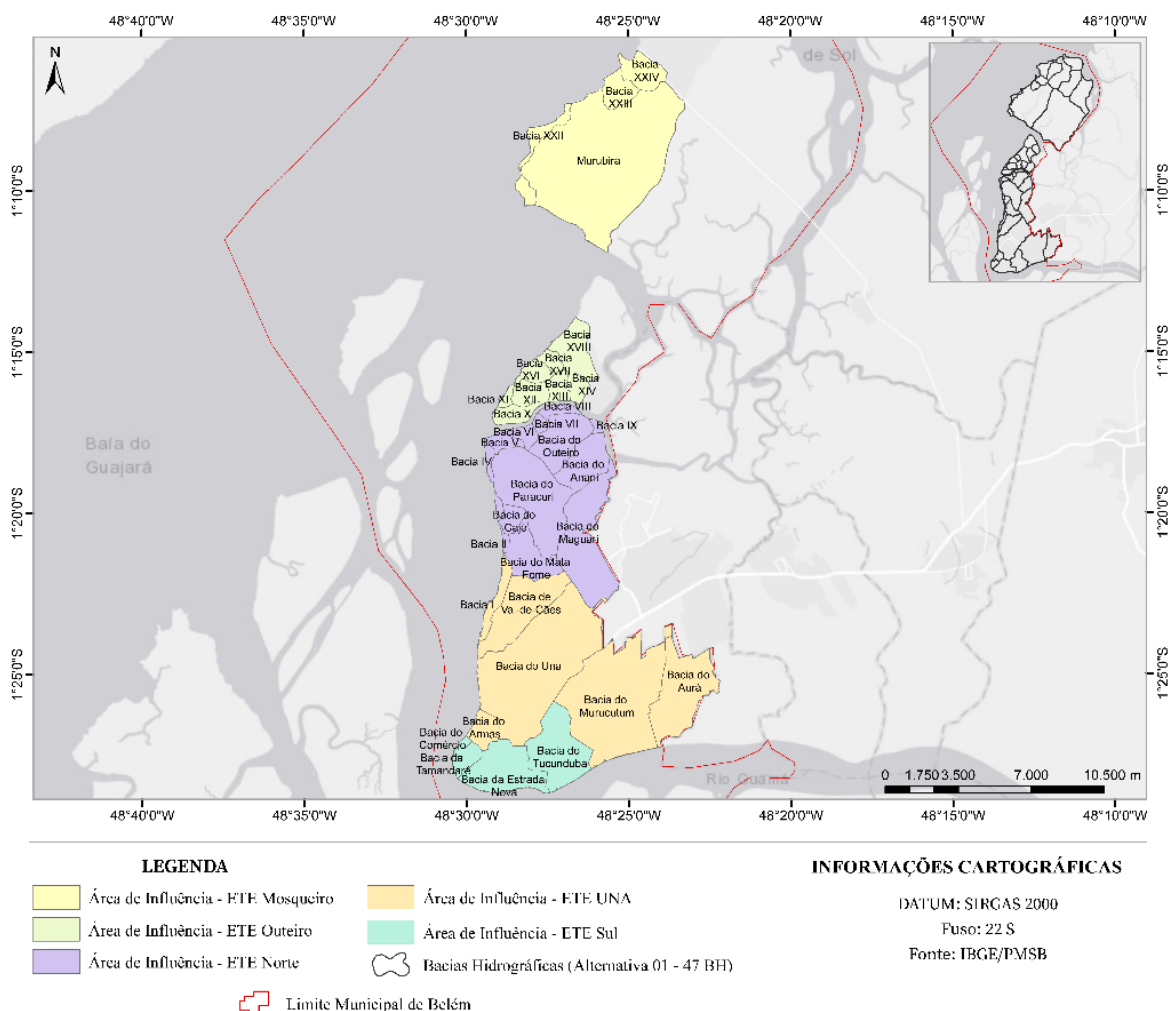
Com isso, as 47 BHs foram consolidadas em três zonas: ZG Sede (Área de Influência ETE Norte, ETE UNA e ETE Sul) com 24 BH, ZG Outeiro (Área de Influência ETE Outeiro) com 12 BH e ZG Mosqueiro (Área de Influência ETE Mosqueiro) com 11 BH.

No PMSB não consta estudo de alternativas de concepção para a divisão do espaço e definição dos limites da coleta e tratamento de esgoto, ou seja, não foram elaborados outros cenários para definir o melhor arranjo a ser adota na tomada de decisão das ações e investimentos no município de Belém.

No caso do presente trabalho, o enfoque é nas ações planejadas para as áreas que estão na área de influência das ETEs, que corresponde a ZG Sede (24 BHs), algumas bacias da ZG Outeiro (8 BHs) e ZG Mosqueiro (4 BHs), totalizando 36 BHs, as quais serão utilizadas na pesquisa, conforme representado no

Mapa 3.

Mapa 3: Distribuição das BHs do PMSB ao longo do município de Belém e a área analisada



Fonte: Adaptado do Consórcio EGIS-AMPLA, 2020.

É válido mencionar que algumas BH não entraram para a área de estudo visto que foram contempladas somente as bacias que estão dentro da área de influência de cada ETE. Assim, os valores de população atendida e extensão de redes de esgotamento sanitário foram utilizados somente na delimitação das ZGs, conforme apresentado no “Prognóstico e Alternativas para a Universalização dos Serviços de Esgotamento Sanitário” relatório 4.2 página 23.

Para o funcionamento adequado da coleta e do transporte do esgoto sanitário a ZG Sede deverá ser atendida com aproximadamente 3.168.016 metros de rede coletora, ZG Outeiro com 108.622 metros e ZG Mosqueiro 86.726 metros, totalizando 3.363.364 metros que devem ser implantadas de acordo com as metas definidas e diante do cenário adotado e suas diretrizes adotadas.

As EEBs foram previstas e divididas de acordo com disposição das estações de tratamento e área de influência. Para a ETE Sul foram adotadas 10 elevatórias, ETE UNA 14 elevatórias, ETE Norte 27 elevatórias, ETE Outeiro 7 e ETE Mosqueiro 4, totalizando 62 EEBs para toda a área de estudo.

Apesar do menor número de ETEs, a proposta do PMSB aumenta a quantidade de estações elevatórias na cidade de Belém, o que torna maior os custos de implantação de redes, elevatórias, bem como os custos operacionais, de energia elétrica e entre outros.

Os tipos de tratamentos foram definidos para cada área, observando os arranjos, processos e capacidade na determinação dos custos de implantação, operação, manutenção, bem como a produção e destinação do lodo e a capacidade de autodepuração do corpo receptor. Assim, as cinco estações de tratamento definidas como do tipo UASB + Lodos Ativados com unidades preliminar e considerando as vazões totais no final de cada unidade. As características do SES podem ser observadas na

Tabela 4.

Tabela 4: Características do SES da zona central (PMSB)

Divisão (ZG)	ETE	População	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	EE	Tipo de Tratamento	Corpo Receptor
Sede	Sul	495.060	3.240	10	UASB + Lodos ativados	Rio Guamá
	UNA	516.557	4.320	14		Baía do Guajará
	Norte	409.725	3.600	27		
Outeiro	Outeiro	48.734	396	7		Igarapé Água Boa
Mosqueiro	Mosqueiro	38.910	324	4		Igarapé Murubira

Fonte: Adaptado do Consórcio EGIS-AMPLA, 2020.

Com a publicação do PMSB em 2020, buscou-se investigar as etapas de planejamento, construção e operação das ETEs. Assim, foi possível constatar a elaboração de projetos, porém que as obras das estações planejadas ainda não foram iniciadas no município de Belém.

No PMSB a partir das propostas apresentadas nesse instrumento de planejamento foi possível gerar os investimentos necessários para alcançar a universalização do SES para o município de Belém. Na

Tabela 5 é possível visualizar os investimentos para a capital paraense.

Tabela 5: Investimentos por ZG no PMSB no município de Belém

Zona de Gestão	Prazo Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo	Total (R\$)
Sede	68.505.1431	15.761.5591	5.071.5961	323.303.4761	1.812.641.773
	68.505.1432	84.266.7022	1.489.338.2982	1.812.641.7732	
Outeiro	2.500.0001	23.423.1451	28.243.4871	10.889.4401	65.056.072
	2.500.0002	25.923.1452	54.166.6322	65.056.0722	
Mosqueiro	2.000.0001	16.040.9361	20.436.2371	14.100.0951	52.577.268
	2.000.0002	18.040.9362	38.477.1732	52.577.2682	
Programas e Projetos	10.592.9941	27.065.0681	23.678.2071	20.665.7661	82.002.035
	10.592.9942	37.658.0622	61.336.2692	82.002.0352	
<b>Total do Período 2020 - 2040 (R\$)</b>					<b>2.012.277.148</b>

<sup>1</sup>Período; <sup>2</sup>Acumulado.

Fonte: Adaptado do Consórcio EGIS-AMPLA, 2020

Para alcançar a universalização do SES no PMSB é necessário investimento de R\$ 2.012.277.148 para a área da pesquisa no município de Belém.

A concepção do SES do PMSB foi centralizada, sendo que a redução do número de ETEs resulta em maiores diâmetros e profundidade de rede coletoras no município. Ao não realizar o tratamento em diferentes BEs, a solução foi concentrar os esgotos de diversas áreas em uma única ETE. Com isso, serão de grande capacidade as cinco ETEs projetadas para atender toda a população do município de Belém.

### **Comparação do planejamento da concepção do SES (COSANPA e PMB)**

Na análise e comparação dos instrumentos de planejamento foi verificado que o Plano Diretor da COSANPA (PDSES) e o Plano Municipal da PMB (PMSB) foram elaborados com diferença de 10 anos no último ano de planejamento. O PMSB tem publicação recente (2020) e nesse documento não houve referência ao PDSES (2010).

No PDSES foi projetado aumento de 29,50% (No ano de 2010 1.554.469 habitantes e no ano de 2030 2.205.002 habitantes) entre os valores de população do ano inicial e do último ano de planejamento. Apesar do maior valor da população base e do estudo de projeção populacional ser realizado 10 anos depois, no PMSB foi registrado aumento de apenas 1,42% (2020 - 1.487.508 habitantes e 2040 - 1.508.986 habitantes).

A falta de explicação no PMSB do aumento de apenas 21.478 habitantes nos 20 anos de planejamento (em média 1.453 habitantes por ano) dificulta a interpretação dos resultados. Além do mais, em determinados períodos existe disparidade na redução populacional para a área de estudo, sem qualquer explicação apresentada no PMSB.

De outro modo, no PDSES foi constatado aumento de 29,50% de habitantes na projeção realizada para os 20 anos, o que corresponde à diferença de 28,08% do valor utilizado no PMSB (1,42%). Essa grande diferença demonstra as divergências dos instrumentos de planejamento na tomada de decisão para a projeção populacional e a concepção adotada para o esgotamento sanitário.

Em relação às concepções dos SESs, foi constatada variação no número e na disposição das BEs e BHs na área de estudo do município de Belém, ou seja, os dois planejamentos são fundamentados em percepções opostas para o melhor cenário do esgotamento sanitário para o município de Belém.

Na área de estudo utilizando o PDSES foram previstas 19 BEs e no PMSB a divisão da área ocorreu em 36 BHs. O PDSES realizou três alternativas e o PMSB adotou somente uma, além de utilizar um conceito da drenagem (BHs) para desenvolver um planejamento para esgotamento sanitário. Como os dois instrumentos de planejamento apresentam definições distintas de estação de tratamento de esgoto por BEs, a concepção do SES é descentralizada no PDSES e centralizada no PMSB.

A descentralização da concepção do SES no PDSES da COSANPA com maior número de ETEs resulta em menor extensão, profundidade e diâmetro das redes coletoras. Essa concepção facilita a construção em etapas do SES, bem como observa as características da área de estudo com terreno plano e nível elevado do aquífero freático.

De forma oposta, a concepção centralizada do SES do PMSB reduz o número de estações e aumenta a capacidade das ETEs. Esse arranjo das unidades aumenta a distância entre os pontos de contribuição de esgoto (ligações prediais) e o local do tratamento, o que requer coletores com maiores extensão, diâmetros e profundidades.

Além disso, as características do terreno e as exigências normativas para o escoamento por gravidade da massa líquida são limitadores da profundidade da rede, o que poderá obrigar a utilização de grande número de estações elevatórias.

Ainda vale enfatizar que o custo da obra de esgotamento sanitário tem como unidade mais onerosa a construção das redes coletoras. Ferreira (2013) ainda comenta que quanto menor a profundidade da vala para a implantação das redes, menor será os custos com escoramentos nas obras do SES. Por isso, é fundamental o planejamento do sistema para que as redes coletoras não sejam profundas e seus trechos estejam bem definidos.

A diferença de 276.319 metros na extensão da rede coletora de esgoto (3.087.045 metros no PDSES e 3.363.364 metros no PMSB) fica evidente que haverá redução dos custos na etapa de implantação da rede coletora da concepção centralizada para a descentralizada.

Em relação as elevatórias de esgoto o PDSES apresenta 71 EEB e o PMSB 62 EEB. Esse valor é difícil de ser explicado, já que na concepção centralizada do SES (PMSB) é maior a distância das ligações até as ETEs, ou seja, no grande trajeto das redes coletoras serão observados mais pontos em que o valor limite da profundidade irá requerer o emprego de estações elevatórias para o bombeamento do esgoto para coletores em cotas mais favoráveis.

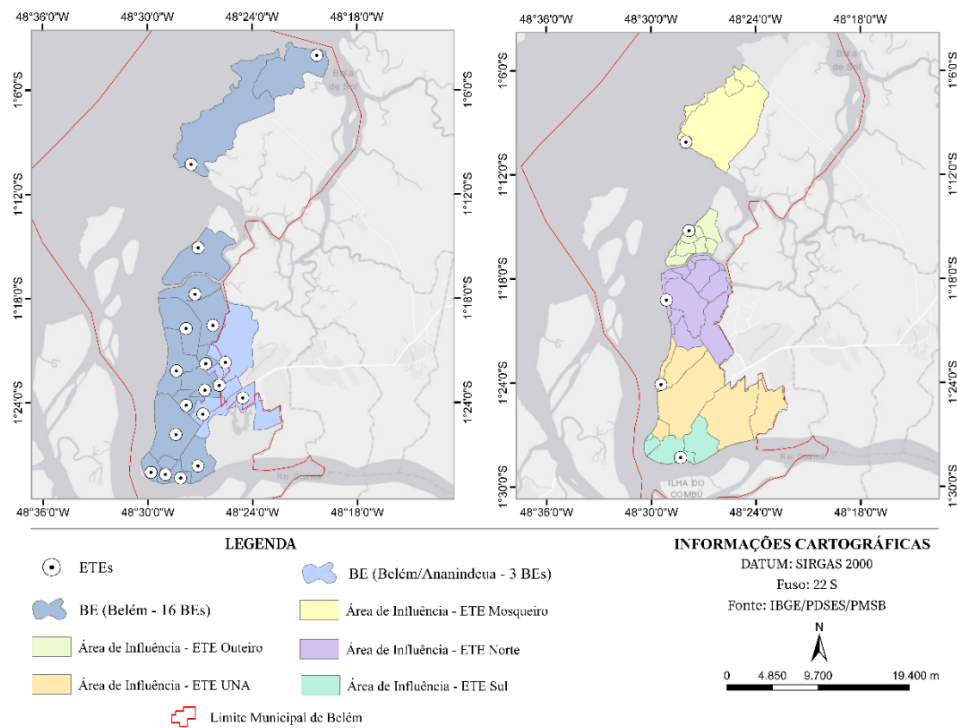
---

Mesquita *et al.* (2021) observam que, nos sistemas centralizados, as elevadas distâncias entre os pontos de geração e de tratamento dos efluentes são responsáveis pela maior parte da etapa de orçamentação do sistema, devido a implantação das redes coletoras de esgoto.

No

**Mapa 4** é possível observar a diferença da disposição das ETEs e das bacias que foram definidas para a área de estudo.

**Mapa 4:** Distribuição das ETEs de acordo com os documentos em estudo



Fonte: Autores, 2022.

O PDSSES apresenta 19 ETEs por toda a área de estudo, diferente do planejado na concepção centralizada de 2020, no PMSB consta somente cinco ETEs para atender toda a contribuição de esgoto da área de estudo. Além de maior número, o PDSSES também apresentou maior diversificação na configuração das ETEs, tendo estações com reator UASB seguido por sistema de lodo ativado ou de flotação; sistema de lodo ativado; sistema de lagoas de estabilização. Na verificação do corpo receptor, foi estabelecido o encaminhamento do efluente tratado para o corpo hídrico mais próximo.

Diferentemente do PDSSES o PMSB adotou a mesma configuração de tratamento para as cinco ETEs (UASB + lodo ativado), sendo a destinação dos efluentes tratados, também, para o recurso hídrico mais próximo. Em relação ao PDSSES foram abordadas três alternativas, como: UASB + Lodos ativados, UASB + Flotação, UASB + Lagoa Aerada Facultativa.

O planejamento do PDSSES que possui validade até o ano de 2030, apresenta concepção de sistema descentralizado. Enquanto isso, o PMSB é o documento mais recente no que tange a universalização do sistema de esgotamento sanitário e apresenta concepção centralizada.

O investimento necessário para a concepção descentralizada (PDSSES) é de R\$ 1.096.711.299, enquanto que na concepção centralizada (PMSB) é necessário R\$ 2.012.277.148, economia de R\$ 915.565.849 para alcançar a universalização do SES por meio da concepção descentralizada do SES no município de Belém.

Além disso, para a prestadora de serviço (COSANPA) seguir fielmente o que está estabelecido no PMSB se torna um cenário crítico, visto que o planejamento da construção das novas ETEs acarretará em maiores custos para a companhia, além de descontinuar as estações que estão em construção e desativar as que estão em operação para poder alinhar com as propostas apresentadas pela PMB. Na Tabela 6 encontra o resumo do comparativo da concepção descentralizada e centralizada.

**Tabela 6:** Resumo da concepção do PDSSES (descentralizada) e do PMSB (centralizada)

Parâmetro	Descentralização	Centralização
	PDSES	PMSB
Período de Planejamento	2010 – 2030	2020 – 2040
População Início e Final de Plano	1.554.469 hab. – 2.205.002 hab.	1.487.508 hab. – 1.508.986 hab.
Nº de Bes / BHs	19	36
Extensão de Rede	3.087.045 m	3.363.364 m
Nº de EEB	71	62
Nº de ETES	19	5
Investimento	R\$ 1.096.711.299,00	R\$ 2.012.277.148,00

Fonte: Autores, 2022.

Como o PMSB é recente e existe a meta do novo marco legal (Lei 14.026/2020) de 90% de atendimento da população com sistema de esgotamento sanitário até o ano de 2033, a tomada de decisão das futuras ações no setor de esgotamento sanitário ainda requer estudos e a avaliações de como melhorar e expandir o sistema com viabilidade social, ambiental e econômica.

É importante destacar que o prestador do serviço já está desenvolvendo ações para a atualização e/ou complementação do PDSES, tendo, agora, que também estudar a viabilidade e a sustentabilidade econômica no caso do SES centralizado (proposta do PMSB).

Apesar da prefeitura de Belém ter, recentemente, elaborado PMSB, esse instrumento de planejamento começa a ser descaracterizado por ação da própria prefeitura, com o processo de licitação do Programa de Saneamento da Bacia da Estrada Nova (PROMABEN), que é financiado em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) / Prefeitura de Belém, já que a ETE a ser construída, do tipo reator UASB, população atendida de 84.789 habitantes na área da bacia da estrada nova e com vazão média de 143,30 m<sup>3</sup>/s, vai de encontro ao estabelecido no PMSB, pois a estação não é mencionada e apresentada dentro das ETES previstas no instrumento de planejamento.

A implantação da ETE da Bacia da Estrada Nova que não consta no PMSB e no PDSES, prejudica a continuidade das ações planejadas pela Prefeitura de Belém, já que modifica a concepção do sistema de centralizado para descentralizado, porém com o agravante de também não seguir os limites da BH estabelecido no Plano Municipal.

Na comparação dos dois instrumentos de planejamento PDSES e PMSB foi verificado que as informações contidas no PDSES são mais detalhadas e já vem sendo implementadas, principalmente, para receber investimentos por meio da Caixa Econômica Federal. Em relação ao planejamento do PMSB a prefeitura e a prestadora de serviço ainda não colocaram em prática a sua alternativa. É possível citar que a concepção do PDSES de Belém é do tipo descentralizado e do PMSB é centralizada, além disso a ETE da Bacia da Estrada Nova do PROMABEN ainda corrobora para a concepção do adotada no PDSES.

Assim, é necessário se ter um norte único de planejamento. Portanto, a descentralização do SES já é realidade, porém é urgentemente necessário que o Titular e o Prestador do Serviço adequem e padronizem as informações de planejamento, para que não mais sejam realizadas ações independentes de uniformidade na tomada de decisão.

## Conclusão

Na pesquisa foi comparado e avaliado a situação dos documentos de planejamento que direcionam o município de Belém para a universalização do SES. O Plano Diretor apresenta diferentes concepções para a instalação de um sistema de esgoto descentralizado em comparação ao Plano Municipal que visa a centralização.

O SES descentralizado apresenta benefícios no que tange ao tratamento do efluente na localidade, redução das redes coletoras e EEB ao longo da cidade. Com essa concepção existe maior facilidade em manutenção das redes sem ocorrer a interrupção em vários bairros, BE ou áreas de influência o que possibilita um monitoramento constante do sistema. Essas diminuições (Extensão de rede, diâmetros e profundidades) implicam, diretamente, na minimização dos custos no orçamento e facilidade na tomada de decisão.

Já na concepção centralizada ocorre redução na quantidade de ETES e aumento da extensão, profundidade e diâmetro da rede coletora. Com a manutenção nas redes passando a ser mais trabalhosa e demorada, uma vez que para realizar qualquer serviço nos coletores no trecho será necessário paralisar grandes áreas, prejudicando o tratamento do efluente. Além do mais, as profundidades dos coletores ao longo da cidade tornam o sistema mais onerosos.

Além disso, a diferença de investimento de R\$ 915.565.849 para a universalização do SES no município de Belém, evidencia que a descentralização (R\$ 1.096.711.299) se torna mais econômica quando comparada com a concepção centralizada (R\$ 2.012.277.148).

A própria prefeitura descaracteriza seu planejamento com a implantação da ETE da bacia da estrada nova, pois contribui para a concepção descentralizada além de não ser mencionada ou estudada no PMSB elaborado pela própria prefeitura.

Assim, as propostas de centralização e/ou descentralização do SES de Belém apresentam pontos positivos e fragilidades nos dois documentos em relação à meta de atendimento de 90% da população estabelecida no novo Marco Legal do setor de saneamento básico (Lei 14.026/2020). A falta de integralização e compatibilização entre os instrumentos de planejamento torna esse cenário de universalização, cada vez mais, distante.

Por fim, o município de Belém necessita de investimentos para a universalização do SES, juntamente com políticas públicas. É importante destacar que os cenários deverão ser discutidos e remodelados para entender qual o melhor sistema, localidades das estações e das elevatórias espalhadas pela capital paraense. Essas concepções dependem da atualização e/ou elaboração de um novo PDES para o município de Belém.

## Referências

BELÉM. **Plano Diretor Esgotamento Sanitário de Belém-PA**. Companhia de Saneamento do Pará, 2010. Acesso em: 22 jan. 2022.

BELÉM. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais e Serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos**. Prefeitura Municipal de Belém e Consórcio EGIS-AMPLA, 2020. Disponível em: <http://pmsb-pgirs.belem.pa.gov.br/documentos/completos-do-pmsb/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística, 2022d. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020c. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Planos Municipais de Saneamento Básico**. Brasília. MDR 2017b. Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto. Brasília: SNIS 2020a. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 24 fev. 2022.

CAPODAGLIO, A. G.; CALLEGARI, A. Domestic wastewater treatment with a decentralized, simple technology biomass concentrator reactor. **Water, Sanitation & Hygiene for Development**, Londres, ano 6, n. 3, p. 507-510, jul. 2016. Disponível em: <https://iwaponline.com/washdev/article-abstract/6/3/507/30152/Domestic-wastewater-treatment-with-a-decentralized?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 13 jan. 2022.

COSANPA. Companhia de Saneamento do Pará, 2021. Acesso em: 11 dez. 2021.

FAPESPA. Fundação Amazônia de Amparo e Estudos e Pesquisas, 2022. **Estatística Municipal**. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/node/201>. Acesso em: 05 jan. 2022.

FERREIRA, R. H. A. **Avaliação do custo em função do traçado da rede coletora de esgoto sanitário**. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013. Acesso em: 12 mar. 2022.

MESQUITA, T. C. R; ROSA, A. P.; GOMES, U. A. F.; BORGES, A. C. Gestão descentralizada de soluções de esgotamento sanitário no Brasil: aspectos conceituais, normativos e alternativas tecnológicas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, vol. 56, p. 46 - 66, jan./jun. 2021. Acesso em: 12 mar. 2022.



---

SURIYACHAN, C.; NITIVATTANANON, V.; AMIN NURUL, A.T.M. Potencial of decentralized wastewater management for urban. **Habitat Internacional**, v.36, n.1, p. 85-92, 2012. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-3b621018-d190-3d5c-be3d-29fe786c6108>. Acesso em: 22 jan. 2022.

TCHOBANOGLOUS, G. CRITES, R. W. Small and decentralized wastewater management systems. **Mc Graw-Hill**, Boston, 1998. Acesso em: 18 jan. 2022.