



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**CENÁRIOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO
SANITÁRIO DE JOÃO PESSOA**

TAÍS GUIMARÃES RIBEIRO DE MORAES

JOÃO PESSOA
2017

TAÍS GUIMARÃES RIBEIRO DE MORAES

**CENÁRIOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTA-
MENTO SANITÁRIO DE JOÃO PESSOA**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido
pela discente Taís Guimarães como parte dos requisitos
para conclusão do curso de Engenharia Civil, do Centro
de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba

Professor: Leonardo Vieira Soares

JOÃO PESSOA
2017

M827c Moraes, Taís Guimarães Ribeiro de

Cenários para universalização do sistema de esgotamento sanitário de João Pessoa./ Taís Guimarães Ribeiro de Moraes. – João Pessoa, 2017.

67f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Vieira Soares

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Universalização 2. Esgotamento Sanitário 3. Cenários I. Título.

BS/CT/UFPB

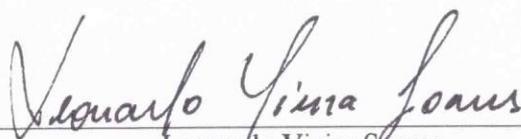
CDU: 2.ed. 628.21(043)

FOLHA DE APROVAÇÃO

TAÍS GUIMARÃES RIBEIRO DE MORAES

CENÁRIOS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM JOÃO PESSOA

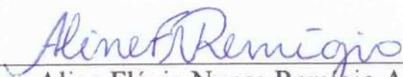
Trabalho de Conclusão de Curso em 08/06/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Leonardo Vieira Soares

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Aline Flávia Nunes Remígio Antunes

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

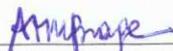
APROVADO



Cláudia Coutinho Nóbrega

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof.^a Ana Cláudia Ferrandes Medeiros Braga

Matrícula Siape: 1668619

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

RESUMO

É sabido que a escassez de saneamento traz graves consequências à saúde pública, além de ser um empecilho ao desenvolvimento sócio-econômico de uma região. Em vista disso, o atendimento a coleta, tratamento e disposição de esgoto adequados são importantes para melhoria das condições de vida e bem estar da população. Com isso, o presente estudo aborda a elaboração de cenários como objeto de planejamento estratégico para se atingir a Universalização do Sistema de Esgotamento Sanitário no Município de João Pessoa. O estudo consiste, inicialmente, na análise do Cenário Atual, baseado em série histórica e diagnóstico do sistema. Em seguida, propõe quatro cenários para a universalização, analisando para cada horizonte as taxas de crescimento, o déficit de atendimento, número de ligações e extensão de rede coletora de esgoto necessárias para atingir o objetivo, além disso, é estimado os custos para implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário. Foi concluído que seria necessário investimentos na faixa de 44 milhões de reais ao ano para garantir 100% de atendimento a rede de esgoto em um cenário mais otimista, 2030, e 28 milhões a.a. para o horizonte mais distante. Baseado em dados do SNIS, sabe-se que com a média dos investimentos realizados entre 2010 e 2015, não seria possível alcançar o objetivo da universalização nem no cenário mais pessimista. Ao antecipar as comportamento futuro, os cenários possibilitam que as ações sejam organizadas e os investimentos sejam direcionados na perspectiva de otimizar os resultados, além de favorecer a implantação do futuro desejado.

Palavras-chave: universalização, esgotamento sanitário, cenários.

ABSTRACT

It is well known that a shortage of sanitation has serious consequences for public health, as well as being an obstacle to the socio-economic development of a region. Considering this, proper collection, treatment and disposal of sewage are important for improving the living conditions and well-being of the population. Thus, the present study approaches the elaboration of scenarios as object of strategic planning to reach a Universalization of the System of Sanitary Sewage in the city of João Pessoa. The study consists, initially, in the analysis of the Current Scenario, based on historical series and system diagnosis. Then, it proposes four scenarios for universalization, analyzing for each horizon the growth rates, the service deficit, the number of connections and the extension of the sewage collection network necessary to reach the objective, in addition, it was calculated the costs for the implantation of the Sanitary System. It was concluded that it would require investments in the range of R\$ 44 million per year to guarantee 100% service to the sewage network in a more optimistic scenario, 2030, and R\$ 28 million per year to a further horizon. Based on data from the SNIS, it is known that using the average of the investments made between 2010 and 2015, it is not possible to reach the goal of universalization nor in the most pessimistic scenario. By anticipating future behavior, the scenarios allow actions to be organized and involved in the perspective of optimizing the results, in addition to favoring the implementation of the desired future.

Keywords: universalization, sanitary sewage system, scenarios

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

E.S. – Egotamento Sanitário

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

EEE – Estação Elevatória de Esgoto

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos em 2015, segundo estado.....	8
Figura 2 - Bacias de Esgotamento do Município de JP	13

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução dos índices de atendimento da população total com coleta de esgotos (IN056) e de tratamento de esgotos referido à água consumida (IN046).....	9
Gráfico 2 – Linha de Tendência do Crescimento Populacional no Município de João Pessoa.	16
Gráfico 3 - Porcentagem da população atendida por esgotamento sanitário por ano.....	18
Gráfico 4 - Evolução da extensão de rede de coleta de esgoto.....	19
Gráfico 5 - Taxa atual de crescimento de atendimento a E.S.....	24
Gráfico 6 - Evolução da população com atendimento a Esgotamento Sanitário.....	25
Gráfico 7 - Evolução do atendimento de E.S. nos quatro Cenários	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Caracterização global dos sistemas de água e esgotos em 2015.....	6
Quadro 2 - Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios cujos prestadores são participantes do SNIS em 2015	7
Quadro 3 - Investimentos realizados em 2013, 2014 e 2015 no setor de E.S.	10
Quadro 4 - População Urbana do Município de João Pessoa dos anos de 1995 a 2015	15
Quadro 5 - Projeção da população urbana de João Pessoa.....	16
Quadro 6 - Série histórica de atendimento por esgotamento sanitário, número de ligações e extensão de rede.....	17
Quadro 7 - Correção de Custo de referência para implantação de SES.	22
Quadro 8 - Porcentagem de Custo por Equipamento do SES baseado no Custo Global	23
Quadro 9 - Taxas de crescimento de atendimento a E.S. para os quatro cenários	25
Quadro 10 - População com atendimento a E.S. referente aos quatro cenários.....	26
Quadro 11 - Déficits de atendimento, número de ligações e comprimento de rede.....	27
Quadro 12 - Custos para implantação do SES em função do déficit de habitantes.....	28
Quadro 13 - Investimentos totais realizados em esgotamento sanitário no Município de João Pessoa	28
Quadro 14 - Custos para implantação de ligações de esgoto.	29
Quadro 15 - Custos para ampliação da coleta de esgoto (rede coletora + interceptor)	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	3
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
3.1	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)	4
3.1.1	PARTES CONSTITUINTES DE UM SES:	4
3.2	SES NO BRASIL	6
3.3	SES EM JOÃO PESSOA	10
3.3.1	HISTÓRIA 10	
3.3.2	POLÍTICA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE JOÃO PESSOA.....	11
3.3.3	DESCRIÇÃO DO SES DE JOÃO PESSOA	12
4	MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1	ÁREA DE ESTUDO	15
4.2	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS)	17
4.3	CENÁRIOS	20
4.4	CUSTOS.....	21
5	RESULTADOS	24
5.1	ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL.....	24
5.2	CENÁRIOS	25
5.3	CUSTOS.....	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
7	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o crescimento acelerado da população e a falta de planejamento e infra-estrutura das áreas urbanas e rurais geraram questões sociais e ambientais afetando a saúde pública e economia do Brasil. Em 2007, foi instituída a Lei nº 11.445, que estabelece diretrizes para o Saneamento Básico no Brasil e traz a universalização de acesso dos serviços de saneamento como um princípio fundamental.

A Lei nº 11.445/07 define o Saneamento básico como um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. O investimento nesse conjunto de operações tem a finalidade de garantir saúde pública, proteção ao meio ambiente, segurança a vida da população, além de reduzir impactos econômicos e favorecer o desenvolvimento do país.

A inadequada disposição de resíduos sólidos e esgotos no solo e nos cursos d'água agride o meio ambiente, prejudicando a qualidade do solo, lençol freático e das águas. Como consequência, ocorre o aumento da proliferação de vetores causadores de doenças e a perda de qualidade da água, inviabilizando a vida aquática e o uso para consumo humano. Segundo a OMS (2009), 88% das mortes por diarreia são causadas pelo saneamento inadequado, das quais 84% representam crianças.

O investimento na infra-estrutura de saneamento básico interfere diretamente na economia e desenvolvimento do país, já que indivíduos saudáveis geram maior produtividade como também reduzem gastos com consultas médicas e internações. O ganho de acesso à coleta de esgoto a um trabalhador que previamente não possuía esse serviço, gera uma estimativa de aumento de 13,3 % em sua produtividade devido a melhor qualidade de saúde, possibilitando na mesma proporção o crescimento de sua renda (Instituto Trata Brasil/FGV, 2010). Além disso, dados divulgados pelo Ministério de Saúde apontam que o investimento no setor de saneamento representam $\frac{1}{4}$ do que é gasto na área de medicina curativa.

A partir dessas considerações, é levantada a importância e a necessidade da universalização, que implica na ampliação contínua e crescente do acesso dos serviços de saneamento a todas as residências habitadas (Lei Federal nº 11.445/07).

No entanto, para se atingir a universalização exige-se um elevado custo para implantação, o qual requer um planejamento adequado a fim de otimizar os gastos públicos. Com a publicação da Lei n.º 11.445/2007, todas as prefeituras têm obrigação de elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que se torna um instrumento estratégico de planeamen-

to e de gestão participativa. Sem o PMSB, a partir de 2014, a Prefeitura não poderia mais receber recursos federais para projetos de saneamento básico.

Pensando nisso, assim como previsto no PMSB, a proposta desse trabalho é a utilização de Cenários como uma importante ferramenta de planejamento estratégico no setor de Esgotamento Sanitário. Segundo Buarque (2003), os estudos prospectivos procuram descrever futuros alternativos, oferecendo uma orientação para tomadas de decisões sobre intervenções e ações para a construção de um horizonte almejado pelo governo e sociedade, desse modo, os Cenários contituem parte importante do processo de planejamento. Apesar de todo futuro haver incertezas, a construção de cenários contribuem para delimitar os espaços possíveis de evolução da realidade.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Este trabalho teve como objetivo estudar cenários para universalização do acesso ao serviço de esgotamento sanitário na cidade de João Pessoa, ou seja, ampliar a cobertura de atendimento para 100% da população.

2.2 ESPECÍFICOS

1. Avaliar a série histórica de atendimento por esgotamento sanitário, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS);
2. Propor e analisar diferentes cenários para universalização do sistema de esgotamento sanitário na cidade de João Pessoa;
3. Analisar o déficit de atendimento, de ligações domiciliares e de extensão de rede coletora de esgoto atual e seu comportamento quanto à aplicação dos cenários definidos;
4. Estimar os custos de implantação e ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário para os diferentes cenários definidos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

O esgoto é constituído em maior parte por água proveniente do uso humano, e uma menor parcela de impurezas adicionadas que lhe confere perda na sua qualidade. AISSE (2000) classifica o esgoto em 3 tipos: (i) doméstico, advindo das residências pelo uso de aparelhos sanitários, cozinhas e lavanderias; (ii) industrial, decorrente de atividades industriais e (iii) Pluvial, proveniente das chuvas e lavagem das ruas.

O conceito de esgoto doméstico é composto por tudo aquilo que provem dos banheiros, lavanderias e cozinhas, como por exemplo: água do banho e lavagens, dejetos, restos de comida, papel higiênico, entre outros despejos. A incorreta disposição desses dejetos no solo ou cursos d'água favorece a transmissão de doenças e poluição do meio ambiente, além de interferir no desenvolvimento econômico do país (FUNASA, 2004).

As atividades e serviços de infra-estruturas, instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados do esgoto caracterizam o Sistema de Esgotamento Sanitário (Lei n.º 11.445 /2007). Este se dá desde as ligações prediais até o seu lançamento final na natureza, visando o controle e a prevenção da transmissão de doenças e poluição do meio ambiente.

Os sistemas de esgotos podem ser classificados em três tipos: sistema unitário, onde as águas pluviais e esgotos são coletados na mesma tubulação; sistema separador parcial, em que as águas residuárias são coletadas juntamente com a parcela de águas pluviais provenientes apenas das economias; e o sistema separador absoluto, o qual possui um sistema para esgoto e outro completamente independente para águas pluviais (TSUTIYA, 1999).

3.1.1 PARTES CONSTITUINTES DE UM SES:

Segundo TSUTIYA (1999), o Sistema de Esgotamento Sanitário é constituído por um conjunto de elementos e processos que são descritos a seguir:

1. Rede coletora de esgoto: conjunto de tubulações de escoamento livre destinadas a coletar e encaminhar os esgotos das edificações. O percurso do esgoto inicia-se no sistema de esgotos predial e liga-se a rede coletora por uma tubulação chamada coletor predial. Os coletores de esgoto, também conhecidos como secundários, recebem contribuição de esgoto dos coletores prediais ao longo de seu comprimento e conduzem

ao coletor tronco, que é o coletor principal de uma bacia, e recebe efluentes apenas de coletores secundários.

2. Interceptor: é a canalização que recebe os efluentes de coletores de esgoto em pontos determinados ao longo do seu trecho, mas não recebendo diretamente de ligações prediais.
3. Emissário: tubulação que recebe as contribuições de esgoto exclusivamente na extremidade montante e o conduz a um destino conveniente, sem receber contribuições em marcha.
4. Sifão Invertido: conduto forçado com objetivo de transpor obstáculos.
5. Estação elevatória: conjunto de instalações com objetivo de transportar efluentes de uma cota mais baixa para outra mais alta, vencendo uma determinada altura manométrica. Por exemplo, nas residências que apresentam soleiras mais baixas que o nível da rede coletora, na transposição de bacias, ou em caso da necessidade de alcançar cotas compatíveis da estação de tratamento ou disposição final.
6. Estação de tratamento de esgotos: conjunto de instalações destinadas a remoção de partículas poluentes a níveis permitidos para seu lançamento em um determinado corpo receptor.
7. Corpo Receptor ou disposição final: corpo de água onde são lançados os esgotos em estágio final.

O traçado de uma rede de esgoto está diretamente relacionado a topografia local, uma vez que os coletores possuem escoamento gravitacional. Desta forma, os custos de uma mesma extensão de rede podem variar bastante conforme as condições topológicas da região.

Uma cidade que possui declividades favoráveis a unir os escoamentos a um único ponto, ou seja, possui apenas uma sub-bacia, terá um custo de implantação bem mais baixo que uma cidade com várias sub-bacias. Um exemplo de situação com topografia desfavorável são cidades litorâneas, pois geralmente possuem relevo plano, e suas redes acabam resultando num aprofundamento constante para garantir declividades e tensão trativa mínima (tensão de arraste de partículas, evitando sedimentação) assim, necessitando de mais estações elevatórias.

3.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) fornece os dados referentes a ao abastecimento de água, coleta de esgoto sanitário e manejo de resíduos sólidos no Brasil. A coleta de dados é realizada pelos prestadores de serviços de cada município, orientada e fiscalizada por representantes do SNIS. Para o esgotamento sanitário, há dados de 3.798 municípios, assegurando uma representatividade de 91,8% da população urbana no Brasil e, para o abastecimento de água, a coleta de informações abrange 97,8% da população (MCidades, 2017). Deste modo, é possível ter uma visão bastante aproximada da realidade.

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades divulga anualmente o “Diagnóstico dos serviços de Água e Esgotos”, com base nos dados do SNIS sem interrupções desde o ano de 1995, e busca a cada ano o aprimoramento dos dados.

Com base no relatório de 2015, é possível ter uma ideia da situação atual de esgotamento sanitário no Brasil. O Quadro 1 traz informações de atendimento de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil, e o Quadro 2 apresenta os índices de atendimento de água e esgoto por região, além da porcentagem de tratamento de esgotos, ambos para o ano de 2015.

Quadro 1 - Caracterização global dos sistemas de água e esgotos em 2015

Informação	Unidade	Valor
População total atendida com abastecimento de água (AG001)	hab.	164.765.593
Quantidade de ligações de água (AG021)	unid.	53.400.652
Quant. de economias residenciais ativas (AG013)	unid.	55.295.118
Extensão da rede de água (AG005)	km	602.408
Volume de água produzido (AG006)	mil m ³	15.381.099
Volume de água consumido (AG010)	mil m ³	9.723.650
População total atendida com esgotamento sanitário (ES001)	hab.	99.425.658
Quantidade de ligações de esgotos (ES009)	unid.	28.988.889
Quant. de economias residenciais ativas (ES008)	unid.	32.800.089
Extensão da rede de esgotos (ES004)	km	284.041
Volume de esgoto coletado (ES005)	mil m ³	5.186.706
Volume de esgoto tratado (ES006)	mil m ³	3.805.022

Fonte: MCidades, 2017

Quadro 2 Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios cujos prestadores são participantes do SNIS em 2015

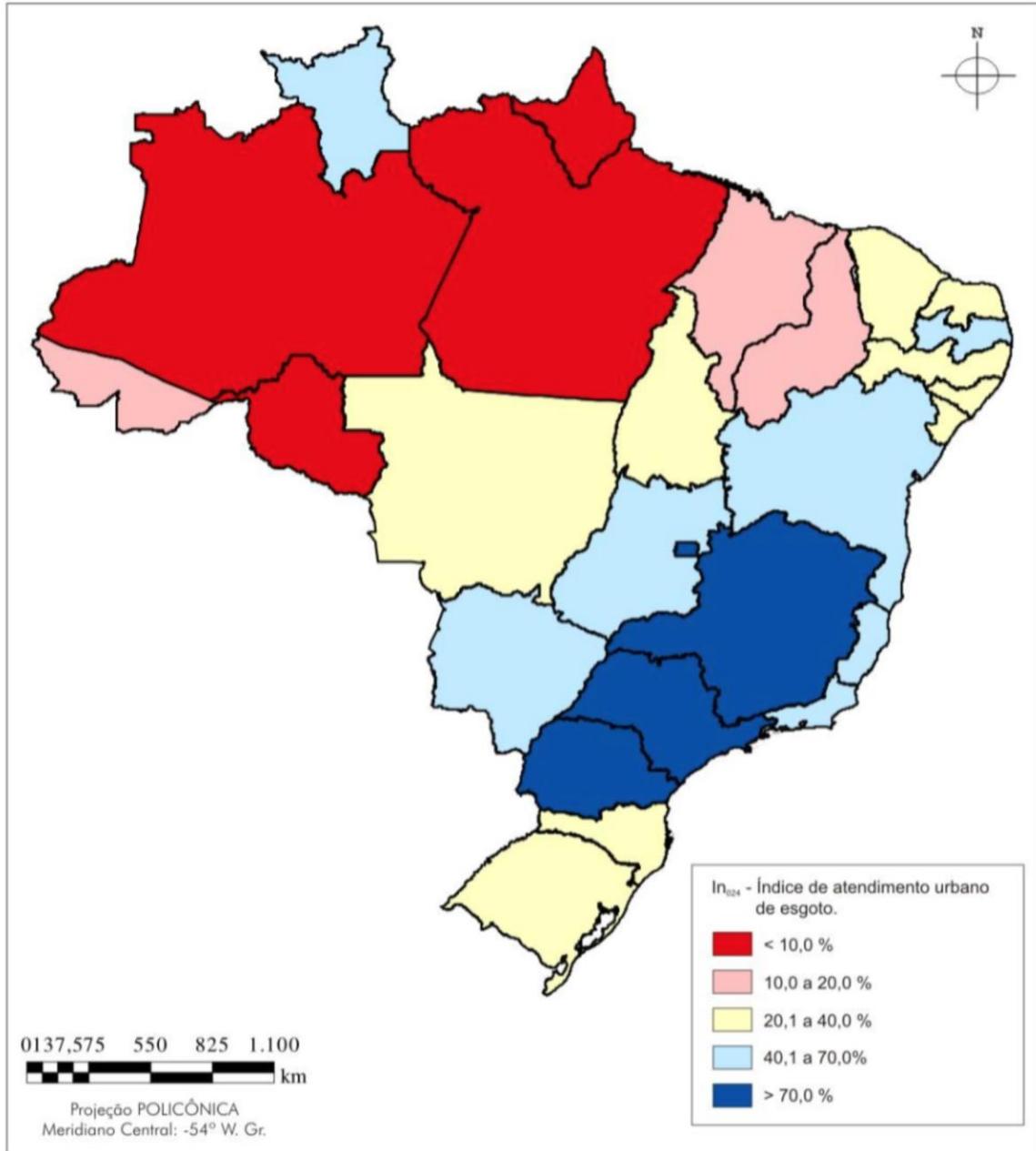
Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	(IN ₀₅₅)	(IN ₀₂₃)	(IN ₀₅₆)	(IN ₀₂₄)	(IN ₀₄₆)	(IN ₀₁₆)
Norte	56,9	69,2	8,7	11,2	16,4	83,9
Nordeste	73,4	89,6	24,7	32,2	32,1	78,5
Sudeste	91,2	96,1	77,2	81,9	47,4	67,8
Sul	89,4	98,1	41,0	47,5	41,4	94,3
Centro-Oeste	89,6	97,4	49,6	54,7	50,2	92,6
Brasil	83,3	93,1	50,3	58,0	42,7	74,0

Fonte: MCidades, 2017.

Com base nos valores dos Quadros 1 e 2, tem-se que 99.425.658 habitantes possuem rede coletora de esgotos, representando 50,3% da população total. Observa-se também que no Brasil, existem em média 9,8 metros de extensão de rede por ligação de esgoto. Com relação aos índices de esgotamento, é notório que as regiões Norte e Nordeste têm maior carência de rede de esgoto comparado as outras regiões do Brasil. Da mesma forma, o Norte e Nordeste também possuem a menor porcentagem de esgoto tratado, valendo salientar que este cálculo representa a parcela do volume de esgotos tratado em relação ao volume de esgotos coletado.

A Figura 1 traz uma representação espacial do índice de atendimento de esgoto sanitário no Brasil, onde os únicos estados, além do Distrito Federal, que possuem mais de 70% de atendimento são São Paulo, Minas Gerais e Paraná. A Paraíba encontra-se na faixa de 40 a 70% de atendimento.

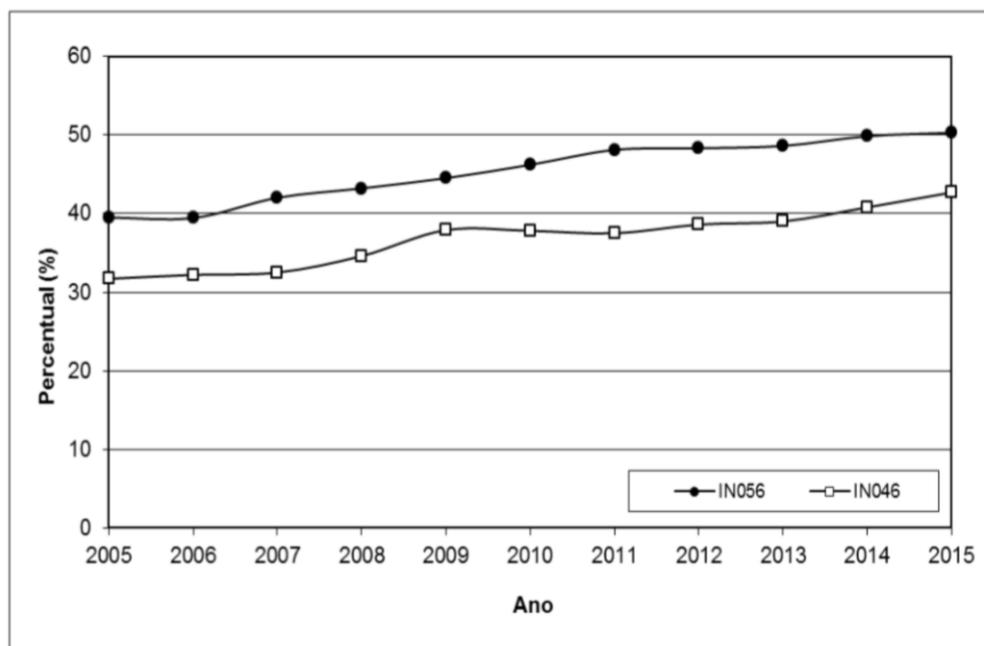
Figura 1 Representação do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos em 2015, segundo estado



Fonte: Malha municipal digital do Brasil, Base de Informações Municipais 4. IBGE, 2003. Dados: SNIS, 2015.

O índice de atendimento da população com coleta de esgotos no Brasil cresceu 10,8 pontos percentuais, de 39,5% em 2005 para 50,3% em 2015. A evolução desse crescimento entre 2005 e 2015 pode ser acompanhada pelo Gráfico 1, que traz o Índice de Atendimento Total de Esgoto referido aos Municípios Atendidos com água (IN056) e o Índice de Esgoto Tratado Referido à Água consumida (IN046).

Gráfico 1 - Evolução dos índices de atendimento da população total com coleta de esgotos (IN056) e de tratamento de esgotos referido à água consumida (IN046)



Fonte: MCIDADES, 2017

O Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto, 2015, também fornece informações a respeito dos investimentos realizados no setor de saneamento por Estado. O Quadro 3 traz um resumo desses valores, nos anos de 2013, 2014 e 2015, para apenas alguns Estados do Brasil: São Paulo, Paraíba, e seus estados vizinhos, Pernambuco e Rio Grande do Norte. O Estado de São Paulo representa o primeiro lugar no ranking nacional com maiores investimentos no setor, enquanto a Paraíba encontra-se em vigésimo. Os Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte ocupam, respectivamente, as posições 5º e 16º do ranking, ambos acima da Paraíba. Além disso, é possível observar que os valores investidos na Estado da Paraíba diminuem consideravelmente de um ano para o outro, chegando em 2015 a 1/3 do valor investido em 2013.

Quadro 3 – Investimentos realizados em 2013, 2014 e 2015 no setor de Saneamento Básico

Estado	(R\$ milhões)			
	2013	2014	2015	Total
São Paulo	3.476,90	4.076,50	4.193,50	11.746,90
Pernambuco	745,90	707,30	550,30	2.003,50
Rio Grande do Norte	109,90	134,70	159,30	403,90
Paraíba	148,40	89,90	56,00	294,30
Brasil	10.449,80	12.197,70	12.175,10	34.822,60

Fonte: Adaptado MCIDADES, 2017

3.3 SES EM JOÃO PESSOA

3.3.1 HISTÓRIA

A idéia de prover saneamento básico surgiu quando a cidade de João Pessoa ainda chamava-se *Parahyba do Norte*, nos últimos anos de império, e possuía cerca de 20.000 habitantes. Semelhante a outras cidades do Brasil, as ruas da capital da Paraíba tinham um aspeto insalubre, favorável a proliferação de doenças, o que representava uma ameaça ao desenvolvimento da indústria e do comércio. Naquela época, já era notório a necessidade de implementação de ações sanitárias a fim de modificar o quadro para prevenção de doenças (Rezende & Heller, 2008).

Em 1864, inaugurou-se, no Rio de Janeiro, as primeiras obras de esgotamento sanitário do Brasil, adotando o sistema parcial inglês ou misto, constituído por duas redes independentes, uma para as águas pluviais das ruas e outra separada para os esgotos e águas pluviais das edificações. Essas obras se deram por iniciativa privada, concessionária inglesa chamada City, tendo em vista que o país não possuía estrutura para atender tais necessidades naquele período (Nogueira, 2005).

Somente em 1911, deu-se início as obras de abastecimento de água canalizada na cidade de *Parahyba do Norte*. Em 1913, o renomado engenheiro sanitário, Francisco Saturnino de Brito, foi convidado para elaboração de um plano de esgotamento sanitário para a capital paraibana, que só viria a ser implantado no período de 1922 a 1925 (Nogueira, 2005). O sistema adotado para o projeto de Saturnino de Brito foi separador absoluto, no qual os esgotos eram coletados e dispostos separadamente das águas pluviais.

A cidade ficaria dividida em três bacias para atender a topografia, dois por gravidade e outro necessitando ser bombeado, devido a cotas mais baixas. Os despejos das três convergiam para um coletor principal, para serem encaminhados a um emissário geral de ferro fundido com 1.700 metros de extensão. Previamente à disposição final, os esgotos seriam

despejados em dois tanques, conhecidos como “Esses”, um de acumulação e outro de descarga. Esses tanques teriam a função de reter o esgoto enquanto a maré estivesse baixa e lança-lo no rio quando a maré atingisse o nível máximo, deste modo, diluindo a concentração de poluentes.

Segundo Nogueira (2005), no ano de 1938, o número de ligações chegou a 2.877 e a extensão de rede passou a ser 71km. A coleta de esgoto naquela época estava abrangendo aproximadamente 60% da população de João Pessoa. Novos projetos foram elaborados para atender o desenvolvimento urbano, porém pouco foi implando resultando em um aumento da insalubridade na cidade. Somente com a criação do Planasa no Brasil e SENECA (Empresa de Saneamento da Capital S/A), na década de 60, o quadro de saneamento veio a melhorar. Com isso, verificou-se a necessidade de um terceiro projeto que abrangesse o crescimento da cidade, realizado pelo Escritório de Saturnino de Brito, e que contemplaria como horizonte de plano 518.0055 habitantes no ano de 2000.

Até os dias de hoje, o projeto desenvolvido em 1968, ainda vem sendo implantado com algumas adaptações de acordo com a ampliação da cidade e crescimento populacional, além disso levando em consideração a elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário pela TECNOSAN Engenharia, em 1986 (Diagnóstico PMSB, 2015).

3.3.2 POLÍTICA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE JOÃO PESSOA

O saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal e definido pela Lei Federal 11.455/07. Este engloba um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotos, manejo de resíduos sólidos e águas pluviais. Nos termos desta Lei, o Município, titular dos serviços, tem o dever de elaborar os planos de saneamento básico.

A Política Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa, segundo a Lei Complementar nº 093 (2015), tem como objetivo assegurar a promoção da saúde da população e a salubridade do meio ambiente, além de disciplinar o planejamento e a execução das obras e serviços de Saneamento Básico, formular diretrizes e instrumentos para a regulação e fiscalização da prestação de serviços de Saneamento Básico do município de João Pessoa.

Segundo o art 7º da lei supracitada, a Política do Saneamento Básico orienta-se por alguns princípios, dentre eles o da universalização do acesso dos quatro componentes de saneamento básico igualmente prestados a toda a população.

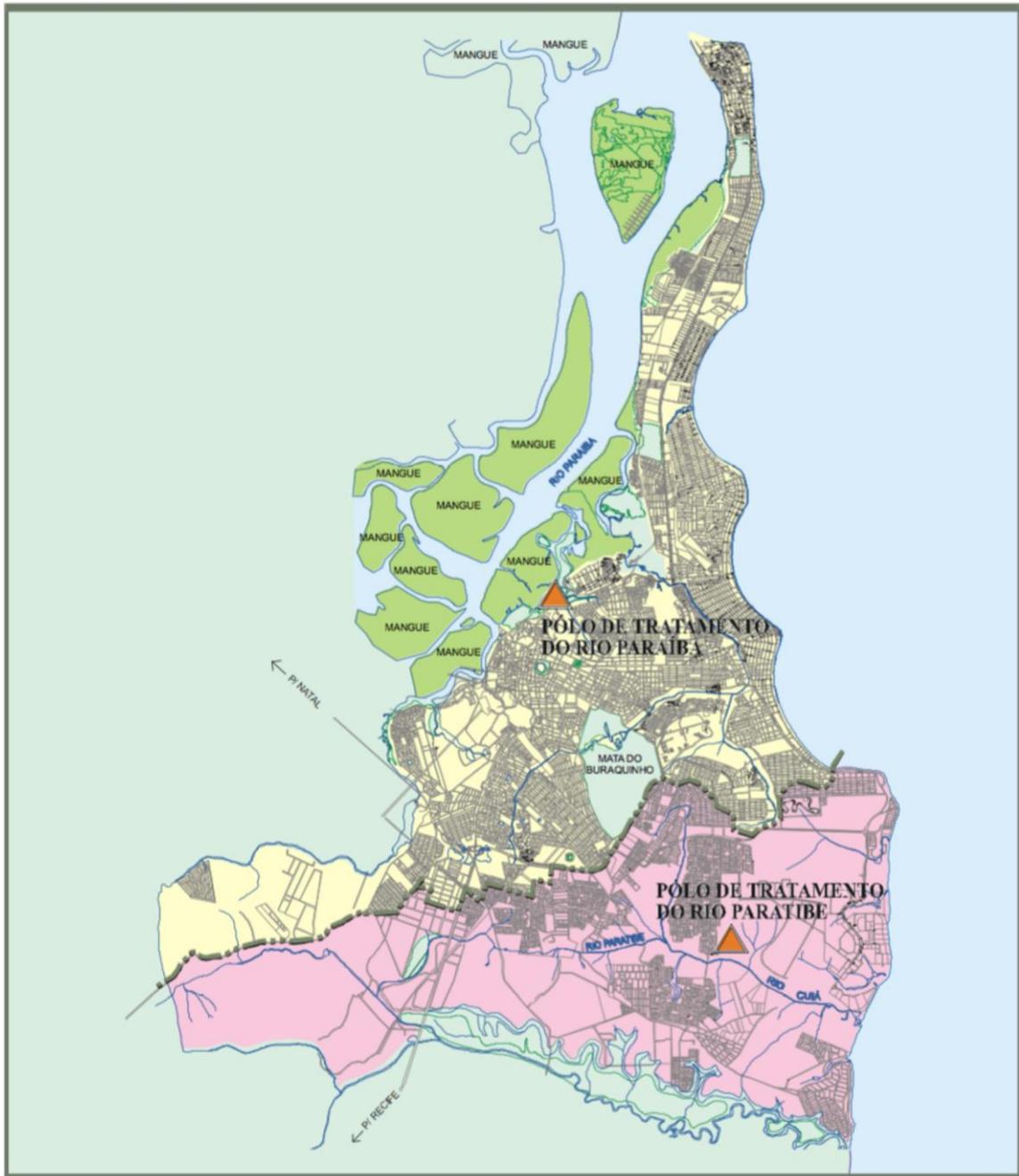
O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB-JP) é um dos 5 instrumentos do Sistema de Saneamento básico que tem por intuito a definição de estratégias e execução de ações de saneamento básico. Este conterá elementos como: diagnóstico da situação de saneamento; objetivos e diretrizes gerais; estabelecimento de metas a curto, médio e longo prazo; identificação de obstáculos e formulação de estratégias para superação destes; cronograma de execução das ações formuladas, dentre outros elementos (art 16º - Lei Complementar nº093, 2015). O plano atual foi elaborado com horizonte de 22 anos, e segue a ideia de que cada projeto deve se decompor em horizontes parciais imediatos, de curto, médio e longo prazos.

Os cenários foram definidos inicialmente em Cenário atual, levando em consideração a situação diagnosticada, Cenário Pessimista, partindo do pressuposto que a evolução do sistema ocorra sem planejamento e agravada pelo crescimento populacional e, por fim, o Cenário Planejado que converge para o alcance da universalização e melhoria continua dos serviços de esgotamento sanitário.

3.3.3 DESCRIÇÃO DO SES DE JOÃO PESSOA

O Sistema de Esgotamento Sanitário de João Pessoa é constituído por ligações domiciliares, rede coletora de esgoto, coletores gerais, interceptores, estações elevatórias e estações de tratamento. Este está dividido em duas grandes bacias: Bacia do Baixo Paraíba e Bacia do Rio Paratibe/Cuiá. A primeira situa-se a noroeste da cidade, e atende cerca de 70% da população, incluindo os municípios de Bayeux e Cabedelo. O esgoto coletado dessa Bacia é direcionado à área de tratamento, chamada Polo de Tratamento do Baixo Paraíba. A segunda Bacia situa-se na região sul, envolve os outros 30% da população e tem seu esgoto tratado na Estação de Tratamento de Esgotos de Mangabeira (Diagnóstico PMSB, 2015). A figura 2 apresenta uma planta esquemática das duas Bacias.

Figura 2 Bacias de Esgotamento do Município de JP



Fonte: ARCOS Projetos e Construções Ltda, apud PMSB-JP

O Polo de Tratamento do baixo Paraíba é formado por quatro tanques de acúmulo e descarga (Sistema Esse) e pela Lagoa Anaeróbia da Pedreira nº 7. Os tanques tem a função de acumular o esgoto durante e a maré baixa, por um período previsto de 6h, e realizar o descar-te, quando a maré estiver alta. O corpo receptor é o Camboa Tambiá Grande, afluente do rio Paraíba, que possui grande capacidade de autodepuração. A Pedreira nº 7 funciona como La-

goa Anaeróbia, sistema de tratamento biológico onde ocorre processos de fermentação anaeróbia para estabilização da matéria orgânica, imediatamente abaixo da superfície. Esta tem capacidade para tratar uma vazão próxima a 44.000 m³/dia e tempo de detenção de 1,5 dias (Diagnóstico PMSB, 2015).

A rede coletora de esgoto é formada principalmente por tubos cerâmicos, PVC rígido e concreto armado, com diâmetro variando entre 150mm a 900mm. Segundo dados mais recentes do SNIS (2015), o Município de João Pessoa consta de 525,8 km de extensão de rede de esgoto no ano de 2015, e 123.425 ligações de esgoto ativas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Na sequência deste capítulo apresenta-se os métodos utilizados para a o estudo de Cenários para Universalização do Sistema de Esgotamento Sanitário, conforme descrito nos objetivos específicos, a saber: i) série histórica de atendimento por esgotamento sanitário, ii) cenários para universalização; iii) déficit de atendimento, ligações domiciliares e extensão de rede e iv) estimativa de custos para implantação e ampliação do SES.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A metodologia para o desenvolvimento desse estudo consiste inicialmente na análise da área de estudo, a qual compreende o Município de João Pessoa. A base para realização deste depende, fundamentalmente, da projeção da população através de dados do número de habitantes fornecidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para anos passados (Quadro 4).

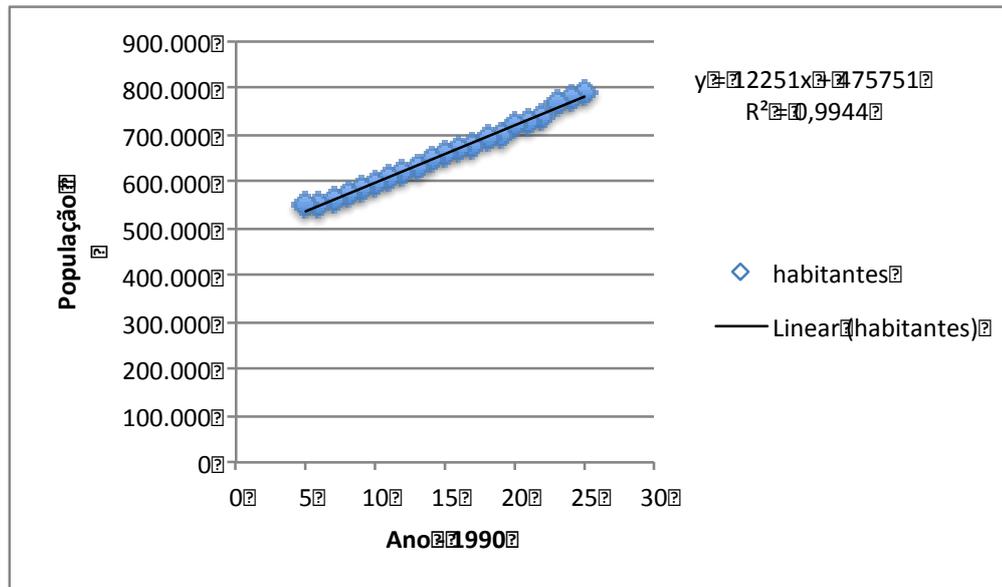
Quadro 4 - População Urbana do Município de João Pessoa dos anos de 1995 a 2015

POPULAÇÃO URBANA					
Ano	Habitantes	Ano	Habitantes	Ano	Habitantes
1995	551640	2002	619049	2009	702235
1996	549363	2003	628838	2010	720785
1997	562273	2004	649410	2011	730389
1998	573144	2005	660798	2012	739676
1999	584029	2006	672081	2013	766703
2000	597934	2007	674762	2014	777792
2001	607441	2008	693082	2015	788452

Fonte: Adaptado IBGE, 2015.

O crescimento da população depende de vários fatores como: condição social, aspectos políticos e econômicos, uso e ocupação do solo, nível de renda, etc. No entanto, para efeito prático, a projeção da população será calculada mediante a equação matemática definida através de dados da série histórica. Com os dados do Quadro 4, criou-se o Gráfico 2, representando a linha de tendência do crescimento da população em função do ano.

Gráfico 2 – Linha de Tendência do Crescimento Popacional no Município de João Pessoa.



Fonte: Autor, 2017

A escolha da equação depende do coeficiente de correlação (r^2), que exprime a adaptação da curva aos dados utilizados. Quanto mais próximo esse valor for de 1, mais preciso será o grau de ajuste da função aos pontos considerados. Deste modo, a equação escolhida foi uma função linear (Equação 1) por possuir r^2 igual a 0,9944, valor muito próximo a 1.

$$y = 12251x + 475751 \text{ (Equação 1)}$$

Através desta equação calcula-se a população para o ano de alcance desejado, conforme valores obtidos no Quadro 5 até o ano de 2050. A taxa de crescimento ao ano encontrada foi de 0,012.

Quadro 5 - Projeção da população urbana de João Pessoa.

ANO	POP. URBANA	ANO	POP. URBANA	ANO	POP. URBANA
2015	788.452	2021	855.532	2027	929.038
2016	794.277	2022	867.783	2028	941.289
2017	806.528	2023	880.034	2029	953.540
2018	818.779	2024	892.285	2030	965.791
2019	831.030	2025	904.536	2031	978.042
2020	843.281	2026	916.787	2032	990.293

ANO	POP. URBANA	ANO	POP. URBANA	ANO	POP. URBANA
2033	1.002.544	2039	1.076.050	2045	1.149.556
2034	1.014.795	2040	1.088.301	2046	1.161.807
2035	1.027.046	2041	1.100.552	2047	1.174.058
2036	1.039.297	2042	1.112.803	2048	1.186.309
2037	1.051.548	2043	1.125.054	2049	1.198.560
2038	1.063.799	2044	1.137.305	2050	1.210.811

Fonte: Autor, 2017

4.2 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS)

O SNIS é uma ferramenta vinculada ao Ministério das Cidades, que reúne informações e indicadores sobre a prestação dos serviços de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos. A fonte dos dados são as empresas privadas, estaduais e algumas municipais de água e esgotos, que fornecem as informações ao SNIS através de um formulário online.

Este sistema é responsável pela divulgação anual do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, que podem ser baixados no sítio na internet (www.snis.gov.br), além disso possui o Aplicativo Série Histórica do SNIS contendo toda a base de dados para consulta. Atualmente o SNIS calcula 84 indicadores referentes à prestação dos serviços de água e esgotos, envolvendo caráter tanto operacional e financeiro quanto de qualidade dos serviços prestados.

Com base nesse sistema de consulta de informações, temos no Quadros 6 a série histórica da população atendida com esgotamento sanitário, a quantidade de ligações ativas de esgoto e a extensão de rede coletora.

Quadro 6 - Série histórica de atendimento por esgotamento sanitário, número de ligações e extensão de rede.

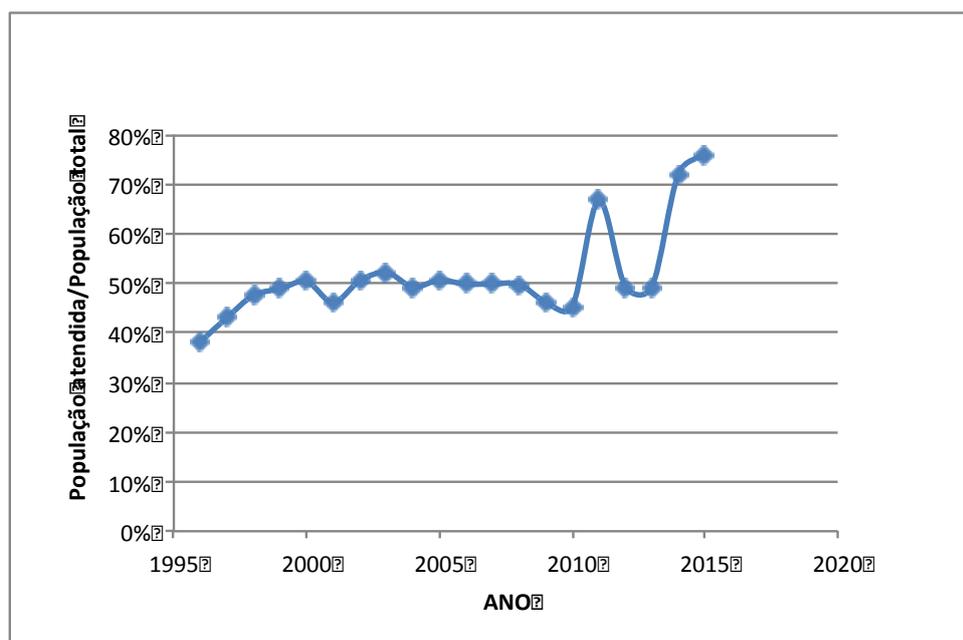
Ano de Referência	ES001 População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)	ES002 Quantidade de ligações ativas de esgotos (Ligações)	ES004 Extensão da rede de esgotos (km)
2015	599.226	123.425	525,8
2014	560.252	121.192	525,8
2013	377.339	78.717	512,0
2012	364.887	77.085	511,8
2011	487.510	72.438	511,8

Ano de Referência	ES001 População Total atendida com esgotamento Sanitário (Habitantes)	ES002 Quantidade de ligações Ativas de esgotos (Ligações)	ES004 Extensão da rede de esgotos (km)
2010	325.990	69.331	511,5
2009	324.650	67.460	511,5
2008	345.084	64.832	511,5
2007	336.562	62.667	511,5
2006	335.022	62.485	511,5
2005	334.480	62.502	486,4
2004	320.061	60.348	486,2
2003	328.224	66.066	485,0
2002	312.733	57.187	477,0
2001	280.480	52.914	463,0
2000	301.055	56.399	364,0
1999	285.474	54.407	361,0
1998	272.745	52.751	357,0
1997	242.264	49.403	357,2
1996	210.000	46.766	355,0

Fonte: SNIS, 2017.

O índice de atendimento urbano de esgoto (IN047) é calculado pela razão da População Urbana Atendida com Esgotamento Sanitário pela População Urbana do Município. Tal índice atingiu em 2015 seu ápice em 76% da população urbana com atendimento, e sua evolução ao longo dos anos está ilustrada no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Porcentagem da população atendida por esgotamento sanitário por ano (IN047).

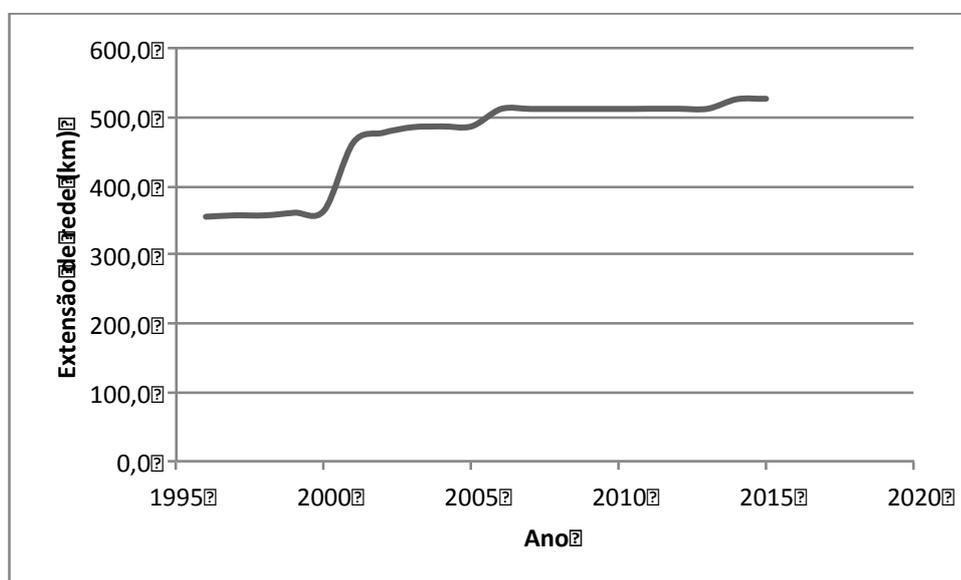


Fonte: MCIDADES, 2017.

O Gráfico 4 apresenta um desnível elevado do índice IN047 de 45% em 2010 para 67% no ano de 2011, esse fato se dá provavelmente devido à inconsistências na coleta de dados. Tendo em vista que o número de habitantes com atendimento a esgoto (Quadro 6) aumenta de 326 mil para 487 mil entre os anos de 2010 e 2011 e, em seguida, decresce para 365 mil em 2012, solidifica-se assim a possibilidade de erro na base de dados para o ano de 2011.

A evolução do comprimento de rede está representada no Gráfico 5. É possível observar que houve um crescimento significativo da extensão de rede entre os anos de 1996 e 2015. No entanto, entre os anos de 2007 e 2013 não houve crescimento, provavelmente, devido ao fato de as redes implantadas que ainda não estavam em operação não terem sido contabilizadas.

Gráfico 4 - Evolução da extensão de rede de coleta de esgoto



Fonte: MCIDADES, 2017.

Faz-se necessário também, para prosseguimento do estudo, tomar posse dos seguintes índices e fatores a respeito da cobertura de atendimento de esgoto:

1. Número de habitantes por economia (hab/eco) igual a 3,39 (IBGE, 2010);
2. Número de economias por ligação (eco/lig) igual a 1,46 (MCidades, 2017);
3. Comprimento de rede por ligação (m/lig) igual a 4,26 m (MCidades, 2017).

4.3 CENÁRIOS

A utilização de cenários é a criação de hipóteses de como um determinado sistema poderá se comportar em um horizonte predefinido e, a partir disso, possibilitar o estabelecimento de um conjunto de ações que melhor se adequem as condições reais e aos objetivos estabelecidos. Os cenários criados para esse estudo, têm a finalidade de estender o acesso do Sistema de Esgotamento Sanitário a toda população do Município de João Pessoa, ou seja, atingir a universalização desse serviço, conforme determina a Lei nº 11.445/07.

Os cenários propostos em 2015 no PMSB-JP tem horizonte de 22 anos, devendo ser analisados anualmente e revisados quadrienalmente. Com isso, foi pensado, para esse estudo, em estender o prazo para até 33 anos. Em sequência, foram estabelecidos quatro Cenários para diferentes horizontes de projeto:

- a) Horizonte I: Ano de 2030
- b) Horizonte II: Ano de 2035
- c) Horizonte III: Ano de 2040
- d) Horizonte IV: Ano de 2050

Inicialmente, para a realização desse estudo, fez-se necessário a definição do cenário atual baseado no diagnóstico do sistema existente e da série histórica de atendimento. Em seguida, para cada cenário, foram realizados cálculos para estimar a taxa de crescimento da população atendida, o déficit de atendimento, o número de ligações ativas de esgoto e a extensão de rede, necessários para o alcance da universalização.

A Equação 2 representa uma progressão geométrica e permite calcular a taxa de crescimento da população abastecida para o cenário atual e para os cenários futuros (TSUTIYA, 1999).

$$P = P_0 \times (1 + taxa)^n \text{ (Equação 2)}$$

Onde foi considerado,

P: População final,

P₀: População inicial,

taxa: Taxa de crescimento da população atendida e

n : diferença entre o ano final e inicial.

Para o cálculo da taxa de crescimento necessária a fim de se atingir a universalização nos anos de horizonte, iguala-se o número total de habitantes estimado através da projeção da população ao número da população atendida com esgotamento sanitário.

O déficit de atendimento para um ano X foi encontrado pela subtração da projeção da população no ano X pelo número de habitantes com atendimento a esgotamento sanitário fornecido pelo último levantamento realizado.

Para o cálculo do déficit de ligações domiciliares e de extensão de rede em cada cenário, faz-se necessário o uso das relações e índices mencionados no item 4.2. Com posse de tais dados, foi encontrado inicialmente o número de economias através da relação habitantes por economias (hab/eco), em seguida determinado o número de ligações e extensão de rede, pelas relações economias por ligação (eco/lig) e comprimento de rede por ligação (m/lig), respectivamente.

4.4 CUSTOS

Para os diferentes cenários definidos, foram estimados quais seriam os custos para implantação e ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário. O cálculo foi realizado inicialmente em função do déficit de habitantes com atendimento, tanto para o período total do horizonte, quanto os custos por ano até o ano almejado. Em seguida, foi realizado o cálculo do custo em função da previsão do número de ligações e extensão de rede encontrada.

A estimativa de custos foi baseada nos dados fornecidos pela Nota Técnica SNSA No 492/2010_ RESUMO_01/2011, que trata de Indicadores de Custos de Referência de infraestrutura de saneamento nas categorias abastecimento de água e esgotamento sanitário. Esta é utilizada como referência para orçamentos globais de unidades e sistemas de saneamento, e subsídio para gestão de investimentos e qualificação do gasto público em infraestrutura de saneamento.

As referências foram produzidas com data base de 2008, podendo ser corrigidas para 2017 através do Índice Nacional de Custo da Construção – INCC. Para isso, foi utilizada a ferramenta do site online (www.calculoexato.com.br), o qual fornece o fator de variação rela-

tivo ao INCC acumulado. Assim, calcula-se a variação do índice através desse fator de multiplicação, obtendo o valor atualizado conforme Equação 3.

$$\text{Valor de referência} \times \text{Fator INCC acumulado} = \text{Valor atualizado} \quad (\text{Equação 3})$$

A variação do INCC encontrada entre as datas de 01 de Dezembro de 2008 e 31 de Maio de 2017 foi 71,2415%, equivalente ao fator de multiplicação 1,712415. Com isso, temos no Quadro 7 o valor médio de referência para região Nordeste e o valor atualizado obtido.

Quadro 7 Correção de Custo de referência para implantação de SES.

INDICADOR	REGIÃO	ESPECIFICAÇÃO	VALOR (01/12/08)	VALOR ATUALIZADO (31/05/17)
IES_CGm	Nordeste	Custo Global médio para SES	R\$ 12,00	R\$ 20,561,72

Fonte: Autor adaptado Nota Técnica SNSA N°429/2010.

Levando em consideração o valor atualizado, foi encontrado o custo global total para implantação do sistema, em função do déficit de atendimento, para cada cenário. Dividindo o valor encontrado pela quantidade de anos a se atingir o horizonte (Δt) obtem-se o custo ao ano, com isso verifica-se quanto deveria ser investido anualmente para alcance da universalização

O Quadro 8 traz a composição porcentual do Custo Global para cada elemento do Sistema de Saneamento Básico. Com isso, foi encontrado o valor por habitante em função do custo global atualizado para cada equipamento que compõe o SES, permitindo assim, uma estimativa do custo total para o número de ligações e para a extensão de rede coletora.

Quadro 8 - Porcentagem de Custo por Equipamento do SES baseado no Custo Global

Indicador: SES_CG%	
ESPECIFICAÇÃO	Composição Percentual do Custo do SES
Ligação	21%
EEE+Linha de Recalque	8%
Coleta	42%
ETE	23%
Emissário	6%
Global	100%

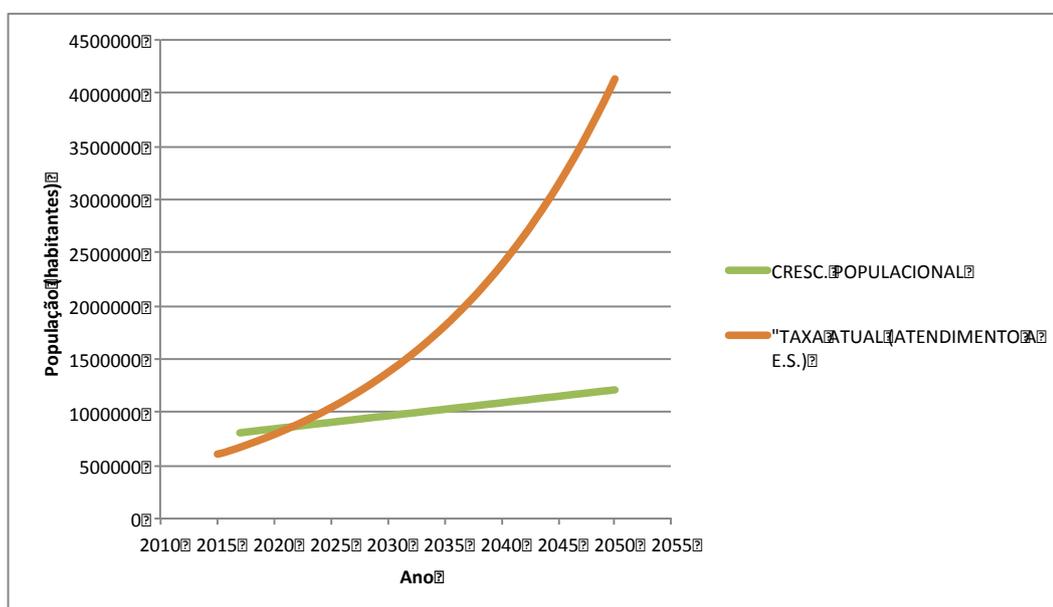
Fonte: MCIDADES, Nota Técnica SNSA N°429, 2010

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL

No Cenário atual, foi encontrado uma taxa de crescimento de atendimento a esgotamento sanitário de 5,57% ao ano, baseado na série histórica de atendimento para os anos de 1996 e 2015, segundo dados fornecidos pelo SNIS. Com base nessa taxa, a universalização seria atingida no ano de 2022, como é possível verificar no Gráfico 5, abaixo.

Gráfico 5 - Taxa atual de crescimento de atendimento a E.S.

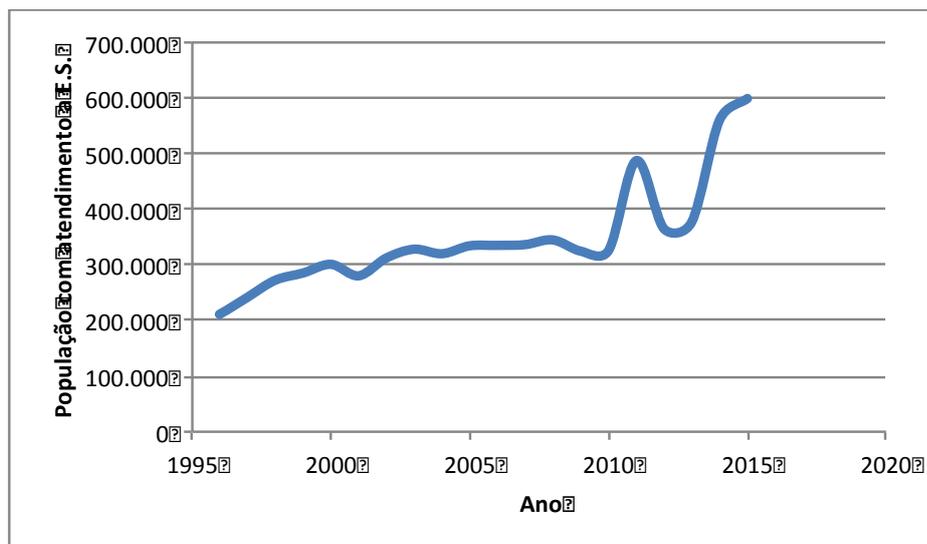


Fonte: Autor, 2017.

Esse seria um cenário bastante positivo para o desenvolvimento do SES no Município. No entanto, não é aconselhado tomar essa taxa de crescimento como base, pois é perceptível a possibilidade de inconsistência nos dados da série histórica, além do fato da ampliação do SES estar diretamente relacionada aos investimentos realizados nesse setor.

Para melhor ilustrar a presença de inconsistência nos dados, o Gráfico 6 traz a evolução da população atendida de 1996 a 2015. Através deste, é possível verificar que a curva não se comporta em constante crescimento, e indica algumas variações bruscas que não são realistas, especialmente no ano de 2011.

Gráfico 6 - Evolução da população atendida por Esgotamento Sanitário



Fonte: MCIDADES, 2017.

Ademais, as taxas são calculadas com base em série histórica, porém a expansão de rede de coleta de esgoto está relacionada ao interesse dos órgãos governamentais e concessionárias prestadoras de serviço em investir nesse setor. Se for observado os investimentos realizados no Estado da Paraíba (Quadro 3), para o ano de 2013, houve um grande investimento no valor de 148 milhões de reais, já no ano de 2015 esse valor caiu para quase um terço do aplicado em 2013. Isso pode justificar o forte aumento da população atendida entre os anos de 2013 a 2015, de 377 mil habitantes para 599 mil, tendo em vista que as obras demoram entre 2 a 4 anos para entrarem em operação.

5.2 CENÁRIOS PROPOSTOS

Conforme descrito na metodologia, foram encontradas as taxas de crescimento de atendimento a rede de esgoto (Quadro 9).

Quadro 9 – Taxas de crescimento de atendimento a E.S. para os quatro cenários

HORIZONTE	ANO	POPULAÇÃO FUTURA	TAXA%
I	2030	965791	3,23%
II	2035	1027046	2,73%
III	2040	1088301	2,42%
IV	2050	1210811	2,03%

Fonte: Autor, 2017.

Aplicando-se a taxa encontrada, temos a evolução da população atendida por ano para os quatro cenários, além do déficit total de atendimento (Quadro 10).

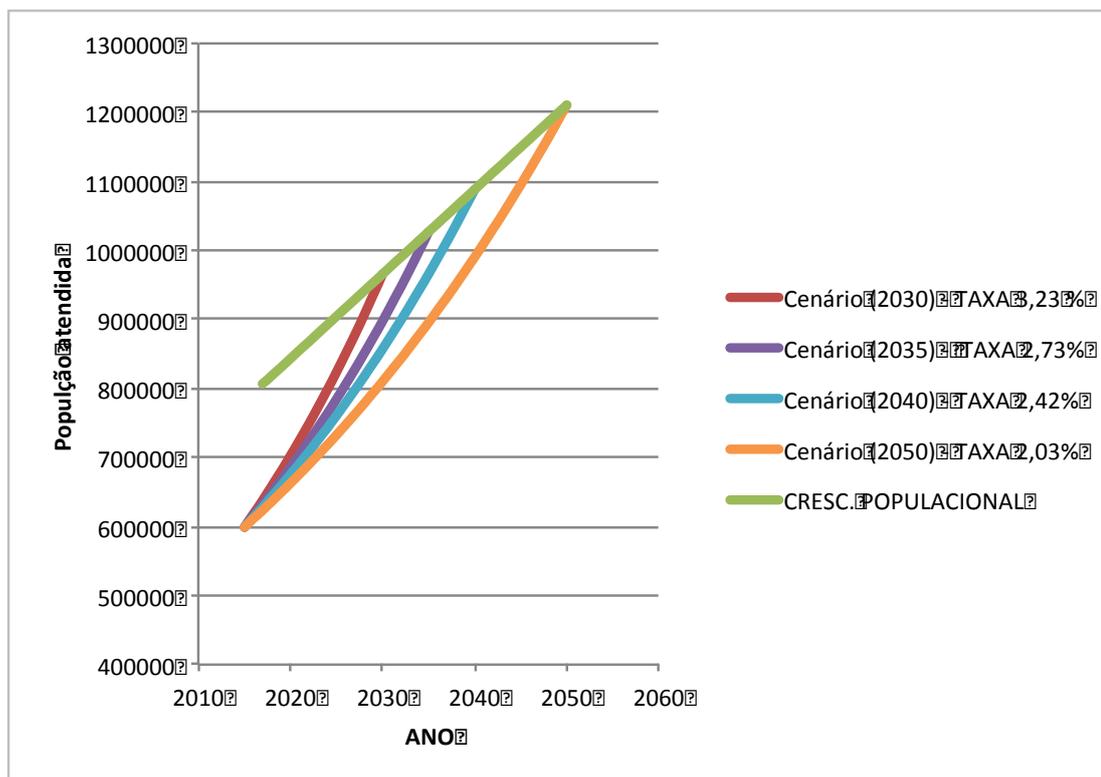
Quadro 10 - População com atendimento a E.S. referente aos quatro cenários.

ANO	2030	2035	2040	2050
Taxa Anual	3,23%	2,73%	2,42%	2,03%
2015	599.226	599.226	599.226	599.226
2016	618.600	615.589	613.701	611.391
2017	638.601	632.398	628.526	623.802
2018	659.248	649.667	643.709	636.466
2019	680.563	667.407	659.259	649.387
2020	702.568	685.631	675.184	662.570
2021	725.283	704.353	691.494	676.020
2022	748.733	723.586	708.198	689.744
2023	772.942	743.345	725.306	703.746
2024	797.932	763.643	742.827	718.033
2025	823.731	784.495	760.771	732.609
2026	850.365	805.917	779.149	747.481
2027	877.859	827.923	797.970	762.656
2028	906.242	850.531	817.246	778.138
2029	935.543	873.756	836.988	793.935
2030	965.791	897.615	857.207	810.052
2031		922.126	877.914	826.497
2032		947.305	899.121	843.275
2033		973.173	920.841	860.394
2034		999.747	943.085	877.861
2035		1.027.046	965.867	895.682
2036			989.199	913.865
2037			1.013.095	932.417
2038			1.037.567	951.346
2039			1.062.632	970.659
2040			1.088.301	990.364
2041				1.010.469
2042				1.030.982
2043				1.051.912
2044				1.073.266
2045				1.095.054
2046				1.117.284
2047				1.139.966
2048				1.163.108
2049				1.186.720
2050				1.210.811
DÉFICIT DE ATENDIMENTO (habitantes)	366.565	427.820	489.075	611.585

Fonte: Autor, 2017.

O Gráfico 7 ilustra as curvas de cada cenário obtidas pela evolução do atendimento a Esgotamento Sanitário, encontrando com a reta da projeção de crescimento populacional. Firmando, com a população atendida igual a população total, a universalização no ano de horizonte.

Gráfico 7 - Evolução do atendimento de E.S. nos quatro Cenários



Fonte: Autor, 2017.

Os resultados obtidos para o déficit de habitantes com atendimento estão listados no Quadro 11, juntamente com o número de ligações e comprimento de rede estimados em função desse déficit. Como esperado, os déficits aumentam com os cenários devido ao crescimento populacional.

Quadro 11 – Déficits de atendimento, número de ligações e comprimento de rede.

Cenários		2030	2035	2040	2050
Déficit	Atendimento	366.565	427.820	489.075	611.585
	Nº de Economias	108.131	126.201	144.270	180.409
	Nº de Ligações	74.063	86.439	98.815	123.568
	Comprimento de Rede (m)	315.506	368.229	420.952	526.398

Fonte: Autor, 2017.

5.3 CUSTOS

O Quadro 12 traz para cada cenário tanto os dados utilizados para calcular os custos, quanto o custo global total em função do déficit de atendimento, a diferença entre o ano de horizonte e o ano atual (Δt) e o custo que seria necessário ser gasto ao ano para se atingir a universalização.

Quadro 12 - Custos para implantação do SES em função do déficit de habitantes

Ano	2030	2035	2040	2050
Déficit de atendimento (habitantes)	366565	427820	489075	611585
Custo/Habitante	R\$ 1.561,72	R\$ 1.561,72	R\$ 1.561,72	R\$ 1.561,72
Custo Total	R\$ 572.472.800,88	R\$ 668.136.111,39	R\$ 763.799.421,91	R\$ 955.126.042,93
Δt	13	18	23	33
Custo a.a.	R\$ 44.036.369,30	R\$ 37.118.672,86	R\$ 33.208.670,52	R\$ 28.943.213,42

Fonte: Autor, 2017.

O custo em função do déficit de habitantes cresce conforme aumenta o horizonte dos cenários, em consequência do crescimento populacional. No entanto, este diminui no que se refere ao custo ao ano, pois quanto maior o horizonte de alcance (Δt), mais esse custo total será reduzido.

Para se ter uma ideia, pode-se acompanhar no Quadro 13 os valores totais investidos no setor de esgotamento sanitário para os anos de 2010 a 2015. Esses valores representam a soma dos investimentos realizados tanto pelo prestador de serviços, quanto pelo Município e pelo Estado.

Quadro 13 Investimentos totais realizados em esgotamento sanitário no Município de João Pessoa

Ano	Valor Investido
2015	R\$ 487.698,42
2014	R\$ 9.865.305,12
2013	R\$ 3.878.922,75
2012	R\$ 5.087.034,20
2011	R\$ 2.168.473,30
2010	R\$ 6.272.570,43

Fonte: SNIS, 2017.

Utilizado a média desses valores (Quadro 13), obtemos em torno de 9 milhões de reais ao ano, o qual não chega a representar nem $\frac{1}{4}$ (um quarto) do necessário para se atingir a universalização em 2030. Portanto, seria necessário investimentos de pelo menos três vezes o usual para atingir o objetivo no futuro mais distante previsto, 2050. Vale salientar que o custo ao ano nesse horizonte mais distante necessitará de novas correções de valor, assim como utilizada na metodologia deste trabalho.

Por fim, os valores obtidos através da porcentagem por equipamento em função do custo global foram R\$ 327,96 para o cálculo de ligações e R\$ 655,92 para extensão de rede, que engloba os coletores e interceptores. Estes permitem estimar os valores totais para ligações e extensão de rede (Quadros 14 e 15).

Quadro 14 - Custos para implantação de ligações de esgoto.

Ano	2030	2035	2040	2050
Déficit de atendimento (hab)	366565	427820	489075	611585
Nº de ligações	74063	86439	98815	123568
Custo/hab	R\$ 327,96	R\$ 327,96	R\$ 327,96	R\$ 327,96
Custo Total das ligações	R\$ 20.219.288,19	R\$ 28.308.583,39	R\$ 32.397.878,60	R\$ 40.576.469,02
Custo a.a.	R\$ 2.247.637,55	R\$ 2.794.921,30	R\$ 3.973.820,81	R\$ 4.078.074,82

Fonte: Autor, 2017.

Quadro 15 - Custos para implantação/ampliação do comprimento de rede (rede coletora + interceptor)

Ano	2030	2035	2040	2050
Déficit de atendimento (hab)	366565	427820	489075	611585
Comprimento de rede (m)	315506	368229	420952	526398
Valor de referência (Custo/hab)	R\$ 655,92	R\$ 655,92	R\$ 655,92	R\$ 655,92
Custo Total da extensão de rede	R\$ 240.438.576,37	R\$ 280.617.166,79	R\$ 320.795.757,20	R\$ 401.152.938,03
Custo a.a.	R\$ 18.495.275,11	R\$ 21.589.842,60	R\$ 23.947.641,62	R\$ 22.156.149,64

Fonte: Autor, 2017.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da série histórica é relevante para se formular um cenário atual e possibilitar comparar com os cenários propostos. No entanto, percebeu-se algumas inconsistências na base de dados que causam alterações nos resultados. A coleta de informações é exigida aos prestadores de serviços pelo SNIS para servir de ferramenta de auxílio no planejamento dos sistemas, portanto ressalta-se a necessidade de maior precisão na coleta e divulgação desses dados.

Os cenários propostos previram o crescimento populacional e tiveram as taxas de crescimento da população atendida variando entre 3,23% a 2,03%. Significando, com isso, que necessitaria de menor velocidade de ampliação do SES para o cenário com horizonte mais distante. Foi possível, também, prever a carência de rede coletora e do número de ligações de esgoto, permitindo com isso uma visão mais detalhada dos déficits no SES do Município, além de compreender como se divide a aplicação dos custos globais para cada elemento do SES, especialmente nº de ligações de esgoto e comprimento de rede.

Dentro dos quatro cenários propostos, o horizonte mais extenso possui 33 anos e conforme os cálculos de custos alcançados nesse trabalho, ainda não seriam possível atingir a universalização se os investimentos realizados permanecerem na mesma proporção que tem ocorrido nos últimos anos.

É sabido que o saneamento é direito da população e as consequências negativas que o seu déficit traz, com isso, a busca pela universalização torna-se cada vez mais necessária. Principalmente nas áreas de baixa renda, onde a falta de saneamento torna-se uma barreira para o desenvolvimento social e econômico das comunidades mais carentes. Portanto, os órgãos municipais, estaduais e, inclusive, a prestadora de serviços do município deveriam mirar alvos para essa problemática com maior afinco.

Conclui-se com esse trabalho que os cenários para universalização são fortes instrumentos de planejamento, permitindo o traçado de metas e plano de ações no sistema de atendimento a rede coletora de esgotos. Vale salientar que os programas de ações devem ser contínuos e consistentes também financeiramente, tendo em vista que o Brasil está vivendo um período de recessão econômica, firmando ainda mais a necessidade de um bom planejamento no setor, tendo em vista otimizar a aplicação dos investimentos e reduzir os gastos desnecessários.

7 REFERÊNCIAS

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Lei no 11.445**, de 5 de Janeiro de 2007.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA EXPANSÃO DO SANEAMENTO BRASILEIRO**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/files/trata_fgv.pdf>. Acesso em: 01 abril. 2017

BUARQUE, Sergio. C., **Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais**, IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília/DF, fevereiro 2003.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Esgoto Sanitário. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1999.

BRASIL, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2017**. Em www.snis.gov.br. Site visitado em 01.05.2017

NOGUEIRA, Helena de Cássia. **As primeiras décadas da eletricidade e do saneamento básico na capital paraibana, 1900 à 1940**. 2005, 111f. Dissertação - (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia da UFPB, João Pessoa, 2005.

REZENDE, S. C. & HELLER, L. **O Saneamento no Brasil: Políticas e Interfaces**. 2a Edição – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. 387 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, 2011.

Lei Complementar Nº 093 de 30/12/2015: Dispõe sobre a política Municipal de Saneamento Básico do Município de João Pessoa, seus instrumentos e dá outras providências. Município de João Pessoa capital do estado da Paraíba 2015. Acesso em: 20.05.2017

BRASIL, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Nota Técnica SNSA Nº 492/2010_Resumo_01/2011. **Referência de Custos – Primeiros Resultados do PAC**. Brasília, 2011.

Cáculo Exato, 2000 a 2010. Disponível em <
<http://calculoexato.com.br/parprima.aspx?codMenu=FinanVariacaoIndice>>. Acesso em:
31.05.2017.