



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE**

WILZA DA SILVA LOPES

**DETERMINAÇÃO DE UM ÍNDICE DE DESEMPENHO DO SERVIÇO DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA A CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB**

Campina Grande - PB

Fevereiro 2015

WILZA DA SILVA LOPES

**DETERMINAÇÃO DE UM ÍNDICE DE DESEMPENHO DO SERVIÇO DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA A CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Curso de Pós-Graduação em Engenharia
Civil e Ambiental da Universidade
Federal de Campina Grande – UFCG, em
cumprimento às exigências para obtenção
do Título de Mestre.

Área de concentração: Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária

Orientadores: Profa. Dra. Andrea Carla Lima Rodrigues

Profa. Dra. Patrícia Hermínio Cunha Feitosa

Campina Grande - PB

Fevereiro 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- L864d Lopes, Wilza da Silva.
 Determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário para a cidade de Capina Grande - PB / Wilza da Silva Lopes. – Campina Grande, 2015.
 87 f. : il. Color.
- Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2014.
- "Orientação: Prof.^a Dr.^a Andrea Carla Lima Rodrigues, Prof.^a Dr.^a Patrícia Hermínio Cunha Feitosa".
 Referências.
1. Sistema de Esgotamento Sanitário. 2. Índice de Desempenho. 3. Indicadores. I. Rodrigues, Andrea Carla Lima. II. Feitosa, Patrícia Hermínio Cunha. III. Título.

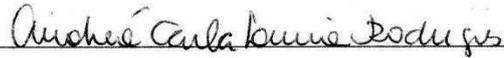
CDU 628.2(043)

WILZA DA SILVA LOPES

**DETERMINAÇÃO DE UM ÍNDICE DE DESEMPENHO DO SERVIÇO DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA A CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB**

Dissertação aprovada em 27 de Fevereiro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA



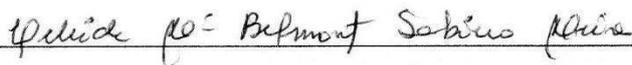
Profa. Dra. Andrea Carla Lima Rodrigues

Orientadora



Profa. Dra. Patrícia Hermínio Cunha Feitosa

Orientadora



Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira

Examinadora Interna



Prof. Dr Francisco Suetonio Bastos Mota

Examinador Externo

Ao Senhor Deus, por todo Amor e Fidelidade. Por toda confiança a mim dispensado, especialmente pelo cumprimento de mais uma de suas promessas em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é digno de toda Honra e toda Glória, por todas as graças derramadas em minha vida. Eu te agradeço Senhor pela presença e por seu amor incondicional. Por está presente em todos os minutos da minha vida, por preceder todos os meus passos, por todos os sonhos e planos que confias a mim para que possa concretizar.

O meu obrigada, a toda minha família por acreditar em mim. Aos meus pais, por todo empenho para que concretizasse cada escolha profissional e pessoal. Aos meus irmãos Wilton, Wilma, Welma e Wênia por serem exemplos de perseverança, fé e por todo incentivo. Aos meus sobrinhos Amanda, Emilly, Anny, Hítalo, João, Laurinha e Samuel que trazem ainda mais alegria para a minha vida. A minha avó Helena (em memória) por ter sido essencial nos meus primeiros passos para construção da minha formação profissional.

Aos meus irmãos em Cristo, Ana Nery, Eduardo e Noaldo por caminharem ao meu lado, e tornar a minha caminhada espiritual mais bela. Por ser uma porção concreta do amor de Deus em minha vida. Aos amigos que caminham comigo no grupo de oração e evangelização Mencorjes.

Às Professoras e Orientadoras, Andrea Carla Lima Rodrigues e Patrícia Hemínio Cunha Feitosa, por toda dedicação, compreensão, pela confiança no desenvolvimento deste trabalho, e em especial pela contribuição na minha formação profissional.

À banca examinadora composta pelo professor Francisco Suetônio Bastos Mota e pela professora Celeide Sabino, pela disposição e por todas as contribuições do trabalho; assim como a toda atenção a mim dispensadas para obtenção do título de mestre.

À CAGEPA por todo auxílio, atenção e por todas as informações disponibilizadas para execução do trabalho; especialmente a Augusto e Alba por toda receptividade e empenho na disponibilidade dos dados. A todo o pessoal do Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande, por toda a ajuda e auxílio.

Aos amigos que estiveram junto a mim nesse período do mestrado, em especial àqueles que trago comigo desde o período da graduação: Andretti, Juscelino, Clarissa, Vinicius e Cícero. A Andretti por toda força e companheirismo em todo o desenvolvimento da dissertação. A todos os professores e funcionários do laboratório de saneamento, que contribuíram de forma positiva nesse período da minha vida.

Àqueles que me ajudaram na construção e concretização desse sonho, o meu muito obrigada!

*O Senhor é a minha força e o meu escudo!
Por isso meu coração exulta e o louvo
com meu cântico.*

Sl 28,7

RESUMO

Um dos grandes desafios da atualidade está relacionado ao planejamento das cidades a partir do qual se almeja alcançar o desenvolvimento sustentável das mesmas, sem deixar de considerar o gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica. Tendo em vista que o crescimento desordenado das cidades tem sido um dos principais causadores da poluição das águas, cujas principais causas estão atreladas à falta ou ineficiência dos serviços de saneamento básico, torna-se imprescindível avaliar a cobertura e eficiência de seus componentes, de forma a buscar melhorias para a qualidade de vida das pessoas e para a proteção do meio ambiente. O uso de indicadores surge como importante ferramenta para avaliação dos serviços de saneamento básico, considerando-se não só a cobertura dos serviços, como também a qualidade destes. Mesmo os indicadores tendo a capacidade de resumir o sistema; em situações mais complexas, como é o caso dos componentes do saneamento básico, um único indicador não é capaz de representar o sistema, fazendo-se necessário a agregação de vários indicadores para obtenção de um índice. Nesse contexto, o trabalho busca a determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário para a cidade de Campina Grande (IDSES_CG). Para isso foram selecionados nove indicadores relacionados à qualidade, cobertura, operação e manutenção dos serviços de esgotamento, cuja escolha foi baseada na acessibilidade aos dados, confiabilidade da fonte e na capacidade de adequação com a realidade local; buscando assim selecionar os indicadores mais relevantes no que diz respeito ao sistema de esgotamento sanitário da cidade em estudo. Os indicadores foram calculados, normalizados, ponderados e agregados a fim obter um valor para o IDSES_CG e, a partir de um escala nominal, foi possível avaliar a situação do serviço de esgotamento da cidade, sendo classificada como regular. Ainda nesta pesquisa foi desenvolvido um estudo mais detalhado para alguns dos indicadores de qualidade dos serviços, com o objetivo de identificar as áreas mais problemáticas com relação ao serviço de esgotamento de Campina Grande.

Palavras-chave: Sistema de esgotamento sanitário; Índice de desempenho, Indicadores.

ABSTRACT

One of the great current challenges is related to the planning of cities, which it is essential to achieve a sustainable development in them, without ignoring the management of water resources within the watershed. It is known that the uncontrolled growth of cities has been a major cause of water pollution, since these cities present a lack or an inefficiency of basic sanitation services. That been said, it is essential to evaluate the coverage and efficiency of basic sanitation components in order to seek improvements for the quality of life of the population and for the protection of the environment. The use of indicators emerges as an important tool to assess basic sanitation services, by considering not only the coverage of these services, but also their quality. Even though the indicators have the ability to summarize the system as a whole, in more complex situations, such as the ones involving all sanitation components, a single indicator is not capable of representing the entire system. Therefore, in these cases, a viable alternative is to aggregate various indicators in order to obtain an index. In this context, this study aims to determine a performance index of sewage service to the city of Campina Grande (IDSES_CG). To develop this index, there was a selection of nine indicators regarding the quality, the coverage, the operation and the maintenance of sewage services, whose choice was based on the data accessibility, the reliability of the source and the capability of them to adjust to the local reality. All the selected indicators were calculated, standardized, weighed and aggregated so that the general index (IDSES_CG) could be determined. Based on a nominal scale, the situation involving the sewage service in the city was evaluated and then classified as regular. This research also contemplated a detailed study including some of the quality indicators in order to identify the most problematic areas regarding the sanitary sewage service in Campina Grande.

Keywords: Sewage system; Indicators; Performance index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas para elaboração de um Índice	40
Figura 2. Organograma das etapas metodológicas	42
Figura 3. Localização do município e da cidade de Campina Grande	43
Figura 4. Distribuição dos bairros da cidade de Campina Grande	45
Figura 5. Bacias de esgotamento da cidade de Campina Grande	48
Figura 6. Principais problemas encontrados no serviço de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande	52
Figura 7. Médias de coleta de esgoto do Ranking do Saneamento, SNIS e da cidade de Campina Grande	71
Figura 8. Diagnóstico do indicador de coleta de esgoto em 100 municípios brasileiros	71
Figura 9. Distribuição espacial do indicador de população conectada à rede de esgoto da cidade	73
Figura 10. Distribuição espacial do indicador de população residente servida por um sistema individual	74
Figura 11. Distribuição espacial da população sem o serviço de coleta e sem sistema individual	76
Figura 12. Distribuição do indicador de tratamento em 100 municípios brasileiros	77
Figura 13. Distribuição espacial do percentual de entupimentos/vazamento no sistema de esgotamento	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação de indicadores de desempenho do SNIS	31
Tabela 2. Relação de indicadores de esgotamento sanitário propostos pela ABAR	34
Tabela 3. Relação de indicadores proposto pela IWA	35
Tabela 4. Ranking dos 10 municípios com as piores taxas de internação por diarreia em 2011	44
Tabela 5. Bairros com maiores números de doenças relacionadas ao Saneamento Básico	46
Tabela 6. Bairros atendidos pelas bacias de esgotamento da cidade de Campina Grande	49
Tabela 7. Indicadores selecionados para desenvolvimento utilização na pesquisa	54
Tabela 8. Limites superior e inferior para cada um dos indicadores selecionados	63
Tabela 9. Nível de importância e praticidade	64
Tabela 10. Valores dos pesos atribuídos a cada um dos indicadores	65
Tabela 11. Descrição dos cenários para definição dos extremos da escala nominal	68
Tabela 12. Classificação nominal para IDSES_CG	69
Tabela 13. Valores médios dos indicadores selecionados	70
Tabela 14. Valores dos indicadores normalizados e seus respectivos pesos	81
Tabela 15. Resultado do IDSES para a cidade de Campina Grande	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAR	Associação Brasileira de Agências de Regulação
ADERASA	Asociacion e Entes Reguladores de Agua y Saneamento de Las Americas
AMAES	Agência de Regulação dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do município de Cuiabá.
ANA	Agência Nacional das Águas
AWWA	American Water Works Association
BNH	Banco Nacional de Habitação
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CESB	Companhia Estadual de Saneamento Básico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CP	Caixa de Passagem
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
ETOSS	Ente Tripartito de Obras y Servicios Sanitarios
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GNU	General Public License
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBNET	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IRAR	Instituto Regular de Águas e Resíduos de Portugal
ITA	Instituto Tecnológico de águas
ITB	Instituto Trata Brasil
IWA	International Water Association
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento do Brasil
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico

PMSS	Programa de Modernização do Setor de Saneamento
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNQS	Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento
PNRP	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PV	Poço de visita
SFS	Sistema Financeiro de Saneamento
SINUS	Simulação das nações Unidas Secundaristas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento
SUS	Sistema Único de Saúde
TIL	Tubo de Inspeção e Limpeza
TL	Terminal de Limpeza
UEPB	Universidade Estadual de Paraíba
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UNFPA	Fundo de População das Nações Unidas
UNICEF	United Nation Children's Fund
WHO	World Health Organization
WSAA	Water Service Association of Australia

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	OBJETIVOS	18
<i>1.1.1.</i>	<i>Objetivo Geral</i>	18
<i>1.1.2.</i>	<i>Objetivos específicos</i>	18
2.	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1.	O processo de urbanização das cidades	19
2.2.	O saneamento básico	21
<i>2.2.1.</i>	<i>Definição</i>	21
2.3.	Sistema de Esgotamento Sanitário	24
<i>2.3.1.</i>	<i>Considerações Gerais</i>	24
<i>2.3.2.</i>	<i>Componentes de sistema de esgotamento sanitário urbano</i>	25
<i>2.3.3.</i>	<i>Desempenho de sistemas de esgotamento</i>	27
2.4.	Indicadores de desempenho de Esgotamento Sanitário Nacionais e Internacional	29
<i>2.4.1.</i>	<i>Indicador de desempenho do SNIS</i>	30
<i>2.4.2.</i>	<i>Indicador de desempenho da ABAR</i>	33
<i>2.4.3.</i>	<i>Indicador de desempenho da International Water Association (IWA)</i>	34
2.5.	Aplicação de Indicadores de desempenho no serviço de Esgotamento Sanitário	38
2.6.	Desenvolvimento de um Índice	39
3.	MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1.	Primeira Etapa – Caracterização da área de estudo	42
<i>3.1.1.</i>	<i>O município de Campina Grande</i>	42
<i>3.1.2.</i>	<i>A cidade de Campina Grande</i>	45
<i>3.1.3.</i>	<i>Sistema de esgotamento da Cidade de Campina Grande</i>	47
<i>4.1.3.1.</i>	<i>Componentes do Sistema</i>	48
<i>4.1.3.2.</i>	<i>Problemas associados ao sistema</i>	51
4.2.	Segunda Etapa – Seleção dos Indicadores	53
<i>4.2.1.</i>	<i>Cálculo dos Indicadores</i>	54
<i>4.2.2.</i>	<i>Distribuição Espacial</i>	60
4.3.	Terceira Etapa – Determinação do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento sanitário para a cidade de Campina Grande (IDSES_CG)	61

<i>4.3.1. Normalização dos Indicadores</i>	61
<i>4.3.2. Ponderação dos Indicadores</i>	64
<i>4.3.3. Agregação dos Indicadores</i>	66
<i>4.3.4. Classificação nominal do Índice</i>	67
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
5.1. Resultados obtidos para os indicadores operacionais e de qualidade do serviço	70
5.2. Resultado da classificação do IDSES_CG	81
6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	83
6.1. Conclusões	83
6.2. Recomendações	84
7. REFERÊNCIAS	85

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a preocupação com os recursos hídricos passou a ser considerada não apenas no aspecto quantitativo, mas também no âmbito qualitativo. Isso porque, a contaminação dos corpos hídricos vem aumentando mediante os mais diversos impactos causados pela atividade humana. O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituído pela lei 9.433/97, estabeleceu diretrizes, programas e metas, com o objetivo de atender uma utilização racional e integrada dos recursos hídricos de forma a permitir à atual e às futuras gerações uma disponibilidade quantitativa e qualitativa da água para os mais diversos usos.

A redução da disponibilidade qualitativa e quantitativa da água está relacionada ao uso e ocupação do solo. O crescimento acelerado, associado a um espaço reduzido, sem infraestrutura necessária, são alguns dos principais causadores da poluição das águas. Esse processo desordenado de urbanização das cidades proporciona diversos impactos, comumente associados à falta ou ineficiência dos serviços de saneamento básico (PELLIZZARO et al., 2008; TUCCI, 2008; VASCO et al., 2011).

De acordo com a Lei 11.445/07, o saneamento básico pode ser entendido como o conjunto de ações que contempla o abastecimento de água, o sistema de esgotamento sanitário, a coleta e o manejo dos resíduos sólidos e a drenagem das águas pluviais urbanas. Tais serviços são imprescindíveis para a qualidade de vida da população e para proteção dos recursos hídricos, uma vez que a poluição das águas por despejo de esgoto ainda é uma das principais causas da degradação da qualidade das águas.

Portanto, os sistemas de esgotamento sanitário são obras importantes que contemplam desde a coleta até o tratamento e a disposição final do efluente. Esses sistemas auxiliam no processo de gerenciamento dos recursos hídricos, melhoram a qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente. Neste contexto, estes sistemas devem atender além do princípio de afastamento dos esgotos dos centros urbanos, mas contemplar serviços que devem respeitar o princípio de sustentabilidade ambiental, o que faz surgir a necessidade do uso de ferramentas de controle para acompanhamento sistemático da eficiência dos serviços de saneamento básico (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

Dessa forma, a boa gestão pública não se destina apenas ao aumento da cobertura dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, como se pensava

inicialmente, mas na busca de ferramentas que possam avaliar a qualidade do serviço prestado.

Uma medida de avaliação para auxiliar no processo de gestão das entidades responsáveis pelo saneamento das cidades é a utilização de indicadores de desempenho. O termo “indicador” vem da palavra latina “indicare” que significa apontar, indicar. Esses indicadores de desempenho podem ser entendidos como uma tradução sintética dos aspectos mais relevantes da gestão de uma empresa, simplificando a análise e o entendimento de conceitos mais complexos (BORJA et al., 2003; MOLINARI 2006). Um indicador de desempenho deve ser claramente definido, simples e de fácil compreensão; ser obtido por meio de variáveis facilmente mensuradas; exprimir o nível atual de desempenho de uma área; permitir comparações simples e deve ser objetivo para evitar interpretações subjetivas (ISO 24511/2007, apud, ALTAFIN, 2008).

Segundo Gomes et al. (2010), a ideia de desenvolver e utilizar sistemas de indicadores de sustentabilidade surgiu na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (Rio-92), quando se iniciaram as primeiras medidas para um desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, os indicadores medem e avaliam as organizações, fornecendo informações simplificadas, claras e concisas de vários fatores, que vem a servir de base para a tomada de decisão de situações do cotidiano, e até mesmo expressa problemas complexos no âmbito social, econômico e ambiental (GOMES et al., 2010).

Mesmo o indicador tendo a capacidade de resumir o sistema, existem sistemas onde sua complexidade não pode ser representada por um único indicador, como é o caso dos serviços de esgotamento sanitário. Sendo assim, a fim de analisar vários aspectos obtidos pelos vários indicadores, esses são agregados em um índice, que são valores adimensionais, de modo que possam expressar uma determinada situação de forma compacta e objetiva de um sistema complexo (MARANHÃO, 2007; OGATA, 2014).

No entanto, para obtenção de informações que expressem a situação do serviço de esgotamento da cidade e para que essas venham a contribuir com a tomada de decisão dentro de um sistema de gestão é necessário que os indicadores utilizados para determinação do índice, retratem as características da área estudada levando em consideração os principais problemas a ela relacionados.

É importante ressaltar que a cidade de Campina Grande não se difere da realidade brasileira acerca do sistema de esgotamento. Falta de coleta, disposição de esgoto nos canais de drenagem e perdas ao logo do sistema; são alguns dos problemas encontrados

na cidade. Ainda são encontradas algumas dificuldades relacionadas ao desempenho do serviço, tais como problemas de manutenção e de operação do sistema, o que provoca refluxo, extravasamento de esgoto, proliferação de insetos, dentre outros.

Segundo a CAGEPA (2013), nos últimos anos houve um crescimento de cerca de 80% no acesso ao serviço de esgotamento sanitário em Campina Grande. Apesar de todo o investimento, em uma pesquisa desenvolvida pelo Instituto Trata Brasil (ITB) de 2008 a 2011, foi constatado que 31% da população do município não tinha acesso ao serviço de coleta.

Embora a cidade de Campina Grande ainda apresente um bom índice de cobertura do sistema de coleta de esgotos, sendo a 4ª cidade do nordeste com melhores condições de serviços de saneamento básico, é considerada a 8ª pior do Brasil em índices de internações por doenças diarreicas. Este cenário indica um contrassenso, tendo em vista que o próprio estudo feito pelo Instituto relata a influência entre o baixo índice coleta de esgotos e taxas de hospitalização por diarreia (ITB, 2011; ITB, 2013).

Desse modo, a determinação de um índice de desempenho para avaliação do nível de qualidade do serviço de esgotamento sanitário para a cidade de Campina Grande é de grande valia para subsidiar a tomada de decisão no que diz respeito aos problemas ambientais e à eficiência dos serviços prestados à população. Servindo ainda de base para um estudo da relação entre o saneamento e a saúde, bem como para efetuar previsões sobre a situação do saneamento.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Determinar um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário para a cidade de Campina Grande – PB.

1.1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar o sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande - PB
- Identificar os principais problemas relacionados ao sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande;
- Analisar o serviço de esgotamento da cidade em estudo a partir da aplicação de indicadores de qualidade do serviço e de operação e manutenção;
- Efetuar a distribuição espacial de indicadores de qualidade do serviço de sistema de esgotamento, de modo a auxiliar o processo de gerenciamento na cidade de Campina Grande;
- Desenvolver um índice geral de desempenho do serviço de esgotamento sanitário, para a cidade de Campina Grande, considerando os aspectos de qualidade de serviço, operação e manutenção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O processo de urbanização das cidades

O termo urbanização tem origem na expressão latina *urbi*, que significa cidade. De acordo com o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA, 2007), a urbanização é caracterizada pelo aumento da parcela urbana na população total, sendo esta inevitável e positiva. Sendo assim, a urbanização pode ser entendida como um conceito geográfico que representa a transição de uma sociedade, transformando as características rurais do local para urbanas.

Atualmente o processo de urbanização vem se intensificando cada vez mais em todo o mundo. Mas, as primeiras características desse fenômeno tiveram início na Europa com a Revolução Industrial, no século XVIII, e foi sendo difundido em outras localidades com o avanço dessa Revolução. As primeiras aglomerações urbanas formadas a partir desse evento foram acompanhadas de problemas como poluição atmosférica (causados pelas máquinas), falta de saneamento básico (acesso à água potável e coleta de esgoto) e condições de vida bastante precárias. Somente em meados do século XIX os países levaram em consideração tais problemas e assim modificaram essas áreas, tornando-as mais adequadas. Essas mudanças foram se intensificando, e assim com o passar de mais um século, adquiriram as características com as quais conhecemos hoje (SANTOS, 2005).

No Brasil, apenas após a Segunda Guerra Mundial, século XX, com o desenvolvimento da atividade industrial no país, o processo de urbanização se intensificou. No entanto, apesar desse processo ter acontecido um pouco mais tarde que em outras localidades, a urbanização no Brasil ocorreu sem planejamento algum, desencadeando os problemas sociais e ambientais, sem infraestrutura necessária para a qualidade de vida da população.

Esses impactos encontrados nos primeiros processos de urbanização não muito se diferenciam dos encontrados nos dias atuais. Problemas como o uso e ocupação informal do solo e aumento da pobreza estão ligados ao crescimento desordenado da urbanização. Alterações no ciclo hidrológico e no clima também devem ser observadas, uma vez que estes propiciam outros impactos à vida humana e ao meio como um todo.

O processo de urbanização causa impactos no ciclo hidrológico. Tais efeitos provocam mudanças que podem ser em função da alteração da quantidade ou/e regime, sendo estes nos volumes de água, no balanço hídrico, na precipitação, evapotranspiração, interceptação, infiltração, escoamento, dentre outros. Além do mais ainda proporciona a impermeabilização dos solos, aumento da velocidade de escoamentos, construção de obstáculos ao escoamento, artificialização dos cursos de água urbanos (CASTRO, 2007).

A aglomeração de populações em uma área, sem o devido planejamento, resulta em efeitos negativos, em especial nas ações do saneamento básico. Tais efeitos provocam modificações nos solos, alteração do escoamento natural da água e principalmente a erosão. O processo erosivo causa a perda da camada fértil do solo, assoreamento, deslizamento de encostas, proporcionando graves danos ambientais, econômicos e sociais.

Outro problema relacionado à urbanização é a ausência de esgotamento sanitário em algumas áreas. A falta deste serviço traz consequências ao meio ambiente (solo e recursos hídricos) e à saúde da população que reside naquele local. Nesse panorama as cidades brasileiras têm se desenvolvido criando uma estrutura com déficits habitacionais, saneamento básico, transporte, saúde, entre outros.

A partir da década de 1960, planos diretores começaram a ser elaborados no Brasil, mas sem apresentarem grandes êxitos. Em 1988, a Constituição Federal, trouxe, em seu art. 182 § 1º, a obrigatoriedade do plano diretor para cidades com mais de vinte mil habitantes, sendo este um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Posteriormente, em 2001, foi aprovado o Estatuto da Cidade, que estabeleceu diretrizes gerais da política urbana.

Inicia-se então, nas cidades, a preocupação com o planejamento territorial urbano, buscando ordenar e estruturar o território para que venha a atender as necessidades da população, oferecendo as condições básicas conforme estabelecidos na Lei 11.445/07 que visa à melhoria da qualidade de vida e das condições ambientais e de saúde pública.

Sendo assim, a urbanização planejada apresenta impactos positivos relevantes, uma vez que esse crescimento pode ser dado de forma igualitária, planejada, oferecendo melhorias na qualidade de vida e acesso a tecnologias para as populações.

Em uma pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) em 2006 foi constatado que a qualidade de vida da população tende a diminuir à medida em que as cidades aumentam. No estudo, aspectos como infraestrutura, serviços de saúde

e educação, acesso ao saneamento básico e gastos do governo com bens públicos foram avaliados (VASCONCELOS, 2006).

Estudos dessa natureza têm grande importância no âmbito do processo de urbanização, uma vez que podem identificar os impactos desse processo, buscando meios de prevenção e alternativas sustentáveis para o crescimento de áreas urbanas.

2.2. O saneamento básico

2.2.1. Definição

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o saneamento pode ser compreendido como o conjunto de ações que visam controlar os fatores do meio físico, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social do homem. Esse conceito tem se transformado em função da ampliação do conhecimento científico, que provoca diferentes visões de saúde e de bem estar do homem.

Ao longo do tempo, o saneamento passou a ser também uma questão de ordem ambiental, tendo-se tanto um conceito de saneamento básico como também de saneamento ambiental.

A Lei 11.445/2007, em seu Artigo 3º, define o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta,

transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

Em 2000, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu as Metas do Milênio, que é um documento que apresenta um conjunto de objetivos para desenvolvimento e erradicação da pobreza no mundo até o ano de 2015. Entre os objetivos propostos estão a garantia da sustentabilidade ambiental, por meio da redução da proporção de populações sem acesso permanente e sustentável a água potável segura; e melhorar significativamente as vidas de habitantes de moradias inadequadas até o ano de 2020 (ONU, 2004).

Apesar da importância do saneamento ambiental como um todo, percebe-se que as autoridades têm concentrado maior esforço para o saneamento básico, isso porque muitas pessoas no mundo ainda carecem desses serviços. De acordo com a ONU (2014), cerca de 2,5 bilhões de pessoas em todo o mundo ainda não tem acesso ao saneamento básico. Sendo estimado 780 milhões de pessoas sem acesso a água potável e 1,3 bilhão de pessoas sem acesso à eletricidade.

No documento apresentado pela Simulação das Nações Unidas para Secundaristas (SiNUS), em 2014, apresentou-se que a Espanha, no ano de 2013, se comprometeu a levar água e saneamento básico a 3,5 milhões de pessoas. Ainda mostrou que o progresso tem sido maior na Ásia Oriental, com um aumento de 40% na cobertura de saneamento desde 1990, sendo grande parte impulsionado pela China.

Segundo a WHO/UNICEF (2014), o acesso ao saneamento aumentou em todas as regiões, mas apesar disso, não está a caminho de cumprir a Meta do saneamento, isso porque 69 países não caminhavam de forma desejável no ano de 2012, sendo 37 deles na África Subsaariana. Entre os índices mais baixos de acesso ao saneamento estão a África Subsaariana e o sul da Ásia, onde, respectivamente, 70% e 59% da população não têm contato com métodos mais aprimorados de saneamento. Ainda segundo a WHO (2004),

apenas 9% da população do Níger têm acesso ao saneamento, sendo o país com menor índice. Já os países da Bélgica, Canadá e Dinamarca apresentam 100% de acesso.

No Brasil, o déficit de saneamento básico não se difere muito da realidade de outros países e do mundo. As principais características do saneamento no Brasil foram instituídas com o Plano Nacional de Saneamento do Brasil (PLANASA) em 1969, e implementadas apenas dois anos depois. Um dos objetivos desse plano foi a eliminação de déficit e o equilíbrio entre a oferta e a demanda no campo do saneamento básico. Também foi instituído o Sistema Financeiro de Saneamento (SFS), gerido pelo Banco Nacional de Habitação (BNH).

Com a criação do PLANASA ocorreu o surgimento das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs) e houve um incentivo por parte do Governo, para que os municípios concedessem os serviços de saneamento básico para CESBs, por terem acesso aos empréstimos do BNH, buscando promover uma tentativa de centralização. Nesse processo, 27 companhias estaduais foram desenvolvidas, sendo as responsáveis atualmente pelo atendimento de 3.700 municípios (NOZAKI, 2007).

Apesar de expor um modelo bem articulado, assegurando a titularidade sobre os serviços de saneamento ao estado, mantendo o poder de decisão e o controle da qualidade dos serviços prestados pela participação dos municípios nos conselhos deliberativos das empresas, isso não chegou a acontecer na prática como, por exemplo, Curitiba e Recife (LOBO, 2003).

Embora tenham surgido avanços significativos a partir da década de 1970, ainda faltava a presença de um instrumento legal que estabelecesse regras claras para a prestação de serviços de saneamento básico. Portanto, em janeiro de 2007, é aprovada a Lei Nacional de Saneamento, Lei Nº 11.445, que vem estabelecer diretrizes nacionais para o saneamento básico. Sendo uma iniciativa bastante importante para a melhoria desse serviço no país. E ainda foi criado o Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento- SNIS.

Segundo o SNIS (2012), 34 milhões de brasileiros não têm acesso à água encanada, 103 milhões de pessoas não estão conectadas às redes de esgoto e apenas 38,7% dos esgotos gerados são destinados para tratamento. Isso mostra o quanto ainda existem áreas no país que necessitam de melhorias e até mesmo de acesso a tais serviços.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2011) o Brasil busca, em longo prazo, a universalização dos serviços de saneamento. Uma das propostas da agência é a implantação de redes coletoras e estações de tratamento de esgotos em

municípios onde o lançamento desses efluentes tem potencial para poluir os mananciais de captação. E ainda que, os investimento necessários a longo prazo somariam 70 bilhões de reais, sendo 47,8 bilhões para tratamento de esgoto e sistemas de coleta, para manter a qualidade dos mananciais e 22,2 bilhões para evitar déficit de abastecimento até 2015.

De acordo com o relatório da PNDA em 2013, o custo de uma internação por infecção gastrintestinal no Sistema Único de Saúde (SUS) para aquele ano foi de cerca de R\$355,71 por paciente. Isso ocasiona um custo de cerca de 120 milhões de reais aplicado para o tratamento das populações doentes por falta de saneamento básico. Logo, o investimento em saneamento básico traz benefícios econômicos, isso porque diminui a incidência de doenças nas populações.

2.3. Sistema de Esgotamento Sanitário

2.3.1. Considerações Gerais

Von Sperling (1996) define esgoto sanitário como um efluente formado por esgoto doméstico, despejos industriais e águas de infiltração, sendo:

- Esgotos domésticos provenientes de residências, do comércio e das repartições públicas;
- Despejos industriais são efluentes de indústrias, e suas características dependem da indústria;
- As águas de infiltração são aquelas que penetram na rede coletora de esgoto através de juntas defeituosas das tubulações, paredes de poços de visita, etc.

O esgoto sanitário apresenta em sua composição aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólido, sendo sólidos orgânicos e inorgânicos; suspensos e dissolvidos; bem como os microrganismos (VON SPERLING, 1996). Estes apresentam características que podem ser de ordem física (temperatura, odor, cor e turbidez, variação de vazão); química (matéria orgânica, matéria inorgânica); e biológica (microrganismos, indicadores de poluição).

A disposição adequada dos esgotos domésticos é de grande importância na busca da proteção à saúde e ao meio ambiente. No geral, a falta de sistemas de esgotamento sanitário que contemplem a coleta, o tratamento e a destinação final dos esgotos sanitários resulta em formas inadequadas de disposição como lançamento em corpos de águas, disposição no solo, infiltração e contaminação de águas subterrâneas. E assim, favorecendo o contato, direta ou indiretamente, das pessoas com esse líquido, ocasionando a ploriferação de doenças e a contaminação dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

2.3.2. Componentes de sistema de esgotamento sanitário urbano

O sistema de esgotamento sanitário contempla desde a coleta até o tratamento e destinação final. Entretanto, para efeito de estudo pode-se dividir em duas grandes áreas: esgotamento sanitário e tratamento de esgotos. A parte de esgotamento sanitário compreende os aspectos que estão relacionados ao projeto, operação e manutenção dos diversos componentes desse sistema.

Na segunda parte, tratamento de esgoto, para além dos aspectos gerais de projeto, manutenção e operação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETEs), envolve o tratamento propriamente dito, atentando para a qualidade final desse afluente, tendo em vista o destino de lançamento do mesmo e a influência dessa destinação na saúde pública.

A NBR 9649/86, que dispõem sobre as condições para elaboração de projetos hidráulicos-sanitário de redes coletoras de esgoto, define os componentes do sistema de esgotamento como:

- Coletor de esgoto: Tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo de seu comprimento;
- Coletor principal: Coletor de esgoto de maior extensão dentro de uma mesma bacia;
- Coletor tronco: Tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores;
- Emissário: Tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante;

- Rede coletora: Conjunto constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, e seus órgãos acessórios.

E os órgãos acessórios do sistema como:

- Poço de visita (PV): Câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção;
- Tubo de inspeção e limpeza (TIL): Dispositivo não visitável que permite inspeção e introdução de equipamentos de limpeza;
- Terminal de limpeza (TL): Dispositivo que permite introdução de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira de qualquer coletor;
- Caixa de passagem (CP): Câmara sem acesso localizada em pontos singulares por necessidade construtiva;
- Sifão invertido: Trecho rebaixado com escoamento sob pressão, cuja finalidade é transpor obstáculos, depressões do terreno ou cursos d'água;
- Passagem forçada Trecho com escoamento sob pressão, sem rebaixamento.

Como o sistema de esgotamento também contempla o tratamento, Gomes (2013) define a estação elevatória de esgoto como o conjunto de equipamentos destinado a promover o recalque das vazões de esgoto coletadas a montante. E ainda a estação de tratamento de esgoto como sendo a unidade destinada a dar condições de qualidade necessárias ao esgoto recolhido para que este possa ser devolvido à natureza sem prejuízo ao meio ambiente.

Cada unidade e órgão acessório de um sistema de esgotamento sanitário possui uma função, que é de fundamental importância para o bom desempenho do sistema como um todo. Uma vez que, interferências ou interrupções em um desses componentes podem oferecer problemas de operacionalidade e até diminuir a eficiência do sistema. Portanto,

todos esses elementos são necessários para que o sistema seja executado sem oferecer riscos ao meio e a saúde da população.

2.3.3. Desempenho de sistemas de esgotamento

Para um sistema de esgotamento sanitário apresentar um bom desempenho, vários fatores devem ser observados. Entre esses fatores estão a vazão de esgoto, as condições acerca do funcionamento hidráulico e o tipo de sistema de esgoto. Vale lembrar também da estação de tratamento e do tipo de tratamento escolhido para que o efluente possa obter a qualidade necessária para não causar danos ao meio ambiente.

Os sistemas de esgotos urbanos podem ser do tipo unitário (ou sistema combinado) que possui uma única estrutura para a veiculação das águas residuárias, águas de infiltração e águas pluviais; do tipo separador parcial em que esgoto sanitário é encaminhado juntamente com uma parcela das águas pluviais; e por fim, o separador absoluto, onde as águas residuárias e pluviais são transportadas por sistemas independentes.

Na Europa na Ásia e na América do Norte a utilização de sistema do tipo separador unitário é bastante comum, isso porque as suas redes de esgoto foram construídas em épocas anteriores à invenção do sistema separador. Nos períodos de estiagem, tratam-se o esgoto e as águas pluviais, que nesse momento conta com pequenas vazões. Mas para períodos de chuva, quando essa vazão aumenta, diluindo o esgoto sanitário, utiliza-se o sistema de *by-pass*, que permite que o efluente seja lançado diretamente no corpo receptor (NORO, 2012). Esse sistema foi desenvolvido para condições europeias, onde as precipitações são bem inferiores às do Brasil, onde a intensidade da chuva é aproximadamente três vezes maior.

Ainda segundo o autor, no Brasil comumente é utilizado o sistema do tipo separador absoluto. A cidade de São Paulo adotou o sistema em 1912, substituindo o sistema separador parcial.

Apesar de no Brasil se utilizar o sistema separador absoluto, estudo realizado por Tsutiya e Bueno (2004) demonstra que o sistema de grande parte das cidades brasileiras é de fato separador parcial. Isso devido à contribuição de águas pluviais, que foi observada através das diferentes vazões em tempos secos e chuvosos obtidos em dias próximos.

Outro fator considerado para o bom desempenho do sistema é a vazão de esgoto. Segundo Jordão e Pessoa (1995), a vazão de esgoto é a característica mais importante dos esgotos. A avaliação da sua variação é importante para o projeto, pois influencia no dimensionamento das canalizações e da estação de tratamento, e ainda pode impactar diretamente o meio ambiente.

A variação da vazão pode comprometer o funcionamento do sistema e a qualidade do tratamento. Componentes como população atual e futura, as diversas contribuições de esgotos e a vazão de infiltração devem ser consideradas na estimativa da vazão. Entretanto, essa vazão varia com as horas do dia, com os dias, meses e estações do ano. E ainda depende dos hábitos de higiene da população, o que ocasiona picos de utilização de água (e geração de esgotos) em algumas horas do dia.

Ainda no projeto deve se considerar o traçado da rede de esgoto, que é definido pela topografia. Os materiais das tubulações também devem ser observados, para não comprometer a durabilidade do projeto. Atualmente no Brasil, o material mais utilizado em ampliações e novos sistemas de coleta e transporte de esgoto tem sido o PVC (policloreto de vinila) e seus derivados. Para linhas de recalque, normalmente são utilizados tubos de ferro fundido ou aço (RECESA, 2008).

Como o tratamento do efluente é uma das etapas do sistema de esgotamento, o estudo das ETEs também é importante para que esses efluentes não causem danos ao meio e a saúde da população.

De acordo com Von Sperling (2005), o tratamento do esgoto pode ser classificado nas seguintes etapas:

- Tratamento preliminar - remoção dos sólidos grosseiros;
- Tratamento primário - remoção dos sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica, predominando mecanismos físicos;
- Tratamento secundário – remoção de matéria orgânica e de nutrientes (nitrogênio e fósforo), predominando mecanismos biológicos;
- Tratamento terciário - remoção de poluentes específicos usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis, ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário.

O tratamento adequado de esgoto dependerá diretamente da sua forma de disposição final, podendo ser para lançamento nos corpos d'água ou para o reúso. Esse deve atender aos padrões estabelecidos por norma.

Para o lançamento nos corpos aquáticos, a Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Já para o reúso, a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2004) estabelece normas e diretrizes para a utilização de águas residuárias na agricultura e piscicultura. Esses critérios são estabelecidos com base em processos técnicos e científicos.

Além dos fatores já abordados, os sistemas de esgotamento necessitam de outros para um bom desempenho. Portanto, deve-se levar em consideração também o seu funcionamento como um todo e o bom desempenho durante toda a vida útil do projeto, buscando a minimização de impactos em todas as suas etapas, assim como a melhoria de qualidade de vida da população e do meio.

2.4. Indicadores de desempenho de Esgotamento Sanitário Nacionais e Internacional

O termo indicador tem origem latim, *indicare*, que significa indicar, apontar, revelar. O indicador de desempenho é uma medida quantitativa da eficácia e da eficiência de uma entidade gestora, isso no que diz respeito aos aspectos de uma atividade desenvolvida ou do comportamento do sistema (VON SPERLING, 2010).

Segundo Alegre et al. (2006), o objetivo principal de qualquer sistema de indicadores de desempenho é fornecer informações, fazendo a distinção entre informação e dados. Uma diferença entre esses termos é que a “informação” pode ser definida como o conjunto de dados que podem ser utilizados com a finalidade de auxiliar a tomada de decisão.

Os indicadores de desempenho traduzem de forma sintética, aspectos mais relevantes. Onde cada indicador contribui para a quantificação do desempenho sob um dado ponto de vista, numa determinada área, durante um período de tempo. Estes devem apresentar informações de uma realidade, e devem ser avaliados em conjunto e associados ao contexto em que está inserido, de forma a evitar erros de interpretação.

Lima (2009) relata que os primeiros indícios de desenvolvimento de indicadores ambientais urbanos foram registrados no início da década de 1970, através de estudos da

Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Esses estudos não tiveram bons êxitos por terem sido considerados ambiciosos, com falta de enfoque e ainda falta de auxílio político. Na década de 1990 novas tentativas sobre o tema foram desenvolvidas por vários grupos de trabalho internacionais. No Brasil, o interesse por sistemas de indicadores para o planejamento e avaliação de políticas públicas aumentou bastante nos últimos anos. Segundo Von Sperling (2010), no âmbito internacional pode-se destacar como importantes indicadores de desempenho o International Water Association (IWA), o Instituto Regulador de Águas e Resíduos de Portugal (IRAR), o Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas, The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET), Water Service Association of Australia (WSAA), o American Water Works Association (AWWA) e no Brasil pode-se destacar o indicador de desempenho do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, da Associação Brasileira de Agências de Regulação, do Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento (PNQS).

Sendo assim, serão descritos a seguir a metodologia dos indicadores de desempenho em sistemas de esgotamento sanitário do SNIS, da ABAR no âmbito brasileiro, e o do IWA, no âmbito internacional, apresentando suas principais características.

2.4.1. Indicador de desempenho do SNIS

O governo Federal do Brasil criou em 1996 o SNIS, que está vinculado à Secretária Nacional de Saneamento Ambiental. Esse sistema apresenta um banco de dados de esfera federal de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos e de manejo de resíduos sólidos. Sendo assim, tornou-se ao longo dos anos a maior e mais importante conjunto de dados no setor de saneamento brasileiro. Miranda (2006) descreve a importância desses dados para o país, estados e municípios. No âmbito federal, esses dados são destinados ao planejamento e execução de políticas públicas (buscando a orientação da aplicação de investimentos); a formulação de estratégias de ação; e o acompanhamento de programas, avaliando o desempenho dos serviços. Na esfera estadual e municipal, esses dados vêm contribuir para regulação e fiscalização da

prestação dos serviços, bem como elevar os níveis de eficiência e eficácia na gestão das entidades prestadoras de tais serviços. Isso devido ao conhecimento da realidade local.

As informações sobre a situação do saneamento no país são obtidas através das companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e até mesmo prefeituras através de secretarias e departamentos. As solicitações destas informações podem ser através do cadastramento de prestadores de serviço no sistema ou por solicitação direta aos prefeitos.

Os dados são coletados via web, por meio do sistema SNISWeb onde um representante de cada um dos prestadores devidamente cadastrados dispõem dos dados. O SNISWeb analisa a consistência dos dados por meio de um dispositivo, informando ao representante sobre a inconsistência caso haja. Já para as companhias estaduais e microrregionais, as informações são preenchidas em formulários e o sistema totaliza tais informações. É importante ressaltar que o SNIS coleta apenas as informações primárias e não indicadores.

O SNIS possui o seu próprio sistema de cálculo de indicadores utilizando de expressões matemáticas, que são baseados nas informações coletadas, e previamente tratadas. A Tabela 1 apresenta todos os indicadores de desempenho do SNIS, sendo grande parte utilizada estritamente para serviços de abastecimento, parte para serviços de esgotamento e parte para indicadores mistos, referente aos dois serviços. Esses são divididos em quatro vertentes: indicadores Econômico-Financeiros e Administrativos, indicadores operacionais, indicadores de balanço e indicadores de qualidade.

Tabela 1. Relação de indicadores de desempenho do SNIS

CÓDIGO	NOME DO INDICADOR	UNIDADE
<i>Indicadores Econômicos-Financeiros e Administrativos</i>		
I002 *	Índice de produtividade: economias ativas por pessoal próprio	(econ./empregado)
I003	Despesa total com os serviços por m3 faturado	* (R\$/m3)
I004 *	Tarifa média praticada (água + esgoto)	(R\$/m3)
I006	Tarifa média de esgoto	(R\$/m3)
I007 *	Incidência de desp. de pessoal e de serv. de terc. nas despesas totais com os serviços	(%)
I008 *	Despesa média anual por empregado	(R\$/empregado)
I012 *	Indicador de desempenho financeiro	(%)
I018 *	Quantidade equivalente de pessoal total	(empregados)
I019 *	Índice de produtividade: economias ativas por pessoal total	(econ./empregado)
I026 *	Despesa de exploração por m3	(R\$/m3)
I027 *	Despesa de exploração por economia	((R\$/ano)/econ.)
I029 *	Índice de evasão de receitas	(%)
I030 *	Margem da despesa de exploração	(%)
I031 *	Margem da despesa com pessoal próprio	(%)
I032 *	Margem da despesa com pessoal próprio total (equivalente)	(%)

Cont. Tabela 1

CODIGO	NOME DO INDICADOR	UNIDADE
Indicadores Econômicos-Financeiros e Administrativos		
I033 *	Margem do serviço da dívida	(%)
I034 *	Margem das outras despesas de exploração	(%)
I035 *	Participação da despesa com pessoal próprio nas despesas de exploração	(%)
I036 *	Participação da despesa com pessoal total (equivalente) nas despesas de exploração	(%)
I037 *	Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração	(%)
I038 *	Participação da despesa com produtos químicos nas despesas de exploração	(%)
I039 *	Participação das outras despesas nas despesas de exploração	(%)
I041	Participação da receita operacional direta de esgoto na receita operacional total	(%)
I042 *	Participação da receita operacional indireta na receita operacional total	(%)
I048 *	Índice de produtividade: empreg. próprios por mil ligações (AG e ES)	(empregados/mil lig.)
I054 *	Dias de faturamento comprometidos com contas a receber	(dias)
I060 *	Índice de despesa por consumo de energia elétrica no sistema	(R\$/kWh)
I101 *	Indicador de suficiência de caixa	(%)
I102 *	Índice de produtividade de pessoal total	(lig./empregado)
Indicadores Operacionais		
I015	Índice de coleta de esgotos	(%)
I016	Índice de tratamento de esgoto	(%)
I021	Extensão da rede de esgoto por ligação	(m/ligação)
I024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios com água	(%)
I046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	(%)
I047	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto	(%)
I056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	(%)
I059	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	(kWh/m3)
Indicadores de Balanço		
I061 *	Liquidez corrente	(-)
I062 *	Liquidez geral	(-)
I063 *	Grau de endividamento	(-)
I064 *	Margem operacional com depreciação	(%)
I065 *	Margem líquida com depreciação	(%)
I066 *	Retorno sobre o patrimônio líquido	(%)
I067 *	Composição de exigibilidades	(%)
I068 *	Margem operacional sem depreciação	(%)
I069 *	Margem líquida sem depreciação	(%)
Indicadores de Qualidade		
I077	Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos	(horas/extravasamento)
I082	Extravasamentos de esgotos por extensão de rede	(extravasamento/km)
I083 *	Duração média dos serviços executados	(hora/serviço)

Nota: * indicadores utilizados para os serviços de esgotamento sanitário e abastecimento

Fonte: Adaptado von Sperling, 2010.

Com as informações coletadas, os indicadores são calculados, e o SNIS disponibiliza o diagnóstico de água e esgoto do país, contendo o glossário de informações, a relação de indicadores e a metodologia utilizada, e ainda pode ser encontrado no site do SNIS todo o conjunto de informações em tabelas no Excel. No diagnóstico realizado no ano de 2012 o SNIS disponibilizou esse relação de indicadores e suas respectivas equações de cálculo.

Desta forma é possível obter um conjunto de informações que auxiliam a realização do diagnóstico dos serviços de Água e Esgotos e, conseqüentemente, indicam o panorama da situação do saneamento por todo o país ao longo dos anos, obtendo assim uma série histórica.

2.4.2. Indicador de desempenho da ABAR

A Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR) é uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos e apartidária, criada em 1999, sob forma de associação civil, sendo os associados dessa entidade as agências de regulação do país, no âmbito federal, estadual e municipal. A entidade atua em diversos seguimentos de infraestrutura no Brasil, tais como: energia elétrica, petróleo, transporte, saneamento básico, entre outros.

A ABAR tem por objetivo contribuir para o avanço e consolidação das atividades de regulação do Brasil, promover a mútua colaboração entre as associadas e os poderes públicos, na busca do aprimoramento da regulação e da capacidade técnica.

Em março de 2006 a ABAR realizou, em parceria com o Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), uma oficina internacional de indicadores para regulação dos serviços de água e esgoto. De acordo com Ximenes (2006), a oficina contou com a participação de 14 agências estaduais e municipais, além de representantes do ente regulador de água (Etoss) de Buenos Aires, do sistema de Informação em água e Saneamento (Sias) da Bolívia e da Associação de Entes Reguladores de água potável e Saneamento das Américas (Aderasa).

Essa oficina resultou em uma proposta de conjunto de indicadores para regulação do saneamento, para ser utilizado por todas as agências reguladoras. Esse conjunto de indicadores permitirá, a médio e longo prazo, a comparação de desempenho e o desenvolvimento de *Benchmarking* para o setor. Assim, estes indicadores alimentariam a

base de dados da Aderasa, que propicia a comparação com o desempenho no plano internacional. A Tabela 2 apresenta a relação de indicadores de esgotamento sanitário obtidos na oficina.

Tabela 2. Relação de indicadores de esgotamento sanitário propostos pela ABAR

INDICADOR	UNIDADE	REFERÊNCIA
<i>Indicadores Operacionais</i>		
Densidade de obstruções	Obstruções/km	Aderasa - ICC02
Atendimento Urbano	%	SNIS - I024
<i>Indicadores de Qualidade</i>		
Cumprimento da quantidade de análises exigidas pela norma	%	Aderasa - ICC03
Conformidade das análises das águas residuais	%	Aderasa - ICC04
* Densidade de reclamações de água e esgoto	Reclamações/1.000	-
* Quantidade de solicitações de serviços de água e esgoto	%	-
* Atendimento em tempo às reclamações	%	-
<i>Indicadores Econômico-Financeiros</i>		
Faturamento médio de esgoto	(R\$/m ³)	SNIS - I006
* Índice de desempenho financeiro	%	SNIS - I012
* Custo médio faturado	R\$/m ³	SNIS - I026
* Inadimplência	%	SNIS - I029
* Endividamento sobre o patrimônio	%	-
* Rentabilidade sobre o patrimônio líquido	%	-
* Liquidez geral	%	SNIS - I062

Nota: * indicadores utilizados para os serviços de esgotamento sanitário e abastecimento de água

Fonte: Adaptado von Sperling, 2010.

Outra recomendação enfatizada na Oficina Internacional de Saneamento foi à necessidade de padronização da linguagem e dos conceitos e de maior importância à definição dos indicadores. Nesse sentido, o papel da Abar reveste-se de relevância como instrumento de organização e de articulação entre as agências para a construção dos indicadores (XIMENES, 2006).

2.4.3. Indicador de desempenho da International Water Association (IWA)

Em nível internacional, a IWA desenvolveu manuais de indicadores de desempenho para sistema de abastecimento de água e sistema de esgotamento sanitário. Essa proposta teve início em 1997, quando se reuniu um grupo de trabalhos para definir orientações sobre os indicadores a serem adotados. Desse trabalho resultou a publicação “Performance indicators for water supply services” que contempla também o software

“SIGMA Lite”, gratuito, elaborado pelo Instituto Tecnológico da Água (ITA), da Universidade Politécnica de Valência na Espanha.

Em 2000 surgiu o primeiro manual de indicador de desempenho para sistema de abastecimento de água. De acordo com Alegre et al. (2000), esse manual tinha como principais objetivos fornecer um quadro de referências de indicadores de desempenho; permitir futuras comparações entre prestadoras de serviço no âmbito de iniciativa de benchmarking métrico; e disponibilizar subconjuntos de indicadores para uso de agências reguladoras. A partir dessa publicação, foram surgindo várias outras colaborações e testes pilotos desenvolvidos por diversos envolvidos com o sistema de abastecimento de água, e assim, em 2006, desenvolveu-se uma segunda edição do manual.

No entanto, em 2003, após a primeira publicação, foi elaborado o manual de indicadores de desempenho para sistemas de esgotamento sanitário, seguindo a mesma linha metodológica do manual de abastecimento de água.

Os indicadores de desempenho para o serviço de esgotamento sanitário proposto pela IWA são divididos em seis grupos: indicadores econômico-financeiros, de recursos humanos, infraestrutura, operacionais, de qualidade de serviço e ambientais. Sendo apresentados na Tabela 3 os quatro últimos grupos de indicadores.

Tabela 3. Relação de indicadores proposto pela IWA

CÓDIGO	INDICADOR	UNIDADE
<i>Indicadores Ambientais</i>		
wEn1	Atendimento da ETE ao padrão de lançamento	%/ano
wEn2	Reuso de efluente	%
wEn3	Frequência de vazão de inundação intermitente	Nº inundações/ano
wEn4	Volume de inundação intermitente	m ³ inundações/ano
wEn5	Vazão de inundação intermitente relacionada com chuvas	%/ano
wEn6	Produção de lodo na ETE	kg/p.e./ano
wEn7	Reutilização do lodo	%
wEn8	Disposição do lodo	%
wEn9	Lodo indo para o aterro	%
wEn10	Secagem térmica do lodo	%
wEn11	Outros destinos do lodo	%
wEn12	Sedimentos dos esgotos	ton/km rede/ano
wEn13	Sedimentos de unidades auxiliares	ton/km rede/ano
wEn14	Sólidos de gradeamento e desarenadores	ton/km rede/ano
wEn15	Sedimentos de unidades particulares	ton/p.e./ano

Cont. Tabela 3

CODIGO	INDICADOR	UNIDADE
<i>Indicadores de Infraestrutura</i>		
wPh1	Utilização de tratamento preliminar	%
wPh2	Utilização de tratamento primário	%
wPh3	Utilização de tratamento secundário	%
wPh4	Utilização de tratamento terciário	%
wPh5	Índice de sobrecarga nas tubulações em estações secas	%
wPh6	Índice de sobrecarga nas tubulações em estações chuvosas	%
wPh7	Índice de elevadas sobrecargas nas tubulações	%
wPh8	Índice de bombeamento no sistema	%
wPh9	Índice de bombeamento na ETE	%
wPh10	Índice de estações elevatórias críticas	%
wPh11	Índice de automação	%
wPh12	Índice de controle remoto	%
<i>Indicadores Operacionais</i>		
wOp1	Índice de inspeção nas tubulações	%/ano
wOp2	Índice de limpeza das tubulações	%/ano
wOp3	Número de inspeções nos poços de visita	-/ano
wOp4	Número de inspeções nos bueiros	-/ano
wOp5	Número de limpezas dos bueiros	-/ano
wOp6	Frequência de inspeção dos tanques de equalização	Nº/ano
wOp7	Volume de inspeção dos tanques de equalização	-/ano
wOp8	Limpeza dos tanques de equalização	-/ano
wOp9	Inspeção de gradeamento dos tanques de equalização	-/ano
wOp10	Frequência de inspeção de EE	-/ano
wOp11	Inspeção por potência de bomba	-/ano
wOp12	Calibração de medidores de vazão do sistema de esgotos	-/ano
wOp13	Calibração de medidores de vazão das ETEs	-/ano
wOp14	Calibração de equipamento de monitorização da qualidade dos esgotos	-/ano
wOp15	Inspeção do sistema de emergência	-/ano
wOp16	Inspeção de equipamento de transmissão de sinais	-/ano
wOp17	Inspeção de equipamentos elétricos	-/ano
wOp18	Consumo de energia nas ETEs	kWh/p.e./ano
wOp19	Aproveitamento energético nas ETEs	%
wOp20	Consumo de energia padrão	kWh/m3/m
wOp21	Reabilitação de redes coletoras	%/ano
wOp22	Renovação de redes coletoras	%/ano
wOp23	Trocas de redes coletoras	%/ano
wOp24	Reparo de redes e conexões	Nº/100 km/ano
wOp25	Reparo ou troca de PVs	%/ano
wOp26	Trocas de tampões de PVs	%/ano
wOp27	Manutenção de ligações prediais	%/ano
wOp28	Manutenção de bombas	%/ano
wOp29	Troca de bombas	%/ano
wOp30	Infiltração, ligações clandestinas, vazamentos	%
wOp31	Ligações clandestinas	m³/km/ano
wOp32	Infiltração	m³/km/ano
wOp33	Vazamentos	m³/km/ano
wOp34	Entupimento de rede	Nº/100 km/ano
wOp35	Entupimentos de rede pontuais	Nº/100 km/ano
wOp36	Entupimentos de estações elevatórias	Nº/EE/ano
wOp37	Extravasamento de redes	Nº/100 km/ano

Cont. Tabela 3

CODIGO	INDICADOR	UNIDADE
wOp38	Extravasamento de sistemas unitários	Nº/100 km/ano
wOp39	Inundação superficial	Nº/100 km/ano
wOp40	Ruptura de redes	Nº/100 km/ano
wOp41	Falha de bombas	horas/bomba/ano
wOp42	Falha energética	horas/EE/ano
wOp43	Controle de tanques de equalização	%
wOp44	Testes de qualidade dos esgotos realizados	-/ano
wOp45	Teste de DBO	-/ano
wOp46	Teste de DQO	-/ano
wOp47	Teste de SST	-/ano
wOp48	Teste de P Total	-/ano
wOp49	Teste de Nitrogênio	-/ano
wOp50	Teste <i>E.coli</i>	-/ano
wOp51	Outros testes	-/ano
wOp52	Teste de lodo	-/ano
wOp53	Teste de lançamentos industriais	-/ano
wOp54	Disponibilidade de veículos	Nº/100 km
wOp55	Detetores de gás	Nº/func
wOp56	Detetores de gás permanentemente instalados	%
<i>Indicadores da Qualidade do Serviço</i>		
wQS1	População residente conectada à rede coletora	%
wQS2	População residente servida por ETE	%
wQS3	População residente servida por sistema individual	%
wQS4	População residente não atendida	%
wQS5	Esgoto tratado na ETE	%
wQS6	Índice de esgoto tratado por tratamento preliminar	%
wQS7	Índice de esgoto tratado por tratamento primário	%
wQS8	Índice de esgoto tratado por tratamento secundário	%
wQS9	Índice de esgoto tratado por tratamento terciário	%
wQS10	Propriedades afetadas com inundação na estação seca	Nº/1000 prop./ano
wQS11	Propriedades afetadas com inundação na estação chuvosa	Nº/1000 prop./ano
wQS12	Propriedades afetadas com inundação por sistemas unitários na estação seca	Nº/1000 prop./ano
wQS13	Propriedades afetadas com inundação por sistemas unitários na estação chuvosa	Nº/1000 prop./ano
wQS14	Propriedades afetadas com inundação superficial em estações chuvosas	Nº/1000 prop./ano
wQS15	Interrupção na coleta de esgotos	%
wQS16	Eficiência de instalação de novas conexões	dias/conexões
wQS17	Tempo de reparo de conexões	dias/conexões
wQS18	Tempo de resposta médio de limpeza de fossas	dias/pedido
wQS19	Total de reclamações	Nº/1000 hab./ano
wQS20	Reclamações bloqueadas	Nº/1000 hab./ano
wQS21	Reclamações por inundação	Nº/1000 hab./ano
wQS22	Reclamações por incidentes de poluição	Nº/1000 hab./ano
wQS23	Reclamações por odor	Nº/1000 hab./ano
wQS24	Reclamações por roedores	Nº/1000 hab./ano
wQS25	Reclamações por contas	Nº/1000 hab./ano
wQS26	Outras reclamações	Nº/1000 hab./ano
wQS27	Resposta às reclamações	%
wQS28	Índice de danos a terceiros	%
wQS29	Interrupção no tráfego	km/interrupção

Fonte: Adaptado von Sperling, 2010.

2.5. Aplicação de Indicadores de desempenho no serviço de Esgotamento Sanitário

A utilização de indicadores para medidas de desempenho têm sido adotada por diversos tipos de entidades gestoras, administração pública, entidades reguladoras e financiadoras (RODRIGUES, 2009). Segundo a FUNASA (2012), o acompanhamento da implantação do Plano Municipal de Saneamento Básico só será possível em dados e informações que expressem, de forma clara, a evolução e melhoria das condições de vida da população.

Os indicadores podem ser usados em planos de saneamento a fim de avaliar o cumprimento das metas estabelecidas. Dessa forma, o monitoramento do desempenho desses planos passa a ser uma tarefa rotineira, sistematizada e cotidiana, garantindo a melhoria da qualidade de vida da população.

O relatório realizado entre os anos de 2012 e 2013 pela Agência de Regulação dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário do Município de Cuiabá (AMAES) teve o objetivo de apresentar os resultados da evolução dos indicadores e metas do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O relatório apresenta a relação de indicadores para o sistema de esgotamento sanitário utilizada pela AMAES com os resultados obtidos e as metas a serem alcançadas quantitativamente do município de Cuiabá e qualitativamente do Sistema Dom Aquino e Sistema Tijucal.

O estudo desenvolvido pela AMAES apresentou resultados satisfatórios, bem próximos das metas estimadas. No entanto, segundo a agência é necessária a adoção de medidas corretivas para atendimento às metas dos indicadores de qualidade dos serviços, para que assim proporcione um melhor serviço.

Vale ressaltar que esses indicadores são ferramentas que podem auxiliar no monitoramento e desempenho dos serviços de saneamento, mas pode-se perceber que uma das principais dificuldades para o desenvolvimento e implantação de sistemas de informações com base em indicadores de desempenho no Brasil, são as ausências de informações e registros devido à deficiência nos sistemas de monitoramento.

Borja et al. (2013) realizaram uma avaliação quali-quantitativa dos serviços de saneamento da cidade de Salvador, e constataram uma melhoria significativa em 70% dos bairros da cidade com relação à cobertura da população com rede de esgoto, com percentual de acima de 80%. Com relação ao Índice de Saneamento houve um aumento,

de 0,66 para 0,74, mas ainda está distante do padrão desejado (1). Foi concluído que, apesar do aumento, ainda são necessárias melhorias para que a universalização dos serviços de saneamento seja atingida.

Schneider et al. (2010) realizaram um estudo de caso no município de São Carlos com a utilização de indicadores de desempenho, e avaliaram um bom desempenho no serviço de cobertura de água e de esgotamento sanitário, com 100% e 98%, respectivamente. Com base no estudo concluíram a importância do uso de indicadores, pois esta é uma ferramenta impulsionadora de instrumento de gestão na universalização dos serviços de saneamento.

Outro estudo avaliado foi o desenvolvido por Heller et al. (2009), que utilizaram de indicadores para realizar uma avaliação comparativa da qualidade dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário prestados a população em quatro municípios de Minas Gerais. Nesse trabalho foram utilizados 14 indicadores de abastecimento de água, e 5 indicadores no âmbito do esgotamento sanitário. A partir da avaliação dos indicadores selecionados foi realizada uma parametrização com atribuição de pesos e critérios, de forma que fossem hierarquizados os municípios com maior e menor desempenho. No geral, apesar das diferenças, apresentaram resultados satisfatórios.

Percebe-se que são poucos os indicadores utilizados para o serviço de esgotamento, quando comparados ao abastecimento de água. Outro fator importante está relacionado à importância dos indicadores de coleta e tratamento de esgoto, sendo estes fundamentais na avaliação do serviço de esgotamento de uma área.

2.6. Desenvolvimento de um Índice

Um índice é resultado de uma agregação de diferentes dados, isso porque nem sempre um indicador pode expressar o resultado geral de um sistema, ou seja, um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de uma realidade. Por exemplo, um indicador pode representar a situação do serviço de coleta de esgoto. Enquanto que o índice permite analisar vários elementos do sistema de forma simples e compacta, como por exemplo, o serviço de esgotamento (MARANHÃO, 2007; SICHE et al., 2007).

A determinação de um índice para a avaliação do sistema de esgotamento visa subsidiar uma análise da influência de um indicador sobre outro, de forma que um bom

desempenho em um dado indicador, como a coleta e tratamento de esgoto, não seja suficiente para caracterizar o nível da qualidade do serviço na cidade.

Para melhor compreensão entre a relação de indicadores e índices, a Figura 1 demonstra o processo para formulação de um índice.

Figura 1. Etapas para elaboração de um Índice



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Primeiro são obtidos os dados, que são organizados de forma que possam ser introduzidos para o desenvolvimento dos indicadores. Esses dados devem ser tratados estatisticamente de forma a evitar erros e inconsistências no resultado. Os indicadores, por sua vez, resultam desse conjunto de dados; esses são normalizados, ponderados e agregados, formando assim o índice. Por fim, esse resultado é analisado e classificado de acordo com uma escala nominal (OGATA, 2014).

Na literatura podem ser encontrados alguns trabalhos utilizando índice. Ferreira et al. (2005) propuseram um índice de sustentabilidade da água urbana (ISAU) para o município do Rio de Janeiro. A partir da seleção de 11 indicadores relativos à água e ao esgoto com base nos valores do SNIS para os anos de 2000 e 2001. Para o cálculo do ISAU foram atribuídos uma nota e um peso para cada indicador. O resultado obtido no índice para os dois anos foi de uma qualidade boa.

Kemerich et al. (2013) determinaram um índice de risco da bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim com o uso de indicadores de perigo e vulnerabilidade. O risco foi estimado pela vulnerabilidade da bacia, obtido através da razão do potencial poluidor e o índice de desenvolvimento sócio-econômico (Idese), como renda, saúde, educação, condições de domicílios e saneamento. Foi constatado que o Idese entre os anos de 2002 e 2006 aumentou em todos os municípios constituintes da bacia hidrográfica, sendo classificado como desenvolvimento médio.

Ogata (2014) desenvolveu um Índice de Pobreza Hídrica (IPH) para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Na determinação do IPH foram considerados os

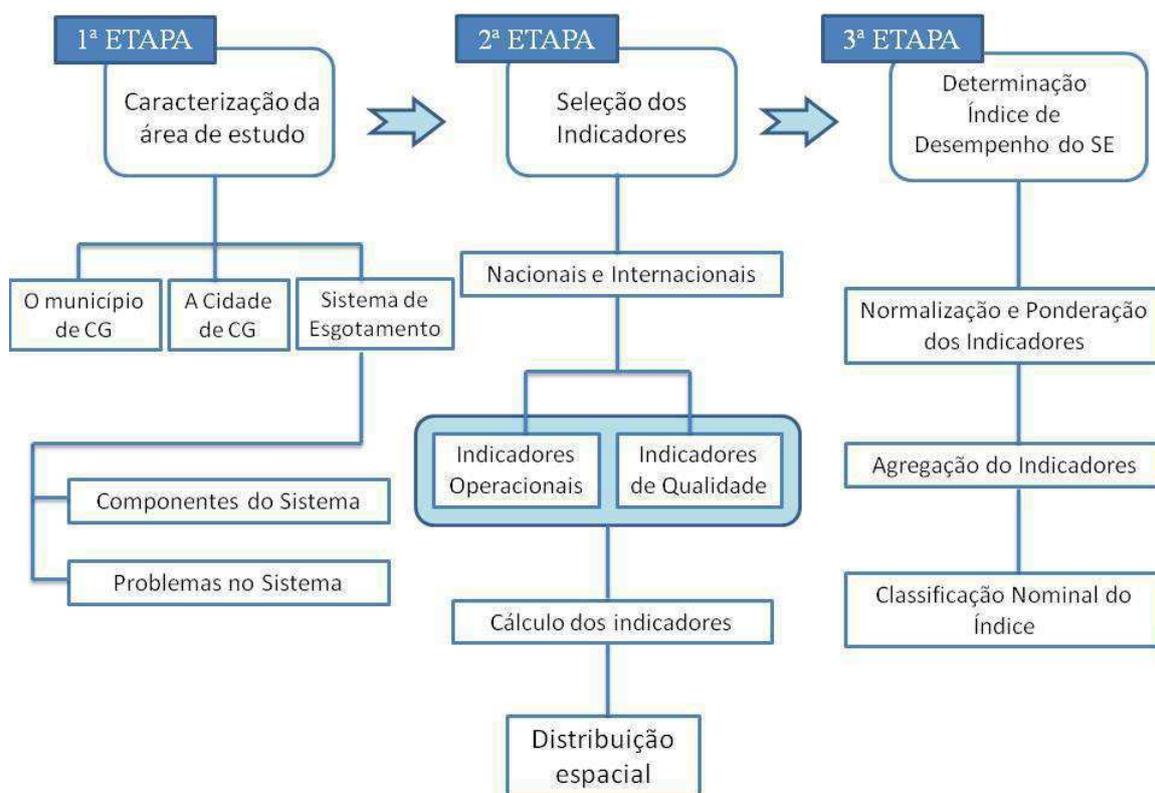
componente recurso, acesso, capacidade, uso e meio ambiente. Os valores obtidos do IPH no estudo resultaram em uma pobreza hídrica classificada como moderada para toda a extensão da Bacia.

Poucos são os trabalhos encontrados na literatura que abordam o desenvolvimento de índice de desempenho no setor de saneamento, principalmente em relação ao serviço de esgotamento sanitário. Em geral, é feita a aplicação dos indicadores separadamente, não desenvolvendo um índice que agregue um conjunto de indicadores. Portanto, além da importância do tema proposto neste estudo, a sua escolha também é justificada pela carência de pesquisas nesta área.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Visando alcançar o objetivo proposto neste estudo, que é a determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário para a cidade de Campina Grande – PB, foram realizadas três etapas metodológicas. A Figura 2 apresenta um organograma dessas etapas que serão detalhadas a seguir.

Figura 2. Organograma das etapas metodológicas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2015).

3.1. Primeira Etapa – Caracterização da área de estudo

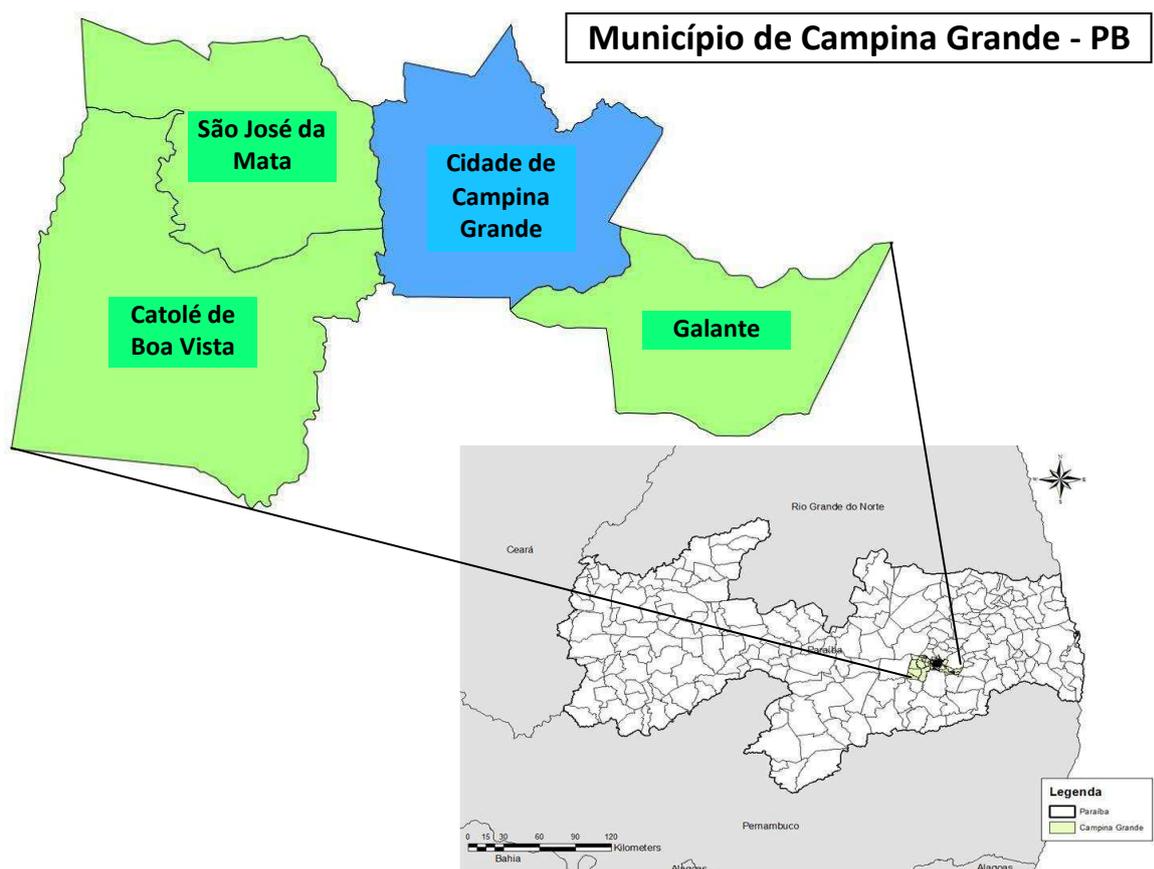
3.1.1. O município de Campina Grande

O município de Campina Grande está localizado no Agreste do estado da Paraíba e é formado pela cidade de Campina Grande e pelos distritos de São José da Mata, Catolé de Boa Vista e Galante (Figura 3).

De acordo com o Censo 2010 estima-se que a população do município para o ano de 2014 é de 402.912 habitantes, com uma área territorial de 594,182 km² e densidade demográfica de 648,31 habitantes por km² (IBGE, 2014).

Exerce grande influência política e econômica sobre outros 57 municípios do Estado da Paraíba, denominado de Compartimento da Borborema, e constituído de cinco microrregiões conhecidas como Agreste da Borborema, Brejo Paraibano, Cariris Velhos, Seridó Paraibano e Curimataú (IBGE, 2010; SILVA et al., 2013).

Figura 3. Localização do município e da cidade de Campina Grande



Fonte: Adaptado IBGE, 2010 e PMSB-CG (2014).

O município possui altitude que varia de 650 a 1000 metros, com relevo com vales profundos e estreitos dissecados. O solo apresenta fertilidade bastante variada, com predominância de média para alta. Está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e possui rios perenes, de pequenas vazões e com baixo potencial de água subterrâneo. A vegetação é formada por florestas próprias das áreas do agreste, e um clima tropical chuvoso com verão seco (CPRM, 2005).

Com relação ao saneamento, de acordo com o prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Campina Grande (2014), atualmente o município ocupa a 37ª posição com relação ao atendimento aos serviços de saneamento básico, dentre os 100 municípios do Brasil, a 3ª posição no Nordeste e a 1ª na Paraíba com melhores índices de cobertura de esgotamento sanitário e atendimento total de água.

Por outro lado, apesar desse nível de desempenho em termos de saneamento básico, um estudo desenvolvido pelo instituto Trata Brasil (ITB, 2014) mostrou que o município possui um dos maiores índices de perdas de água decorrentes de vazamentos, erros de medição, ligações clandestinas e outras irregularidades, chegando a um percentual de 41,10% no ano de 2012.

Outro estudo realizado também pelo ITB (2011) em 81 municípios brasileiros com populações acima de 300 mil habitantes, entre os anos de 2008 e 2011, mostrou que Campina Grande estava entre as 10 cidades do Brasil com maiores taxas de internação por diarreia. Na cidade, o número de internações por 100 mil habitantes cresceu 22,1% no último ano do estudo, passando a ocupar o 7º lugar no ranking das piores taxas de internação por diarreia (Tabela 4).

Tabela 4. Ranking dos 10 municípios com as piores taxas de internação por diarreia em 2011

Posição	Município	Taxa de internação
1ª	Ananindeua (PA)	904,0
2ª	Belford Roxo (RJ)	399,4
3ª	Anápolis (GO)	373,1
4ª	Belém (PA)	354,8
5ª	Várzea Grande (MT)	354,7
6ª	Vitória da Conquista (BA)	312,1
7ª	Campina Grande (PB)	263,9
8ª	Santarém (BA)	241,4
9ª	João Pessoa (PB)	213,1
10ª	Maceió (AL)	211,1

Nota: *Taxa de internação: número de internações por diarreia/100.000 habitantes.

Fonte: Instituto Trata Brasil (ITB, 2011).

3.1.2. A cidade de Campina Grande

A área utilizada para este estudo foi a zona urbana do município, formada pela cidade de Campina Grande. A cidade tem uma população estimada em 367.278 habitantes (IBGE, 2014), sendo a segunda maior do estado.

Campina Grande, com coordenadas geográficas de $7^{\circ}13'50''$ S e $35^{\circ}52'52''$ W, possui 50 bairros (Figura 4) e está localizada a 120 km de João Pessoa, capital do estado. Os principais acessos à cidade são pelas Rodovias Federais BR-230 e a BR-104, que cruzam a cidade no sentido Leste-Oeste e Norte-Sul, respectivamente; e a BR-412, que faz conexão com o Cariri e interior de Pernambuco.

Figura 4. Distribuição dos bairros da cidade de Campina Grande



Fonte: Nóbrega (2012)

Segundo o IBGE (2014), Campina Grande foi elevada à categoria de cidade e sede do município pela Lei provincial n.º127 de 11 de outubro de 1864. Seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,720 e o PIB per capita a preços correntes - 2012 de 14.070,32 reais.

Campina Grande é considerada o maior pólo educacional do Nordeste Brasileiro, contando com duas universidades públicas, a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), e ainda com várias outras instituições privadas de ensino superior, além de centros de capacitação em níveis médio e técnico.

Conforme a Companhia de Desenvolvimento da Paraíba, a cidade se destaca como o pólo industrial e tecnológico do Estado, conta com um parque industrial bem desenvolvido, sedia o Centro Nacional de Algodão, o Centro Tecnológico de Couro e Calçados e a produção de software com exportação para o exterior. E ainda é responsável pelo maior volume físico de calçados do Estado.

De acordo com o diagnóstico do PMSB de Campina Grande (2014), de 2.749 casos de doenças relacionadas ao saneamento básico no ano de 2014 na cidade, aproximadamente 90% foram diarreias. A Tabela 5 apresenta os bairros com maiores números de doenças relacionadas ao saneamento básico na cidade.

Tabela 5. Bairros com maiores números de doenças relacionadas ao Saneamento Básico

Localidade	Residentes por bairro (hab)	Adoecimento por bairro (hab)	% de Adoecimento por Residentes
Bodocongó	13788	218	1,58
Nações	1406	21	1,49
Santo Antônio	3932	57	1,45
Jd. Continental	2268	31	1,36
Alto Branco	8850	104	1,17
Distrito Industrial	2518	28	1,11
Ramadinha	2170	23	1,05
Três Irmãs	12209	125	1,02

Fonte: PMSB de Campina Grande, 2014.

3.1.3. Sistema de esgotamento da Cidade de Campina Grande

Em 1936, o escritório Saturnino de Brito elaborou o primeiro projeto de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande. As obras foram executadas entre os anos de 1937 a 1938, compreendendo ligações domiciliares, a rede coletora de escoamento por gravidade e um emissário que se ligava à estação de tratamento de esgoto, designada de Estação depuradora (SOUSA, 2014). Após a desativação da depuradora, essa estação passou a funcionar como um centro de desenvolvimento de pesquisas em saneamento da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Esse primeiro projeto elaborado possuía uma estação de tratamento secundário, com capacidade prevista para 100 L/s, e previa a construção de duas pequenas bacias, sendo que uma delas contemplava o centro da cidade e a outra cobria os bairros São José e Prata (ALMEIDA, 2007).

No período de 1969 a 1972, a CAGEPA contratou a empresa PLANIDRO – Engenharia e Consultoria, que foi responsável pela elaboração de um novo projeto. Este visava à ampliação da rede coletora, a implantação de interceptores e um projeto de uma estação composto por duas lagoas aeradas. As obras destinadas às lagoas e ao interceptor foram iniciadas em 1973 e encerradas em 1974 e cobria toda a área da cidade, atendendo a 250.000 habitantes (ALMEIDA 2007; GOMES 2013).

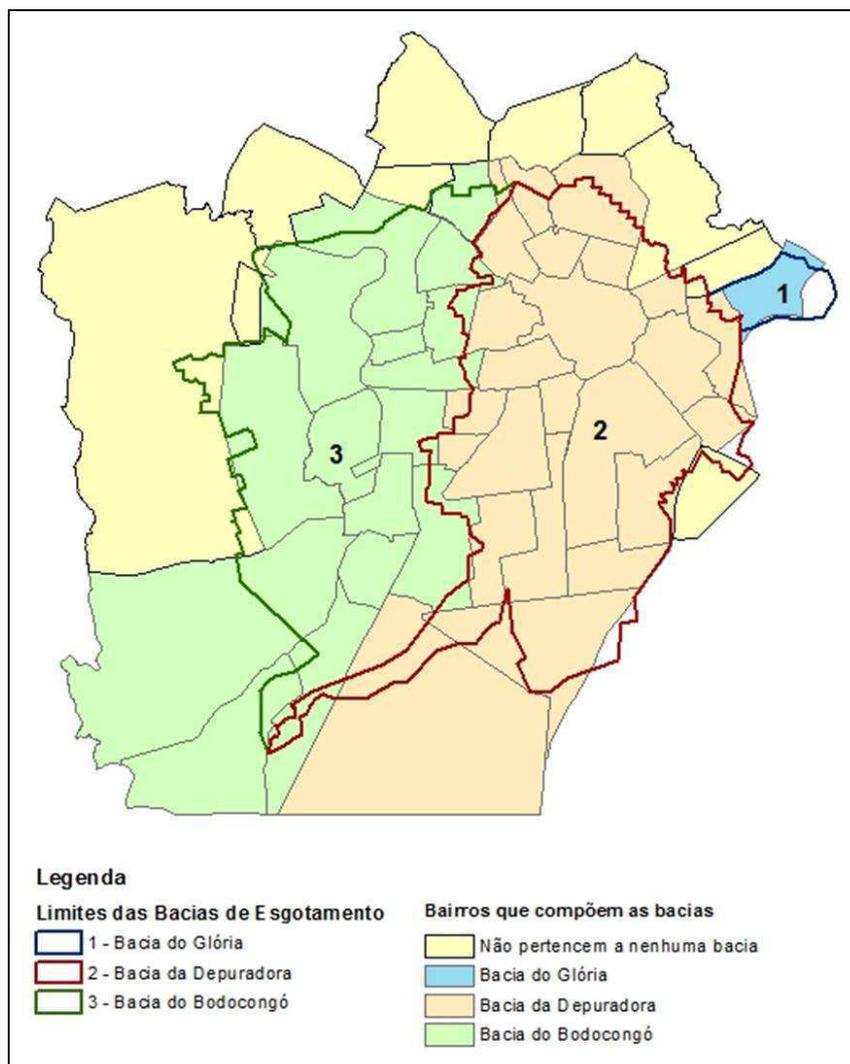
Dez anos depois iniciaram as obras do emissário e interceptor do bodocongó, partindo das lagoas de jusante para montante (CAGEPA,1985, apud, Gomes, 2013). No diagnóstico realizado pela TECNOSAN Engenharia S/A, em 1985, foi constatado que no ano de 1980 já existiam 121.206 metros de rede coletora e 11.735 ligações domiciliares na cidade.

Segundo Gomes (2013), a empresa ATECEL digitalizou toda a rede coletora de esgoto de Campina Grande através do programa Autocad, no ano de 2000, o que proporcionou o desenvolvimento de outros projetos isolados, na área de saneamento, por parte da prefeitura da cidade e pela CAGEPA, contemplando bairros da cidade não favorecidas no projeto elaborado pela empresa PLANIDRO.

4.1.3.1. Componentes do Sistema

A cidade de Campina Grande possui um sistema de esgotamento sanitário constituído por três bacias de esgotamento: Bacia da Depuradora, Bacia do Bodocongó e a Bacia do Glória. Essas bacias se dispõem ao longo da cidade, contemplando a coleta de esgoto nos diversos bairros, conforme ilustrado na Figura 5 e descrito na Tabela 6. No entanto, nas áreas que não possuem rede coletora, predominam os sistemas individuais, e/ou disposição do efluente a céu aberto, valas, riachos e córregos.

Figura 5. Bacias de esgotamento da cidade de Campina Grande



Fonte: Diagnóstico do PMSB de Campina Grande (2014).

Tabela 6. Bairros atendidos pelas bacias de esgotamento da cidade de Campina Grande

BACIAS DE ESGOTAMENTO	BAIRROS
Bacia do Glória	*Nova Brasília.
Bacia da Depuradora	Monte Castelo, Mirante, Palmeira, Louzeiro, Catolé, Estação Velha, Centro, São José, Prata, Liberdade, Lauritzen, Monte Castelo, José Pinheiro, Sandra Cavalcante, Tambor, Jardim Paulistano, Itararé, Distrito Industrial, Velame, Acácio Figueiredo, Conceição, Quarenta, Santo Antônio e Jardim Quarenta.
Bacia do Bodocongó	Três Irmãs, Jeremias, Monte Santo, Bela Vista, Santa Rosa, Centenário, Cruzeiro, Universário, Bodocongó, Acácio Figueiredo, Malvinas, Dinamérica, Presidente Médice, Santa Cruz e Pedregal.

Nota: * O bairro de Nova Brasília é composto pelos conjuntos do Glória I e Glória II, e pelas as comunidades Jardim América e Belo monte.

Fonte: Diagnóstico do PMSB de Campina Grande (2014).

Os componentes do sistema de esgotamento da cidade de Campina Grande são: rede coletora, ligações prediais, coletores troncos, interceptores e emissários, estações elevatória e as Estações de Tratamentos de Esgoto (ETEs).

A rede coletora da cidade possui uma extensão de aproximadamente 765.425 metros, com diferentes tamanhos de diâmetros, que variam de 100 a 1200 milímetros, sendo esta primeira referente a ramais de esgoto. A maior parte da rede é composta por tubulações de diâmetro de 150 mm, que correspondem a 543.344,09 metros. Apresenta um número de ligações prediais de esgoto de 92.131 conectadas a rede (CAGEPA, 2014).

Ainda segundo a CAGEPA (2014), só em 2014 houve um aumento de 807,83 metros de extensão de rede, cuja tubulação é constituída por matérias em PVC rígido, concreto e tubos cerâmicos. Essa rede se distribui sob a forma de traçado do tipo leque, devido às condições topográficas da cidade.

No que diz respeito aos coletores troncos, interceptores e emissários, a topografia da cidade, por ser do tipo acidentada, permitiu a utilização de coletores troncos bem definidos. As contribuições desses coletores fluem para dois interceptores interligados a um poço de visitas, iniciando, assim, o emissário do sistema.

É importante ressaltar que as Bacias da Depuradora e a do Bodocongó possuem dois emissários principais, formados por tubos de concreto armado e o transporte do efluente é por gravidade. O emissário da Depuradora possui capacidade de vazão de 495 L/s e o emissário de Bodocongó 167 L/s (ALMEIDA 2007; GOMES 2013).

A Bacia do Glória possui três emissários: o primeiro transporta as águas residuárias do conjunto Glória II, o segundo direciona as águas da comunidade Jardim América e do conjunto Glória I, e o terceiro conduz os esgotos da comunidade do Belo Monte (ARAÚJO, 2007).

Com relação às estações elevatórias, a primeira foi construída no bairro do José Pinheiro, constituída por três conjuntos motor-bomba e vazão de 36 L/s. Atualmente, o sistema de esgotamento da cidade possui cinco estações elevatórias, construídas nos bairros do Mirante, Ligeiro, Jardim Verdejante, e a mais recente no bairro da Catingueira.

Por fim, a cidade conta com duas estações de tratamento de esgoto, a ETE no bairro Acácio Figueiredo (Catingueira) e a ETE do Glória. A ETE da Catingueira foi construída entres os anos 1973 e 1974, sendo constituída por um tratamento preliminar, grade, caixa de areia e calha parshall, seguindo para duas lagoas aeradas, em série, com dimensões médias de 105 x 140 metros, sendo projetadas para tratar uma vazão de 360 L/s.

Todos os aeradores foram desativados com o passar do tempo, em virtude da baixa eficiência, motivada pelo acréscimo de vazão, superior à capacidade da estação (ALMEIDA, 2007).

Com o crescimento da cidade, um novo sistema foi projetado para atender às demandas da população. A execução do novo projeto foi dividida em duas etapas: a primeira, iniciada em 2013, consta de tratamento preliminar, lagoa anaeróbia, considerando as lagoas aeradas existentes, e duas lagoas facultativas em serie e uma lagoa de maturação, e buscava atender cerca de 395.968 habitantes no ano de 2014, pretendendo contemplar assim o atendimento da área urbana da cidade e as zonas de expansão (ALMEIDA 2007; GOMES 2013).

A ETE do Glória foi projetada para uma vazão máxima de 18,6 L/s e para tratar as águas residuárias de uma população de cerca de 8.400 habitantes do bairro de Nova Brasília. Essa estação é constituída por grade, caixa de areia, calha parshall com garganta de 15,4 cm, seguido por duas lagoas em série, a primeira uma lagoa anaeróbia e a segunda uma lagoa facultativa. O efluente que sai da ETE passa por um vertedor triangular e é lançado no Riacho Cardoso (ALMEIDA 2007; ARAÚJO 2007).

4.1.3.2. *Problemas associados ao sistema*

Nessa etapa também foi realizado o levantamento de informações dos principais problemas relacionados ao serviço de esgotamento da cidade em estudo. Dentre os principais problemas estão: a falta de coleta de esgoto em algumas áreas da cidade, as perdas de efluente ao longo do sistema de esgotamento, a disposição de esgoto nos canais de drenagem e as questões relacionadas à operação e manutenção do sistema como um todo.

De acordo com o diagnóstico do PMSB da cidade de Campina Grande (2014), alguns problemas foram levantados junto à população dos bairros da cidade. Essas informações foram obtidas a partir das audiências públicas, onde a comunidade pôde opinar e contribuir em relação às questões relacionadas ao saneamento básico.

Dessa forma, baseado nas discussões realizadas durante as mobilizações sociais, alguns problemas foram citados pela população com relação ao serviço de esgotamento sanitário da cidade. Os principais problemas descritos foram:

- Ausência de sistema de esgotamento;
- Ausência de ligações domiciliares de esgoto;
- Esgoto dispostos a céu aberto;
- Retorno do esgoto;
- Contribuição do esgoto para os canais de drenagem.

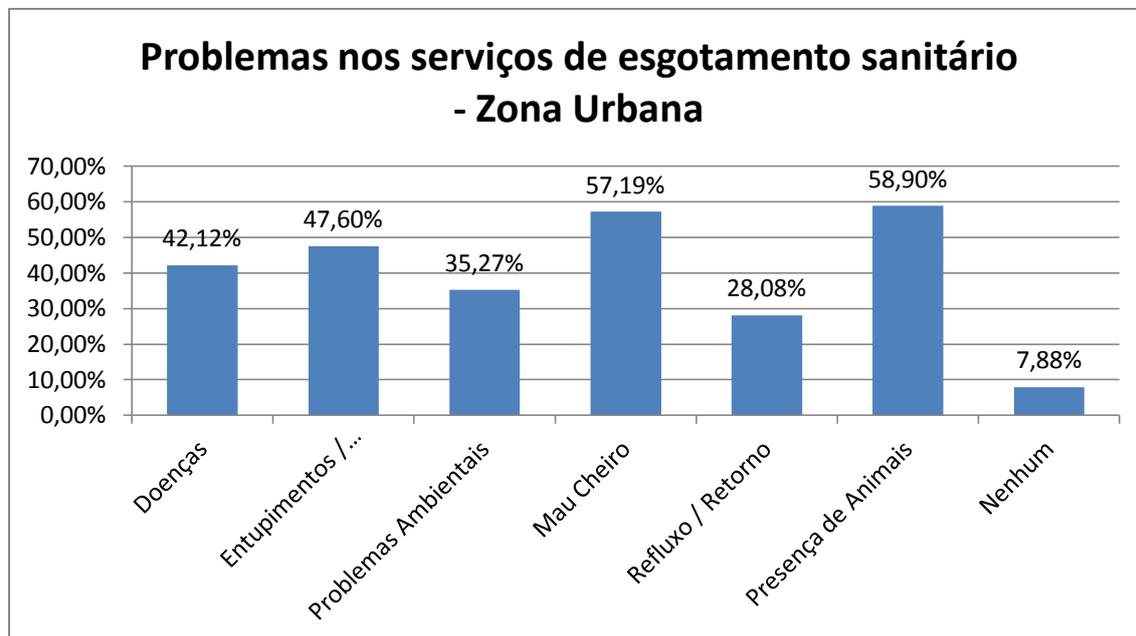
Também foram coletadas sugestões para melhoria do serviço de esgotamento sanitário na cidade. Entre essas sugestões estão:

- Expansão da rede coletora,
- Ampliação do número de ligações domiciliares de esgoto,
- Renovação do sistema de esgotamento;
- Manutenção e melhoria nas redes já existentes.

De acordo com o diagnóstico do PMSB de Campina Grande (2014), outros problemas também foram detectados no sistema de esgotamento de Campina Grande e são gerados pela falta de rede de esgoto e de manutenção nas redes existentes. Esses

problemas estão relacionados a entupimentos, vazamentos, mau cheiro e ainda presença de animais, tais como ratos e baratas. A Figura 6 apresenta a distribuição dos problemas encontrados na cidade.

Figura 6. Principais problemas encontrados no serviço de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande



Fonte: Diagnóstico PMSB de Campina Grande, 2014.

Outra questão preocupante detectada no sistema de esgotamento da cidade está relacionada à vazão de esgoto que chega às ETEs. Segundo o prognóstico do PMSB de Campina Grande (2014), grande parte da vazão que é coletada pelas redes de esgoto está sendo desviada antes de chegar às estações de tratamento da cidade, cerca de 95% da vazão de esgoto coletada pelo sistema não chega a ETE para ser submetida a tratamento adequado.

No estudo realizado por Gomes (2013) para identificação de pontos de desvio de esgoto nos interceptores e emissários, foram verificados vários pontos de retiradas clandestinas, sendo estes efluentes usados na irrigação de capim e para manutenção de vazão de riacho do Bodocongó, de onde é retirada água para a irrigação de culturas, como a de tomate.

Vale ressaltar a importância dessa caracterização no processo de gestão da cidade, uma vez que a falta de tratamento adequado do esgoto gerado pode causar sérios danos à saúde e ao meio ambiente.

Em estudo desenvolvido por Caminha (2014), foi realizada a caracterização da qualidade das águas em um dos canais de drenagem da cidade. Segundo a autora, foi possível concluir que as águas do sistema de drenagem apresentam-se altamente contaminadas, tendo características semelhantes às de esgoto doméstico, sendo estes os principais contribuintes para a poluição e contaminação do sistema de drenagem da cidade.

Além das informações obtidas no banco de dados do IBGE (2010) e nos trabalhos científicos desenvolvidos na cidade, foram também utilizadas para este estudo, informações obtidas junto a CAGEPA, Companhia responsável pelo serviço de esgotamento sanitário de Campina Grande.

As informações obtidas na concessionária são da caracterização do sistema de esgotamento, como extensão da rede, ligações de esgoto, reclamações, e problemas gerais na rede, tais como entupimentos, extravazamento, entre outros. Segundo a CAGEPA, no ano de 2014 foram emitidas 7.702 ordens de serviço de esgotamento na cidade, uma média de 641 ao mês; destas, 302 são relativas a ligações novas, as restantes são relativas à desobstrução, limpeza, entre outros.

4.2. Segunda Etapa – Seleção dos Indicadores

Na segunda etapa do trabalho foram selecionados os vários indicadores que seriam utilizados para compor a equação do índice de desempenho do serviço. Esses indicadores são subdivididos em operacionais, de qualidade, econômicos, de recursos humanos e ambientais, dentre outros.

A seleção foi realizada a partir do levantamento bibliográfico, no âmbito nacional e internacional, de indicadores de desempenho usados em diversas áreas de estudo, principalmente na área ambiental, avaliando assim, as suas características e sua potencialidade na utilização no setor de saneamento.

Os indicadores nacionais avaliados para o desenvolvimento do trabalho foram os listados pelo SNIS, pela ABAR e ainda pelo PNQS (Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento).

Já no âmbito internacional, foram avaliados os indicadores propostos pela IWA. Os manuais de indicadores de desempenho de esgotamento sanitário publicados pela

IWA possuem um amplo conjunto de indicadores, e ainda são referências mundiais para a definição de indicadores de desempenho (MOLINARI, 2006).

Após a análise dos indicadores de desempenho disponibilizados pelos SNIS, ABAR, PNQS e IWA realizou-se uma seleção dos mais relevantes para a pesquisa, considerando aspectos como a coerência com a realidade brasileira e com a cidade de Campina Grande; a acessibilidade dos dados; a frequência em outros estudos e a confiabilidade da fonte. Assim sendo, neste estudo foram selecionados indicadores de qualidade do serviço e de operação e manutenção do sistema.

Os indicadores de qualidade do serviço e de operação e manutenção selecionados para uso neste estudo estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Indicadores selecionados para desenvolvimento utilização na pesquisa

Indicadores de Qualidade do serviço	Sigla
Indicador de população residente conectada à rede coletora	IPCR
Indicador de população residente servida por sistema individual	IPSI
Indicador de população residente não atendida	IPNA
Indicador de tratamento de esgoto	IT
Indicador de perdas e desvios ao longo do sistema de coleta	IP
Indicador total de Reclamação	ITR
Indicador de reclamação por ligação	IRL
Indicadores Operacionais	Sigla
Indicador Extensão da Rede de Esgoto por Ligação	IERL
Indicador Problemas na rede	IPR

Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

4.2.1. Cálculo dos Indicadores

O cálculo dos indicadores é obtido a partir de equações, sendo estas disponibilizadas pelas entidades que possuem metodologias de indicadores de desempenho. Portanto, serão apresentadas a seguir as equações para o cálculo de cada um dos indicadores selecionados e suas respectivas variáveis.

- **Indicador de população residente conectada à rede coletora**

Esse indicador é a relação entre a população total que é atendida pelo serviço de esgotamento sanitário e a população total de cada área, conforme a Equação 1. É um dos principais indicadores, pois exprime a situação do sistema de esgotamento sanitário na área, medida através do percentual de domicílios com acesso ao sistema de coleta.

$$\text{IPRC} = \frac{\text{Prc}}{\text{Pt}} \times 100 \quad (1)$$

Onde: IPRC – Indicador de população residente conectada a rede coletora (%)

Prc– População conectada a rede coletora (Hab.)

Pt– População total da área (Hab.)

Para o cálculo tanto desse indicador quanto dos dois próximos descritos (população residente servida por um sistema individual e o de população residente não atendida), as informações foram obtidas no IBGE, no censo realizado no ano de 2010.

- **Indicador de população residente servida por sistema individual**

Esse indicador, representado pela Equação 2, é a relação entre a população que possui um sistema de tratamento individual, como por exemplo, fossa séptica, e a população total de cada área.

$$\text{IPSI} = \frac{\text{PSI}}{\text{Pt}} \times 100 \quad (2)$$

Onde: IPSI – Indicador de população residente servida por sistema individual (%)

PSI – População que possui sistema individual (Hab.)

Pt – População total da área (Hab.)

- **Indicador de população residente não atendida**

Esse indicador é a relação entre a população que não possui coleta de esgoto e nem um sistema de tratamento individual, e a população total de cada área (Equação 3). É um importante indicador, pois apresenta o percentual de esgoto que é disposto sem nenhuma forma de tratamento.

$$IPNA = \frac{P_{sc}}{P_t} \times 100 \quad (3)$$

Onde: IPNA – Indicador de população residente não atendida (%)

P_{sc} – População que não possui sistema individual e nem coleta de esgoto (Hab.)

P_t – População total da área (Hab.)

- **Indicador de tratamento de esgoto**

O indicador de tratamento foi obtido a partir da relação entre o volume total de esgoto gerado e o volume de esgoto tratado (Equação 4). Assim como o indicador de coleta, o indicador de tratamento é um dos principais, uma vez que o sistema de esgotamento sanitário contempla o tratamento, e esse tem que está de acordo com as normas estabelecidas para lançamento. Vale ressaltar ainda, que o tratamento é dos principais recursos para a preservação dos corpos aquáticos.

$$IT = \frac{V_{tra}}{V_{ger}} \times 100 \quad (4)$$

Onde: IT – Índice de tratamento de esgoto (%)

V_{tra} – Volume de esgoto tratado na ETE (m³)

V_{ger} – Volume de esgoto gerado (m³)

Para o cálculo desse indicador foram utilizados os dados do prognóstico do plano de saneamento da cidade de Campina Grande (2014), pois a CAGEPA não faz medidas

da vazão de entrada de esgoto nas ETEs. É importante ressaltar que, segundo a concessionária, apesar da cidade possuir duas estações de tratamento, apenas na ETE da Catingueira chega esgoto.

Assim sendo, na determinação dos valores para o cálculo do indicador de tratamento foi estimada a vazão média de esgoto obtida em função do consumo per capita de água e, conseqüentemente, o volume de esgoto gerado. Já para estimativa do volume de esgoto tratado, foi considerado que apenas 5% da vazão de coleta chega à estação, e que todo o esgoto que chega a ETE é tratado, conforme o prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande (2014).

A vazão média de esgoto coletada foi estimada a partir da Equação 5:

$$Q_{méd} = Q_d + Q_I \quad (5)$$

Onde: $Q_{méd}$ – é a vazão média (m^3/dia)

Q_d - Vazão média doméstica (m^3/dia)

Q_I – Vazão de infiltração (m^3/dia)

Para o cálculo da vazão média doméstica, considerou-se um consumo per capita (C_{pc}) de 150 l/ hab/dia e um coeficiente de retorno (C_r) de 0,8, determinada a partir da Equação 6:

$$Q_d = \frac{Pop \times C_{pc} \times c_r}{1000} \quad (6)$$

A vazão de infiltração média é definida pela Equação (7), através da taxa de infiltração (T_i), como sendo 0,8 l/s km, e da extensão da rede coletora (L) em km.

$$Q_I = T_i \times L \times 86,4 \quad (7)$$

- **Indicador de perdas e desvios ao longo do sistema de coleta**

O indicador de perda é a relação entre o volume de esgoto lançado na rede coletora (considerando como sendo de 80% do volume de água consumido na área) e o volume de esgoto submetido a tratamento (medindo ou estimado na entrada da ETE). É importante destacar que este indicador foi uma adaptação a partir das metodologias estudadas. Isso porque as perdas de esgoto no sistema de coleta (por falhas, furtos e/ou problemas de manutenção) é um dos principais problemas no sistema de esgotamento da cidade de Campina Grande.

Como a vazão de esgoto que chega à ETE (V_{EE}) considerada no prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande (2014) foi de 5% (0,05) da vazão de coleta, o índice de perda foi calculado a partir da diferença do percentual adotado pelo mesmo conforme Equação 7.

$$IP = (1 - V_{EE}) \times 100 \quad (8)$$

Onde: IP – Índice de Perdas e desvios ao longo do sistema (%)

- **Índice Total de Reclamações**

O indicador de reclamações é expresso a partir Equação 9 como sendo a relação entre o número total de reclamações por 1000 habitantes, em um dado período de tempo. De maneira geral esse indicador exprime o número de ocorrências de problemas de qualquer natureza relacionado ao serviço de esgotamento pela população da área, podendo ser uma ferramenta para avaliar a satisfação da população por tal serviço.

$$ITR = \frac{\frac{QR}{T} \times 365}{PR} \times 1000 \quad (9)$$

Onde: ITR – Índice de Reclamação e comunicação de problemas (Recl./1000 hab/ano)

QR – Total de reclamações em um determinado período (Reclamação)

T – Período de tempo (dias)

PR – População residente (Habitantes)

- **Índice de Reclamação por ligação**

O indicador de reclamações é expresso a partir da relação entre número total de reclamações pelo número de ligações de esgoto em um determinado período de tempo (Equação 10). Esse indicador permite, de forma geral, a avaliação da qualidade dos serviços em termos operacionais e de manutenção da cidade, porque o número de denúncias relativas aos mais diversos tipos de falhas no sistema, como entupimentos, vazamentos, odor, contas, dentre outros, são quantificados por reclamações da população que se utiliza do mesmo.

$$IRL = \frac{QR}{QL_{AE}} \quad (10)$$

Onde: IRL – Índice de Reclamação por ligação (Recl./ligação)

QR – Número de reclamações (Reclamação)

QLAE – Quantidade de Ligação ativa de esgoto (Ligação)

- **Indicador de Extensão da rede Esgoto por Ligação**

Este indicador é calculado pela relação entre o comprimento total de rede de esgoto da cidade e a quantidade de ligações totais de esgoto, ativas e inativas, referentes ao último ano. A Equação 11, expressa esse indicador.

$$IERL = \frac{ExtR}{QL_t} \quad (11)$$

Onde: IERL – Índice de Extensão da rede Esgoto por Ligação (m/ligação)

ExtR – Extensão da rede de esgoto (m)

QLT – Quantidade de Ligação total de esgoto (ligação)

- **Indicador de problemas na rede**

Este indicador é obtido através da relação entre o número de falhas registradas e a extensão da rede coletora (Equação 12). Permite avaliar a incidência de problemas (obstruções, extravasamento, rupturas...) que ocorrem na extensão da rede coletora durante um ano.

$$IPR = \frac{QPR}{ExtR} \quad (12)$$

Onde: IPR – Índice de Extensão da rede Esgoto por Ligação (prob/Km/ano)

QPR – Quantidade da ocorrência de problemas na rede (prob.)

ExtR – Extensão da rede de esgoto (m)

4.2.2. Distribuição Espacial

Após a escolha dos indicadores para utilização na área de estudo, e considerando os dados obtidos e os valores calculados para cada indicador a partir das equações, foi feita a distribuição espacial de alguns indicadores para a cidade de Campina Grande.

Para o desenvolvimento dos mapas utilizou-se o software Quantum GIS 2.4. Esse é um sistema de informação geográfico gratuito e licenciado pela General Public License – GNU. O software suporta vários formatos vetoriais, raster de banco de dados e outras funcionalidades.

Essa distribuição espacial, além de identificar as áreas mais problemáticas com relação ao saneamento, ainda serve como ferramenta auxiliar no processo de gestão dos serviços e como base para estudos de avaliação entre o saneamento e a saúde da população e estudos de impactos ao meio ambiente.

É importante salientar que a distribuição espacial foi realizada para os indicadores que possuíam informações setoriais; os indicadores cujas informações foram atribuídas à cidade como um todo não foram mapeados. Para esses outros indicadores foi realizada uma avaliação e discussão dos resultados obtidos.

4.3. Terceira Etapa – Determinação do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento sanitário para a cidade de Campina Grande (IDSES_CG)

Baseado na seleção de indicadores feita na segunda etapa do trabalho foi proposto um índice de desempenho para o serviço de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande. Para obtenção deste índice foram realizados os procedimentos de normalização, ponderação, agregação e classificação descritos a seguir.

4.3.1. Normalização dos Indicadores

A normalização dos vários indicadores encontrados constitui um passo essencial no processo de determinação do Índice de desempenho do serviço de esgotamento para a cidade de Campina Grande, pois essa normalização consiste em tornar adimensional o conjunto de indicadores calculados, uma vez que estes se encontram em diferentes unidades, para que possam ser posteriormente agregados.

Existem diferentes metodologias de normalização encontradas na literatura, tais como a de classificação, redimensionamento contínuo, redimensionamento categórico, porcentagem das diferenças anuais e da distância para uma referência. Dentre essas metodologias, a primeira (classificação) é a mais simples de ser desenvolvida, porém pode causar perdas de informação no processo (OGATA, 2014).

É importante fazer a seleção do método de normalização mais adequado, de forma que os indicadores normalizados possam ser comparáveis. Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizada a metodologia de redimensionamento contínuo. Esse método baseia-se na classificação dos valores entre 0 e 1 ou 0 e 100, ou seja, são estabelecidos limites superiores e inferiores, para cada um dos indicadores a ser normalizado, e estes limites podem ser definidos por valores de referências presentes na literatura, por metas a

serem alcançadas ou por valores extremos do conjunto de dados (CHAVES, 2013; OGATA, 2014).

Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizada a metodologia de redimensionamento contínuo. Cada indicador foi normalizado a partir da definição dos limites superior e inferior.

Para a normalização dos indicadores pelo método do redimensionamento contínuo foram utilizadas as Equações 13 e 14 e a escala escolhida foi 0 a 1.

$$S_i = \frac{X_i - X_{inf}}{X_{sup} - X_{inf}} \quad (13)$$

$$S_i = 1 - \left(\frac{X_i - X_{inf}}{X_{sup} - X_{inf}} \right) \quad (14)$$

Onde: S_i – Valor normalizado

X_i – Valor a ser normalizado

X_{inf} – Limite inferior

X_{sup} – Limite superior

Os limites superior e inferior utilizados nesse estudo foram determinados a partir da literatura (considerando valores já consagrados), por meio de metas propostas pelas companhias de saneamentos ou ainda a partir de relatórios de indicadores de desempenho do serviço de esgotamento sanitários. A Tabela 8 apresenta a descrição dos indicadores, os valores dos limites inferior e superior atribuídos a cada indicador e a fonte de pesquisa utilizada para compor esses valores.

Para o indicador de população residente servida por um sistema individual, por exemplo, os limites foram obtidos com base no censo 2010. O limite superior foi determinado através da média do indicador para a população do Brasil, ou seja, o percentual da população que utiliza sistema individual no país é de 38,5%.

Para o indicador de população residente não atendida, ou seja, que não está conectada a rede coletora e nem dispõe de um sistema individual de tratamento, o limite superior foi definido como 0%, uma vez que a universalização do serviço de esgotamento

sanitário é uma das metas a serem alcançadas pela concessionária. Para o limite inferior, utilizou-se o valor de 31% referente ao percentual da população do município de Campina Grande que não possui coleta e dispõe o esgoto a céu aberto ou em rios, lagos, córregos, e outros locais inadequados.

Os limites estabelecidos para o indicador de perda ao longo do sistema de esgotamento basearam-se no estudo realizado por Gomes (2013). O valor inferior foi admitido considerando que segundo Gomes (2013) aproximadamente 97% do esgoto coletado não chega a ETE da cidade de Campina Grande para que seja submetido a tratamento e o valor do limite superior foi baseado na expectativa de eficiência total do sistema, ou seja, que todo o esgoto produzido, seja recolhido e encaminhado para a ETE.

Tabela 8. Limites superior e inferior para cada um dos indicadores selecionados

Indicadores	Limite inferior	Limite superior	Fonte
População residente conectada a rede coletora	0%	100%	PNQS (2011) Pereira e Gimenes (2009)
População residente servida por um sistema individual	0%	38,5%	IBGE (2010)*
População residente não atendida	31%	0%	ITB (2011)
Índice de tratamento de esgoto	0%	100%	PNQS (2011) Pereira e Gimenes (2009)
Índice de perda	97%	0%	Gomes (2013)*
Índice total de reclamação	12,41 recl/1000 hab/ano	2,4 recl/1000 hab/ano	CAGEPA (2014)
Índice de reclamação por ligação	0,25 recl/lig	0,02 recl/lig	PNQS (2012)
Extensão da rede de esgoto por ligação	19,20 m/lig	5 m/lig	Relatório de água e esgoto do município de Rafard - SP (2013)
Problemas na rede	10,52 prob/km	0,69 prob/km	PNQS (2012)*

Nota: *Limites baseados na referência citada.

Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Os limites para o índice total de reclamação por 1000 habitantes foram obtidos a partir dos valores extremos do conjunto de dados, sendo essa uma das formas para determinação destes limites. Com base no conjunto de dados disponibilizado pela

CAGEPA (2014), foi possível observar o menor e o maior valor de reclamação da população a respeito do sistema de esgotamento sanitário da cidade.

Os demais indicadores tiveram os valores superior e inferior atribuídos de acordo com os dados obtidos a partir da fonte utilizada.

4.3.2. Ponderação dos Indicadores

A ponderação teve o objetivo de atribuir pesos para cada um dos indicadores selecionados. Para a atribuição de pesos utilizou-se o estudo realizado por Von Sperling (2010), buscando a minimização da subjetividade.

Von Sperling (2010) selecionou 174 indicadores de desempenho de entidades nacionais e internacionais para a avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. O método Delphi, que é baseado em questionários aplicados a especialistas, foi utilizado. Os especialistas avaliaram o nível de relevância de cada um dos indicadores para o setor de saneamento. Logo, a partir do método Delphi foi possível analisar a importância e praticidade de cada indicador pelos diagramas de dispersão das médias aritméticas, e com a matriz de importância e praticidade foi obtida a classificação final dos indicadores. A Tabela 9 apresenta essa classificação obtida por Von Sperling (2010) e que será utilizada nesta pesquisa.

Tabela 9. Nível de importância e praticidade

Ranking	Descrição
A1	Muito importante e muito prático
A2	Muito importante e prático
A3	Importante e muito prático
A4	Importante e prático
B	Importante e pouco prático
C	Pouco importante e prático
D	Pouco importante e pouco prático

Fonte: Von Sperling, 2010.

A nota máxima definida no estudo foi de 5 para os indicadores avaliados como muito importantes, assim como 5 para os considerados muito práticos. Essa nota decresce conforme o grau de importância e praticidade diminui. Tomando como base as notas utilizadas para definição do grau de importância e de praticidade no estudo de von Sperling (2010), foram determinados os pesos de cada um dos indicadores.

Assim, para o indicador de perdas, por exemplo, atribuiu-se um peso máximo nos quesitos praticidade e importância (5+5), devido este indicador retratar um dos grandes problemas encontrados no sistema de esgotamento de Campina Grande e considerando que as perdas ainda interferem diretamente nos valores obtidos para o índice de tratamento de esgoto.

Todos os demais indicadores utilizados nesta pesquisa foram avaliados e a eles foram atribuídos pesos baseados também no nível de praticidade e importância. Os valores obtidos para cada indicador estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Valores dos pesos atribuídos a cada um dos indicadores

Indicadores	Importância/Praticidade	Peso
População residente conectada a rede coletora	A1 (5+5)	10
População residente servida por um sistema individual	A2 (5+4)	9
População residente não atendida	A1	10
Índice de tratamento de esgoto	A1	10
Índice de perda ao longo do sistema de esgotamento	A1	10
Índice total de reclamação	A1	10
Índice de reclamação por ligação	A4 (4+4)	8
Extensão da rede de esgoto por ligação	A1	10
Problemas na rede	A2	9

Fonte: Adaptado, Von Sperling (2010).

4.3.3. Agregação dos Indicadores

Após os indicadores operacionais e de qualidade terem sido selecionados, normalizados e ponderados, os dados foram agregados, sendo esta uma fase essencial para a formulação do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário de Campina Grande – IDSES_CG.

Para a formulação do IDSES_CG buscou-se a utilização de um número máximo de indicadores possíveis, de forma que o sistema de esgotamento fosse representado não simplesmente por coleta e tratamento, mas também, pela qualidade do serviço.

Isso se justifica porque há necessidade de construir um índice de desempenho. Muitas vezes, um único indicador não é capaz de representar a realidade de sistemas complexos (como o sistema de esgotamento de Campina Grande). Nestes casos a agregação de um conjunto de dados para formulação de um índice (indicador geral) é a forma compacta e objetiva de representar tais sistemas (Ogata, 2014).

Essa agregação pode ser realizada pelo método aritmético ou geométrico. No presente estudo utilizou-se o método aritmético (Equação 15). Neste método é feita uma compensação entre os vários componentes do índice, buscando um valor médio entre todos, e permitindo que os componentes com valores baixos sejam compensados por aquelas com valores maiores.

$$I = \sum_{i=0}^N w_i S_i \quad (15)$$

Onde: I – Indicador Geral de Desempenho do serviço de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande (IDSES_CG);

Wi – Peso atribuído ao componente, neste caso o peso de cada indicador;

Si – O valor atribuído ao componente, neste caso o valor de cada indicador após normalizado;

N – Número de indicadores utilizados.

Sendo assim, foi obtida a Equação 16 para a determinação do IDSES_CG:

$$\begin{aligned}
 IDSE - CG = & (w_{IPCR}S_{IPCR} + w_{IPSI}S_{IPSI} + w_{IPNA}S_{IPNA} + w_{IT}S_{IT} + w_{IP}S_{IP} \\
 & + w_{ITR}S_{ITR} + w_{IRL}S_{IRL} + w_{IERL}S_{IERL} + w_{IPCR}S_{IPCR} \\
 & + w_{IPR}S_{IPR})/9
 \end{aligned} \tag{16}$$

4.3.4. Classificação nominal do Índice

Objetivando uma classificação que permitisse uma visão geral da qualidade do serviço de esgotamento na cidade de Campina Grande, foi feita uma divisão numérica dos valores do IDSES_CG em intervalos e para cada intervalo foi atribuída uma escala nominal.

Para realizar a distribuição de valores nos intervalos buscou-se avaliar estudos anteriores, Pereira et. al (2009), Ferreira e Cunha (2005) e Ogata (2014), que também utilizam a classificação nominal. Sendo assim, foram estabelecidas para este estudo cinco classificações distintas, de forma a minimizar possíveis erros de interpretação.

Consideraram-se ainda dois cenários para definição dos extremos dessa escala. No primeiro cenário, formado por um bom nível de desempenho dos indicadores. No segundo cenário, considerado mais conservador, foram estabelecidos que valores obtidos para alguns indicadores não seriam modificados e para outros indicadores seriam atribuídos percentuais menores. A Tabela 11 traz a descrição das condições admitidas para ambos os cenários.

Tabela 11. Descrição dos cenários para definição dos extremos da escala nominal

INDICADORES	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
Indicador de população residente conectada à rede coletora (IPCR)	Sem alteração.	A coleta de esgoto seria de apenas 20% (valor estabelecido para os municípios com os piores percentuais de coleta) segundo o ranking do saneamento realizado pelo Instituto Trata Brasil (ITB, 2014).
Indicador de população residente servida por sistema individual (IPSI)	Aumento de 1,12% para 10,67%	15% da população possui alguma forma de sistema individual de tratamento
Indicador de população residente não atendida (IPNA)	Redução de 14,55% para 5%, (o percentual de 9,55% passasse a utilizar pelo menos um sistema individual de tratamento)	O percentual de população que não está conectada a rede coletora aumentasse para 65%
Indicador de tratamento de esgoto (IT)	Tratamento de 100% do esgoto que chega na ETE, considerando o aumento da vazão que chega	Tratamento de 100% do esgoto que chega na ETE, no entanto, considerando a vazão de chegada atual que é de 5%
Indicador de perdas e desvios ao longo do sistema de coleta (IP)	Redução de 95% para 10% (aumentando a vazão de esgoto que chega até a ETE)	Permaneceriam em 95%
Indicador Total de Reclamação (ITR)	Redução de 80% do número de reclamações	Aumento de 50% no número de reclamações
Indicador de reclamação por ligação (IRL)	Redução de 80% do número de reclamações	Aumento de 50% no número de reclamações
Indicador Extensão da rede de esgoto por ligação (IERL)	Sem alteração	Sem alteração
Indicador Problemas na rede (IPR)	Redução de 80% dos problemas gerais de operação e manutenção ocorridos rede coletora de esgoto	Aumento de 50%, considerando que todas as reclamações fossem relativos a problemas na rede.

Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

A partir dos cenários admitidos, foram determinados os valores percentuais para que o IDSES_CG pudesse ser classificado com o melhor e com o pior nível de desempenho. Logo, definidos os extremos da escala do índice, foi determinada a classificação nominal para o IDSES_CG, conforme mostrado na Tabela 12.

Tabela 12. Classificação nominal para IDSES_CG

Valor do IDSES-CG	Classificação
75 - 100	Ótimo
56 – 75	Bom
41 -55	Regular
26 – 40	Ruim
0 – 25	Péssimo

Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Resultados obtidos para os indicadores operacionais e de qualidade do serviço

A Tabela 4 apresenta os valores médios de cada um dos indicadores calculados individualmente, de forma que possam ser identificados os maiores déficits no serviço de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande.

Tabela 13. Valores médios dos indicadores selecionados

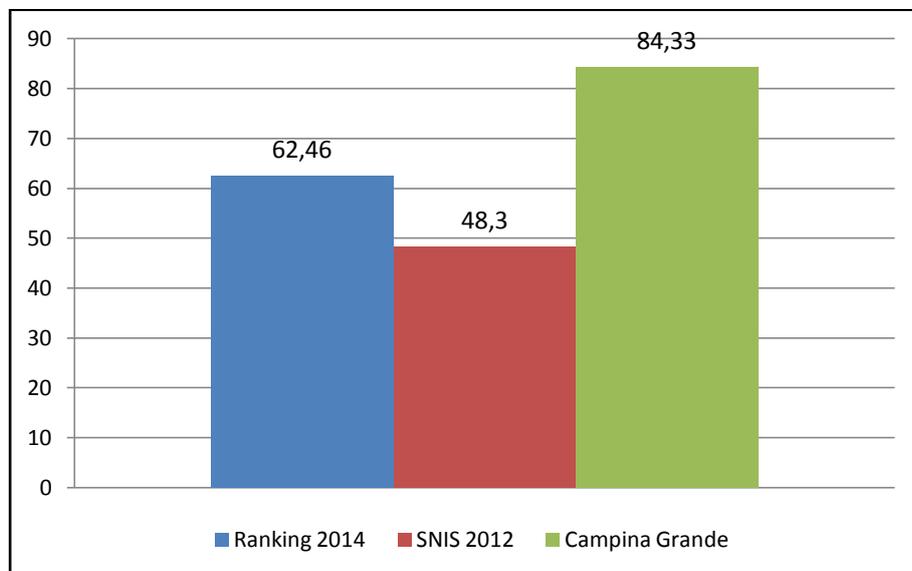
Indicadores	Média
Indicador de população residente conectada a rede coletora (IPCR)	84,33%
Indicador de população residente servida por um sistema individual (IPSI)	1,12%
Indicador de população residente não atendida (IPNA)	14,55%
Indicador de tratamento de esgoto (IT)	4,62%
Indicador de perdas e desvios ao longo do sistema (IP)	95%
Indicador total de reclamação (ITR)	7,19 recl/1000hab/ano
Indicador de reclamação por ligação (IRL)	0,03 recl/lig/ano
Indicador Extensão da rede de esgoto por ligação (IERL)	7,87 m/lig/ano
Indicador Problemas na rede (IPR)	10,20 prob/km/ano

Avaliando o IPCR, que retrata o percentual da população residente na cidade conectada à rede coletora, percebe-se que Campina Grande apresenta um excelente desempenho no que se refere à cobertura por rede de esgoto (84,33%), não sendo esse um dos problemas mais preocupantes encontrados no serviço de esgotamento.

A Figura 7 apresenta as médias nacionais para o indicador de coleta de esgoto, em comparação com a média de Campina Grande. É possível observar que o valor obtido para a cidade está bem acima dos valores nacionais do SNIS (2012) e do Ranking do

Saneamento (ITB, 2014). Isso explica a posição da cidade com relação a tal serviço, ocupando a 17ª colocação entre as mais bem avaliadas.

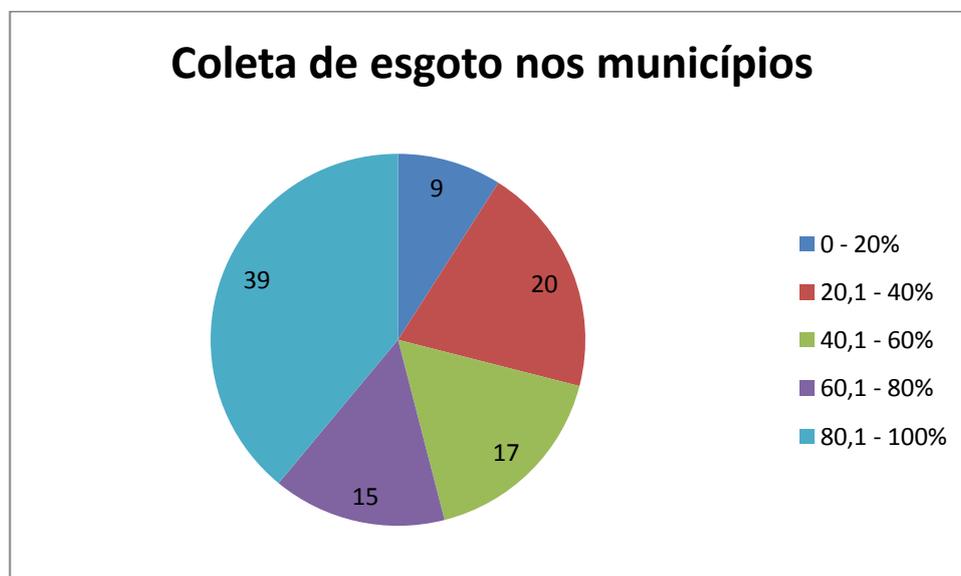
Figura 7. Médias de coleta de esgoto do Ranking do Saneamento, SNIS e da cidade de Campina Grande



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

O ITB (2014) apresentou um diagnóstico do percentual de coleta de esgoto nos 100 maiores municípios do Brasil em termos de população. A Figura 8 ilustra o resultado deste estudo.

Figura 8. Diagnóstico do indicador de coleta de esgoto em 100 municípios brasileiros



Fonte: Adaptado, Instituto Trata Brasil (ITB, 2014).

No contexto da realidade do Brasil, Campina Grande está inserida nos melhores níveis de desempenho para o serviço de coleta de esgoto, estando entre os 39 municípios com maior cobertura por rede de esgoto.

O estudo desenvolvido por Borja et al. (2013), para avaliação quali-quantitativa dos serviços de saneamento da cidade de Salvador, indicou um percentual de 72,4% da população com acesso à coleta de esgoto nas micro-áreas estudadas, após a implantação do Programa de Saneamento Ambiental da Baía de Todos os Santos - Bahia Azul entre os anos de 1991 e 2000.

Schneider et al. (2010), em um estudo de caso no município de São Carlos, verificaram que 98% da população é atendida pelo sistema de coleta e tratamento de esgoto e que os 2% da população que ainda não possuem este serviço residem em bairros com topografia que dificulta o percurso do fluxo de esgoto até a ETE.

Heller et al. (2009), avaliaram o serviço de esgotamento em quatro municípios de Minas Gerais, obteve percentuais de cobertura por rede de esgoto correspondentes a 86,53%; 84,22%; 75,74% e 46,73%. O município que apresentou o valor de cobertura mais baixo dentre os demais, pode estar relacionado às altas tarifas praticadas. No entanto, se destaca pela existência de duas ETEs do tipo lodo ativado, sendo o único que apresentou tratamento para o esgoto.

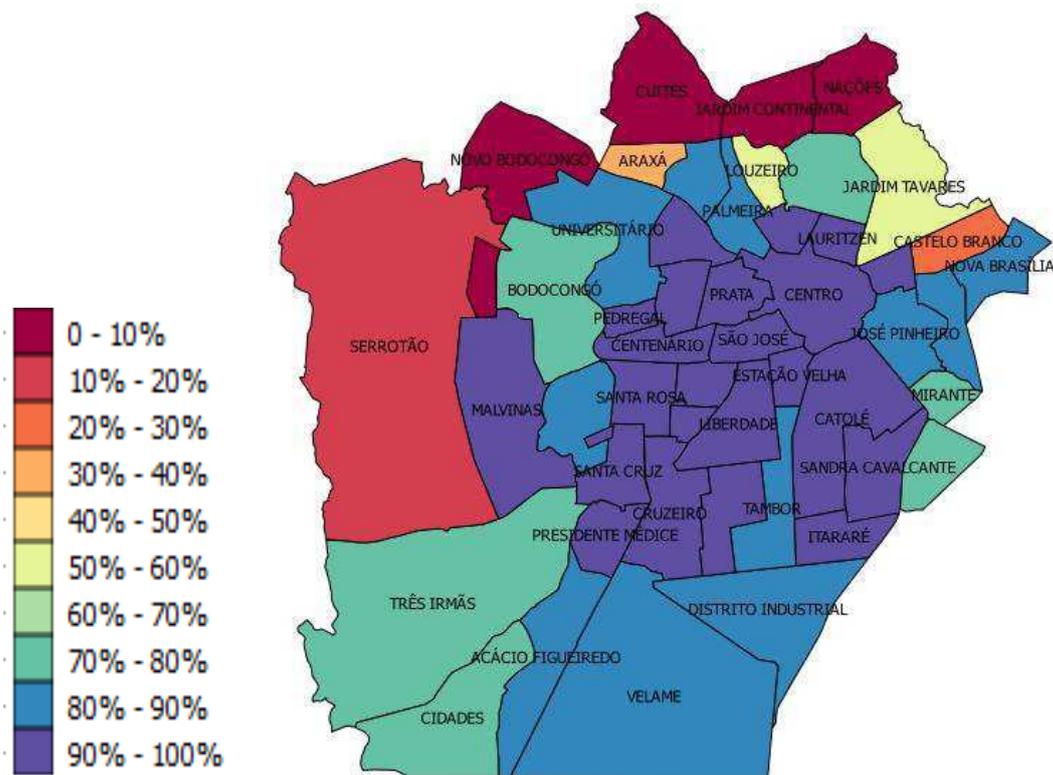
No entanto, comparando os valores desses estudos com os encontrados para Campina Grande, é possível confirmar que o indicador de desempenho do serviço de coleta de esgoto da cidade apresenta um desempenho satisfatório, ocupando, segundo o ITB (2013), o quarto lugar do Nordeste com melhor serviço de saneamento básico, ficando atrás apenas das cidades de Salvador (BA), Vitória da Conquista (BA) e Fortaleza (CE).

A Figura 9 apresenta uma distribuição espacial do indicador de população conectada à rede de esgoto de Campina Grande, possibilitando o estudo mais detalhado da coleta nos diferentes bairros da cidade.

Observando a distribuição espacial do acesso à rede de esgotamento sanitário da cidade percebe-se que, apesar de indicador de coleta de esgoto ser de 84,33%, em alguns pontos da cidade esse serviço ainda é bastante deficiente.

Nos bairros do extremo norte e na parte superior do extremo oeste da cidade nota-se que este serviço apresenta o menor percentual, com menos de 20% da população conectada à rede de esgotamento sanitária.

Figura 9. Distribuição espacial do indicador de população conectada à rede de esgoto da cidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

Nos dados levantados pelo IBGE no ano de 2000 o número de domicílios com o serviço de esgotamento sanitário na cidade era de 61.242, e já no ano de 2010 esse número subiu para 88.590.

Apesar de alguns bairros apresentarem um aumento superior a 50% no número de habitantes, como Nova Brasília, Mirante, Velame, Distrito industrial e Dinamérica, com 132,33%, 69,70%, 55,45%, 53,07%, 51,10% respectivamente, esses bairros possuem uma cobertura de coleta superior a 70%.

Já nos bairros Serrotão (8,26%), Ramadinha (-6,59%), Novo Bodocongó (22,84%), Cuités (5,71%), Jardim Continental (-0,96%) e Nações (3,53%), apesar de apresentarem um crescimento populacional baixo ou inexistente, são os que possuem os menores percentuais de coleta de esgoto da cidade.

De maneira geral, o serviço de coleta de esgoto aumentou consideravelmente ao longo dos últimos anos. De acordo com o censo realizado pelo IBGE no ano de 2000, o percentual de população conectada a rede coletora era de 18,65%. Logo, considerando o

valor obtido neste estudo (84,33%), em 10 anos a cidade teve um crescimento percentual de 65,68% no acesso ao serviço de esgotamento.

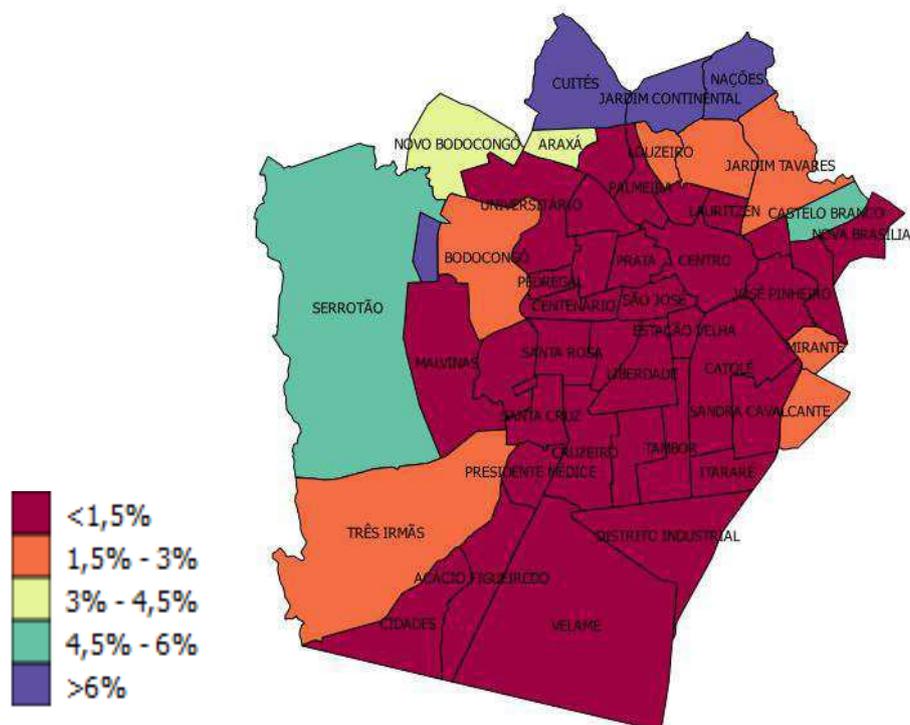
Outro indicador avaliado neste estudo refere-se à população que faz uso de sistemas alternativos para o tratamento do esgoto, tais como fossa séptica, fossa rudimentar, valas de infiltração.

De acordo com o resultado obtido para Campina Grande, apenas 1,12% da população utiliza algum desses sistemas. Segundo o IBGE (2010), estima-se que, em média, 38,5% da população brasileira utiliza sistema individual para tratamento do esgoto.

Este percentual, bem abaixo da média brasileira, pode ser justificado pelo bom serviço de coleta existente na cidade. No entanto, considerando que a rede coletora atende a 84,33% (ver Tabela 13), indica também um percentual de disposição inadequada maior que o de sistemas alternativos.

A Figura 10 apresenta a distribuição espacial da população que utiliza sistemas individuais de tratamento em Campina Grande, sendo mais comumente utilizada a fossa séptica.

Figura 10. Distribuição espacial do indicador de população residente servida por um sistema individual



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

O Ministério do Meio Ambiente (2009) afirma que, as fossas sépticas proporcionam apenas um tratamento parcial, remoção de parte da matéria orgânica do efluente, uma vez que essas unidades realizam apenas o tratamento primário, necessitando de pós-tratamento para complementar o processo biológico de purificação e eliminar o risco de contaminação. Esse tipo de tratamento apresenta uma eficiência de remoção de 35% a 60% de DBO.

Apesar disso, conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (2008), esse tipo de sistema foi uma das principais soluções alternativas adotadas para suprir a inexistência do serviço de esgotamento sanitário. Isso explica porque, na Figura 10, os bairros que apresentam os maiores percentuais de soluções alternativas de tratamento são aqueles que possuem os menores percentuais de cobertura de rede de esgoto.

De acordo com o IBGE (2010), o número de domicílios que utilizam tratamento por fossas sépticas no Brasil é de 11,61%, o que, comparado ao levantamento realizado no ano 2000, apresenta uma redução de 2,5% no número de domicílios com esse tipo de tratamento.

Conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio – PNAD (2012), 28,3% dos domicílios rurais do país utilizam o tratamento por fossas sépticas e 66,5% de fossas rudimentares.

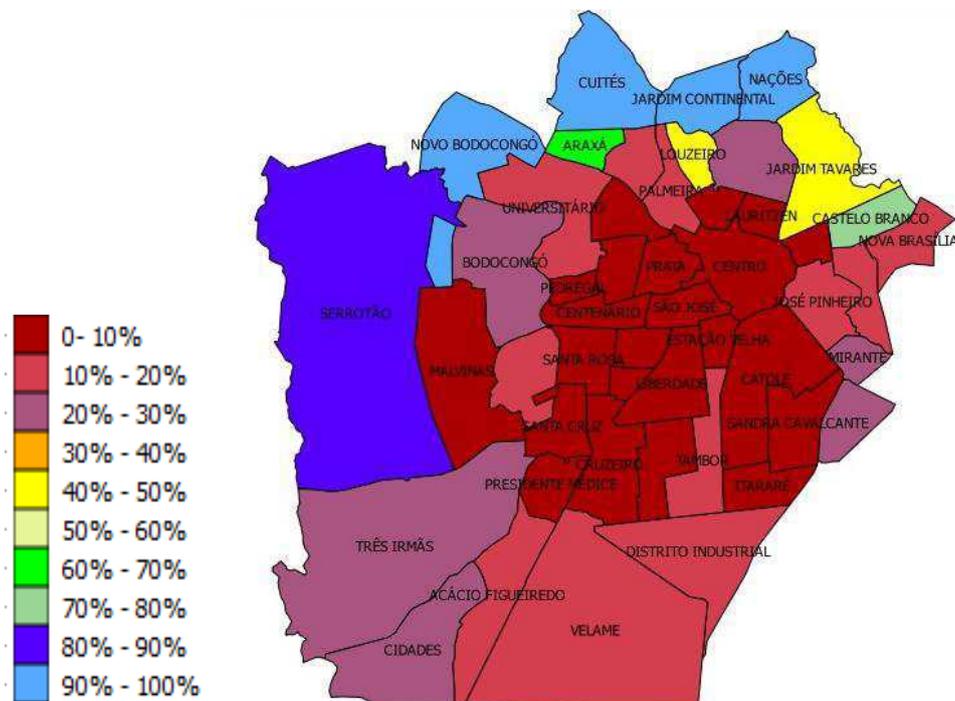
Sendo assim, apesar dos maiores percentuais do uso de sistemas alternativos estarem presentes no meio rural, constata-se que algumas áreas da cidade da Campina Grande ainda tratam os seus efluentes por vias alternativas, entre elas os bairros de Cuités, Jardim Continental, Nações, Serrotão e Castelo Branco.

Dados do censo (2010) mostram que cerca de 137.930 m³ de esgoto são tratados por sistemas individuais ao ano na cidade em estudo, sendo a maior parte desse volume por fossa séptica. Mesmo estas soluções estando longe do desejável, essas formas de tratamento implicam na redução dos impactos ambientais decorrentes da falta da rede coletora de esgoto.

Também foi avaliado neste estudo o percentual da população urbana da cidade que não está conectada à rede coletora e nem possui nenhum sistema individual de tratamento (Figura 11).

Segundo o censo (2010), aproximadamente 11,55% da população da região Nordeste dispõe o esgoto, sem nenhum tratamento, em locais inapropriados. Campina Grande encontra-se pouco acima dessa média, apresentando um percentual de 14,55% de disposição inadequada de esgoto.

Figura 11. Distribuição espacial da população sem o serviço de coleta e sem sistema individual



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

Observa-se na figura que a maioria dos bairros possui algum percentual de disposição inadequada do esgoto gerado. Todavia, apenas oito dos cinquenta bairros da cidade apresentam um percentual mais elevado (acima de 70%) de disposição inadequada do esgoto, ou seja, nessas áreas, grande parte do esgoto gerado é disposto sem nenhuma forma de tratamento, parcial ou total, em rios, riachos, córregos e a até mesmo a céu aberto.

É importante destacar que as áreas que possuem esse alto percentual de disposição inadequada de efluentes, são as mesmas que apresentam os percentuais de serviço de coleta de esgoto mais baixo. E ainda que os bairros com maiores populações não atendidas por coleta estão localizados nas partes extremas da cidade, o que pode ser justificado pelo fato de que são áreas mais propícias a expansão, e assim o serviço não acompanha o crescimento.

Por ano, aproximadamente 2.257.364 m³ dos esgotos da cidade são dispostos no meio ambiente sem tratamento algum. Os principais bairros responsáveis por tais lançamentos são: Araxá, Castelo branco, Cuités, Jardim Continental, Nações, Novo Bodocongó, Ramadilha e Serrotão.

Outro indicador avaliado no estudo foi o IT (Indicador de Tratamento do Esgoto) que é baseado na relação entre o volume de esgoto tratado e gerado.

Segundo o ITB (2013), a cidade de Campina Grande trata 78,38% do esgoto produzido pela população. No entanto, no presente estudo obteve-se um percentual de tratamento muito baixo, apenas 4,62% de todo o esgoto gerado na cidade. Este valor está bem abaixo da média de tratamento dos municípios obtidos pelo ranking do saneamento 2014, que é de 41,32%, e também da média nacional do SNIS 2012, que é 37,7%.

A Figura 12 apresenta a distribuição dos 100 municípios com maiores população no Brasil, avaliados no ranking do saneamento 2014, para o indicador de tratamento.

Figura 12. Distribuição do indicador de tratamento em 100 municípios brasileiros



Fonte: Adaptado, Instituto Trata Brasil (ITB, 2014).

Observando a figura percebe-se que o maior número de municípios encontra-se na faixa percentual de 0 a 20% e que mais da metade dos municípios avaliados apresenta percentual de tratamento abaixo de 40%.

Tomando como base essa distribuição, a cidade de Campina Grande estaria entre os 13 municípios que tratam os esgotos na faixa de 60,1% a 80% conforme o Instituto Trata Brasil. Porém, baseado nos dados obtidos nesse estudo, a cidade deveria estar entre os 28 municípios com percentual abaixo de 20% de tratamento de esgoto.

Avaliando o índice de tratamento do município de Campina Grande, não há mudanças significativas nos resultados obtidos, podendo reduzir ainda mais o percentual encontrado.

Ainda de acordo com o ITB (2013), todo o esgoto que é coletado na cidade é tratado, apresentando um percentual de 100%. No entanto, se esse percentual for avaliado pela razão do que chega à ETE para ser submetido ao tratamento, não estaria errado. Mas, um dos maiores problemas associados ao sistema tem sido os desvios do esgoto antes da chegada à ETE.

Segundo diagnóstico realizado por Gomes (2013) e pelo Plano Municipal de Saneamento da cidade de Campina Grande PMSB (2014), menos de 5% do esgoto coletado pela rede chega a ETE.

Este fato pode ser justificado devido a grande parte do esgoto coletado ser perdido em vários pontos ao longo do sistema de esgotamento por falta de manutenção e/ou por retiradas clandestinas para utilização na irrigação e para manutenção da vazão do riacho do Bodocongó, situado no município de Campina Grande e contribuinte da bacia do médio Rio Paraíba (GOMES, 2013).

A Agência Nacional de Águas (ANA, 2014) concede incentivo financeiro para tratamento de esgotos no Brasil, através de um programa no qual paga pelo esgoto efetivamente tratado, ao invés de financiar obras e equipamentos.

O Prodes (Programa de compra de esgoto tratado) busca incentivar a redução dos níveis de poluição em bacias hidrográficas. Cidades de dez estados foram consideradas em situação crítica em relação à qualidade da água, sendo esses estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Maranhão, Minas Gerais, Piauí, Rio de Janeiro e São Paulo. Portanto, percebe-se que no tratamento não deve ser apenas considerado o volume que é tratado, mas sim a qualidade final desse efluente, para que este não cause problemas de poluição dos corpos d'água.

Se por um lado, o volume de esgoto que chega a ETE é muito pequeno, por outro, considerando que o sistema estudado possui problemas de manutenção em trechos com vazamentos e retiradas clandestinas, espera-se que o Indicador de perdas e desvios ao longo do sistema de coleta (IP), que é uma relação entre o volume de esgoto que chega as ETEs e o volume de esgoto coletado nas bacias, seja alto. Obteve-se para este índice um percentual de 95%.

No que diz respeito aos Indicadores de reclamação (ITR e IRL), observando os baixos valores obtidos para esses indicadores: 7,19 recl/1000hab/ano e 0,03 recl/lig/ano

respectivamente (Tabela 13), constata-se que as reclamações não estão entre os problemas mais críticos encontrados no serviço de esgotamento prestado pela concessionária. A concessionária registra uma média de 231 reclamações ao mês referentes ao serviço de esgotamento.

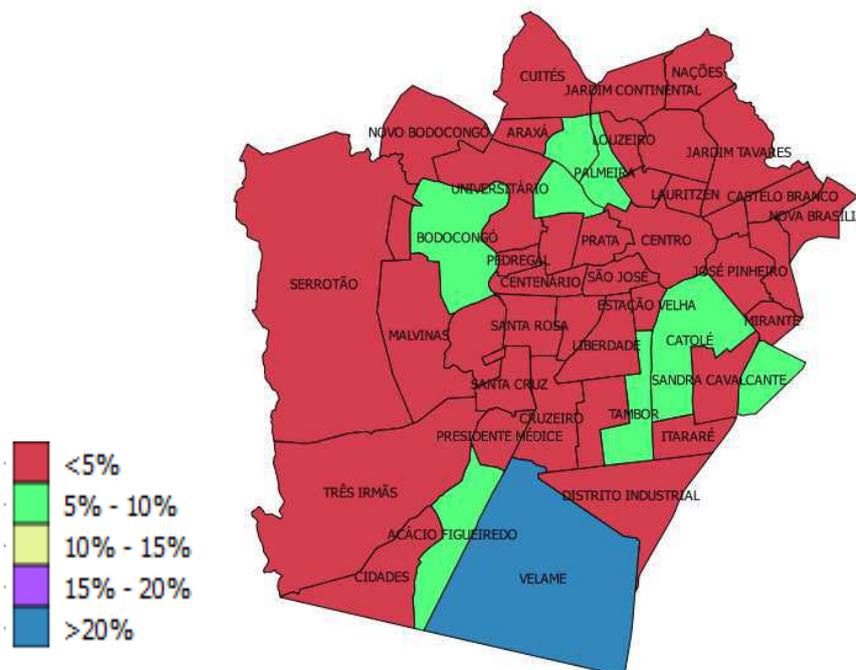
O indicador de reclamação por ligação ativa de esgoto apresentou um resultado bastante satisfatório, próximo ao valor líder, 0,02 recl/lig/ano, estabelecido pelo Prêmio Nacional de Qualidade (PNQS, 2012).

Com relação ao indicador IERL (Indicador Extensão da rede de esgoto por ligação), observa-se que, de maneira geral, o serviço de coleta de esgoto aumentou bastante ao longo dos últimos anos. De acordo com o censo realizado pelo IBGE, no ano de 2000 o índice de população conectada à rede coletora era de 18,65%. Logo, em 10 anos a cidade teve um crescimento de 65,68% no acesso ao serviço de esgotamento.

O IPR (Indicador de problemas relativos ao serviço de esgotamento) apresentou um elevado valor (10,20 prob/km/ano), o que mostra que cerca de 20 problemas por dia são relacionados ao serviço de esgotamento, como por exemplo, desobstrução da rede de esgoto, limpeza, entre outros. É importante destacar ainda que alguns problemas desencadeiam outros, como por exemplo, entupimento na rede que pode causar retorno de esgoto. Portanto, esse é um indicador que merece atenção por parte dos gestores.

De acordo com as informações levantadas no PMSB de Campina Grande, o percentual de problemas por entupimentos/vazamentos é de 47,60% na área urbana da cidade. A Figura 13 apresenta a distribuição espacial desse indicador nos diversos bairros da cidade.

Figura 13. Distribuição espacial do percentual de entupimentos/vazamento no sistema de esgotamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

A partir da distribuição espacial da Figura 13 é possível avaliar os pontos da cidade com maior percentual de entupimentos e/ou vazamentos. No geral, a maioria dos bairros apresenta percentual de entupimento e/ou vazamento inferior a 5%. O bairro onde há a maior incidência desses problemas é o Velame, superando os 20 pontos percentuais.

Sendo assim, baseado nessas informações, é possível perceber que no âmbito de manutenção e operação do sistema de esgotamento, os problemas ocorrem em todos os pontos da rede, praticamente de forma semelhante. De acordo com os dados da CAGEPA (2014), ocorrem aproximadamente 10 problemas a cada 1 km de rede. Esses problemas podem ser entupimentos, vazamentos, refluxo e retorno do esgoto, dentre outros. Vale ressaltar que tais problemas desencadeiam outros, como mau cheiro, o surgimento e a proliferação de insetos, e ainda doenças na população.

5.2. Resultado da classificação do IDSES_CG

Para determinação do IDSES_CG foram realizadas a normalização e ponderação das variáveis (indicadores) para possibilitar que essas variáveis fossem agregadas em uma única equação.

A Tabela 14 apresenta os valores normalizados e os pesos obtidos para cada indicador selecionado. A partir dos limites superiores e inferiores determinados e dos valores obtidos com o cálculo dos indicadores, estes foram normalizados utilizando a escala de 0 a 1. Já os pesos atribuídos foram multiplicados por 10, para que pudessem variar numa escala de 0 a 100.

Tabela 14. Valores dos indicadores normalizados e seus respectivos pesos

Indicadores	Valor Normalizado	Peso
Indicador de população residente conectada a rede coletora	0,8433	100
Indicador de população residente servida por um sistema individual	0,9709	90
Indicador de população residente não atendida	0,4693	100
Indicador de tratamento de esgoto	0,0462	100
Indicador de perda ao longo do sistema	0,05	100
Indicador total de reclamação	0,5219	100
Indicador de reclamação por ligação	0,9565	80
Indicador Extensão da rede de esgoto por ligação	0,7979	100
Indicador Problemas na rede	0,0325	90

Os indicadores foram agregados através da Equação (16), a fim de obter um valor correspondente as IDSES_CG e com base na classificação nominal proposta nesse estudo, foi possível obter uma visão geral do serviço de esgotamento sanitário da cidade. O resultado encontrado para o IDSES_CG é mostrado na Tabela 15.

Tabela 15. Resultado do IDSES para a cidade de Campina Grande

Indicador Geral	Resultado	Classificação do serviço
IDSES_CG	49	REGULAR

Observando o resultado do IDSES_CG, é possível avaliar a qualidade do serviço de esgotamento da cidade de forma integrada, ou seja, obter uma visão geral do nível de desempenho do serviço.

O valor obtido para o IDSES_CG foi de 49, sendo assim classificado, de acordo com a escala nominal observada na Tabela 12, como um serviço de qualidade REGULAR.

Observa-se, entretanto, que o desempenho do serviço poderia ser melhor conceituado, não fossem as perdas e os desvios que ocorrem no sistema de esgotamento da cidade, o que acarreta um percentual baixo de tratamento de esgoto. E ainda a quantidade de problemas que são detectados na rede de coleta.

Pode-se concluir que os maiores problemas encontrados no sistema de esgotamento sanitário da cidade não estão associados à cobertura da rede ou a ausência de ETEs. Os pontos críticos que diminuem a qualidade do serviço estão relacionados à manutenção e operação do sistema.

Por fim, vale ressaltar que durante o desenvolvimento do trabalho algumas limitações foram encontradas, principalmente na aquisição de dados, isso porque alguns desses dados não são quantificados pela concessionária. A ausência de dados limitou a escolha de mais indicadores. Se outros indicadores fossem acrescentados à Equação 12 para a determinação do IDSES_CG, mais fiel seria esse índice em relação à realidade da cidade. E ainda seria possível identificar mais pontos de déficit na infraestrutura do sistema e no serviço.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões

A utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento apresenta-se como uma alternativa promissora para determinar a eficiência dos serviços prestados à população. O desenvolvimento de um índice geral possibilita, de maneira simples e clara, uma visão abrangente da qualidade do serviço prestado pela concessionária, sendo uma importante ferramenta para gestão pública.

Campina Grande apresenta bons resultados com relação ao indicador de cobertura de coleta de esgoto, com 84,33% da cidade atendida pela rede. Apesar desse bom desempenho, a coleta não se dá de maneira uniforme, ainda persistindo locais na cidade com percentuais inferiores a 20%. Portanto, é importante considerar a ampliação da rede de esgotamento priorizando as áreas com os menores percentuais de coleta.

Apesar da não uniformidade observada na rede de coleta percebe-se que as maiores dificuldades encontradas no serviço de esgotamento de Campina Grande estão relacionadas à operação e manutenção do sistema.

As perdas e desvios de esgoto em diversos pontos da rede é um dos o principal problema detectado no sistema, pois impossibilitam que o bom desempenho na cobertura de coleta de esgoto seja suficiente para garantir a eficiência do serviço, além de influenciar diretamente no baixo percentual de tratamento, visto que apenas 5% da vazão de coleta de esgoto chega a ETE.

É importante destacar que as dificuldades observadas estão relacionadas à rede coletora, uma vez que as ETEs existentes no sistema têm capacidade e condições estruturais para tratar todo o esgoto gerado pela população da cidade.

A ausência de monitoramento contínuo e sistêmico possibilitando as retiradas clandestinas de esgoto e a falta de um programa de manutenção eficiente que combata com rapidez os vazamentos existentes na rede coletora reduzem a qualidade dos serviços prestados, causando danos tanto a população quanto ao meio ambiente.

Assim sendo, todas as dificuldades observadas no serviço de esgotamento sanitário, principalmente no âmbito da manutenção do sistema, possibilitaram que o mesmo fosse classificado, neste estudo, como de qualidade REGULAR.

Por fim, as avaliações a partir dos indicadores de desempenho, seja pela distribuição espacial ou pela determinação do IDSES_CG, apresentaram informações que servem para auxiliar a tomada de decisão dentro de um sistema de gestão, uma vez que os resultados retrataram as características da área estudada e os problemas a ela relacionados.

6.2. Recomendações

A partir dos resultados obtidos neste estudo é possível perceber a necessidade de ações emergenciais que visem à melhoria no processo de manutenção do sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande, principalmente no que se refere aos vazamentos e aos desvios em toda a rede de coleta.

Diante desse cenário, recomenda-se que medidas corretivas e preventivas sejam consideradas prioritárias, para que a qualidade do serviço melhore.

Recomenda-se também que seja realizado um programa de educação e conscientização da comunidade, uma vez que os problemas de perdas de esgoto não são apenas ocasionados pela falta de manutenção do sistema, mas também, por desvio proposital do efluente por uma parcela da população que o utiliza inadequadamente para irrigação, potencializando os riscos de doenças na comunidade.

Sugere-se ainda que, em futuras pesquisas, sejam incorporados ao índice geral, indicadores econômico-financeiros, administrativos, de balanço, de recursos humanos e ambientais, para possibilitar a avaliação do serviço de esgotamento em todos os âmbitos.

7. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-9649: *Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário – Procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (2013). *Relatório de Fiscalização Técnica dos Sistemas de Água e Esgoto do Município de Rafard*. Relatório R1 – Diagnóstico. Americana - SP, 2013.

ALEGRE, H. et al. *Performance indicators for water supply services*. 2. Ed. Londres: IWA Publishing, 2006. 312 p.

ALEGRE, H. et al. *Performance indicators for water supply services*. Londres: IWA Publishing, 2000. 160 p.

ALMEIDA, S. A. B. de. *Contribuição à aplicação de coeficientes de consumo em projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário em comunidades urbanas de baixa renda do Nordeste do Brasil – estudo de caso*. Campina Grande: UFCG, 2007. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

ALTAFIN, I. G. *Abordagem de avaliação da sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, aplicada ao Distrito Federal*. Rio de Janeiro: UFRJ. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

ALVES, L. da S. Os incentivos fiscais e a indústria de Campina Grande de 1960 a 2011. In: Rangel Junior, Antonio Guedes. *Campina Grande hoje e amanhã*. [Livro Eletrônico]./ Antonio Guedes Rangel Junior; Cidoval Moraes de Sousa. - Campina Grande: EDUEPB, 2013, p. 81-88.

AMAES. Agência de Regulação dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário do Município de Cuiabá (2013). *Relatório da evolução dos indicadores de qualidade dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário de Cuiabá – MT e pesquisa de opinião pública*. AMAES – Cuiabá.

ANA. Agência Nacional de Águas (2011). *Brasil precisa investir R\$ 22 bilhões até 2015 para garantir abastecimento de água*. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=9209> Acessado em: 3 de julho de 2014.

_____. Agência Nacional de Águas (2014). *Ana concede incentivo financeiro para tratamento de esgotos no Brasil*. Disponível em: <<http://blogs.diariodonordeste.com.br/gestaoambiental/category/esgotamento-sanitario/>> Acessado em: 28 de janeiro de 2015.

ARAÚJO, R. E. da C. L. *Estudo do desempenho de um sistema de lagoas de estabilização no tratamento de águas residuárias de bairros populares (Glória I, Glória II, Jardim América e Belo Monte) da cidade de Campina Grande, Paraíba*. Campina Grande: UFCG, 2007. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

BORJA, P. C. et al. *Avaliação quali-quantitativa dos serviços de saneamento da cidade de Salvador*. Caderno de Pesquisa em Engenharia de saúde pública, Nº 1, Brasília, 2013.

BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. *Indicadores de saúde ambiental com enfoque para a área de saneamento. parte 1 – aspectos conceituais e metodológicos*. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 8, n. 2, p. 13-25, 2003.

BRASIL. *Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm> Acessado em 24 de novembro de 2014.

_____. *Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm> Acessado em 21 de janeiro de 2015.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução Nº 430, de 13 de Maio de 2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

CAGEPA. Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. *Relatório do sistema de esgotamento de Campina Grande*. João Pessoa-PB, 2014.

_____. Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (2013). Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2013/05/16-mi-pessoas-da-paraiba-moram-em-casas-sem-esgoto-diz-cagepa.html>> Acessado em: 14 de Abril 2014.

CAMINHA, M. J. *Degradação da qualidade da água do sistema de drenagem de sub-bacias urbanas de Campina Grande – Paraíba*. Campina Grande: UFCG, 2014. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

CAMPINA GRANDE. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. *Diagnóstico da Situação dos Serviços de Saneamento Básico*. In: Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campina Grande. Campina Grande: UFCG, 2014b.

_____. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. *Prognóstico da Situação dos Serviços de Saneamento Básico*. In: Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campina Grande. Campina Grande: UFCG, 2014b.

CASTRO, L. M. A. de. *Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água*. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

CHAVES, M. C. G. G. *Sustentabilidade na agricultura: desenvolvimento de um indicador de avaliação*. Portugal: FEP, 2013. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Faculdade de Economia do Porto, 2013.

Companhia de Desenvolvimento da Paraíba. *Principais cidades*. Disponível em: <<http://www.ew3.com.br/cinep/regioes.php>> Acessado em: 21 de janeiro de 2015.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil (2005). *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Campina Grande, estado da Paraíba/Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda*. Recife: CPRM/PRODEEM.

FERREIRA, A.; CUNHA, C. *Sustentabilidade ambiental da água consumida no Município do Rio de Janeiro, Brasil*. Revista Panamericana Salud Pública, v. 18, n. 2, 2005.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde (2012). *Termo de Referência para elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico*. Procedimentos relativos ao convênio de cooperação técnica e financeira da Fundação Nacional de Saúde – Funasa/MS. Brasília, 2012.

GOMES, E. F. *Perdas de vazão e seus efeitos na operação do sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande-PB*. Campina Grande: UFCG, 2013. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

GOMES, P. R.; SILVA, R. A.; MALHEIROS, T. F. *Indicadores de desenvolvimento sustentável na caracterização do Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento (PNQS)*. Revista INGEPRO – Inovação, gestão e produção, v. 2, n° 6, 2010.

HELLER, P. G. B.; Von SPERLING, M.; HELLER, L. *Desempenho tecnológico dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em quatro municípios de Minas Gerais: uma análise comparativa*. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v.14, n.1, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em: 07 de Abril de 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2000*. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em: 07 de Abril de 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IBGE Cidades*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 28 de setembro de 2014.

ITB. INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do saneamento - Instituto Trata Brasil*. São Paulo: GO associados, 2014.

_____. INSTITUTO TRATA BRASIL (2011). *Esgotamento Sanitário Inadequado e Impactos na Saúde da População*. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/drsai/Release-Esgotamentosanitario->>. Acessado em 27 de junho 2014.

_____. INSTITUTO TRATA BRASIL (2011). *Trata Brasil confirma relação entre doenças e falta de saneamento. - Consultoria Ampla*. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/trata-brasil-confirma-relacao-entre-doencas-e-falta-de-saneamento-consultoria-ampla-online--2>>. Acessado em: 21 de Janeiro de 2015.

_____. INSTITUTO TRATA BRASIL (2013). *CG é a 4ª cidade mais saneada do Nordeste - Jornal da Paraíba*. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/cg-e-a-4-cidade-mais-saneada-do-nordeste-jornal-da-paraiba-online-pb-brasil>>. Acessado em: 21 de Janeiro de 2015.

_____. INSTITUTO TRATA BRASIL (2013). *Saneamento no Brasil*. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/campina-grande-investe-0-01-do-que-arrecada-com-saneamento-basico-g1-paraiba-pb-home>>. Acessado em: 27 Junho de 2014.

_____. INSTITUTO TRATA BRASIL (2014). *Desperdício de água aumenta na capital*. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/desperdicio-de-agua-aumenta-na-capital>>. Acessado em: 21 de Janeiro de 2015.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. *Tratamento de esgotos domésticos*. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

KEMERICH, P. D. da C. *Determinação do índice de risco da bacia hidrográfica do rio vacacaí mirim com o uso de indicadores de perigo e vulnerabilidade*. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, v. 15, n. 15, 2013.

LIMA, A. M. C. *Indicadores sanitário-ambientais: classificação de bacias de esgotamento sanitário e micro-áreas na cidade de Salvador-Bahia*. Salvador: UFBA, 2009. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 2009.

LOBO, L. *Saneamento Básico: Em busca da universalização*/ Luiz Lobo sp. – Brasília: Ed. Do autor, 2003. 228p.

MARANHÃO, N. *Sistema de indicadores para planejamento e gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

MIRANDA, E. C. de. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. In: Alceu de Castro Galvão Junior, Alexandre Caetano da Silva. *Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto*. 2.ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda.,2006. p. 75-90.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (2009). Programa Nacional de capacitação de gestores ambientais: *Módulo Específico Licenciamento Ambiental de Estações de Tratamento de Esgoto e Aterros Sanitários*/Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009.

MOLINARI, A. Panorama mundial. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. *Regulação: Indicadores para prestação de serviços de água e esgoto*. Fortaleza: Expressão Gráfica Ltda. ARCE, 2006. p. 54-74.

NÓBREGA, P. V. de M. *Análise do Sistema de drenagem de Campina Grande/PB para a proteção de áreas de risco de inundação*. Campina Grande. 2012.

NORO, E. A. *Sistema combinado de esgotamento sanitário: alternativa viabilizadora de sistemas de esgoto*. Porto Alegre: UFRGS, 2012. Originalmente apresentado como monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

NOZAKI, V. T. de. *Análise do setor de saneamento básico no Brasil*. Ribeirão Preto: USP, 2007. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2007.

OGATA, I. S. *Desenvolvimento do índice de pobreza hídrica para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba*. Campina Grande: UFCG, 2014. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

ONU. Organização das Nações Unidas (2004). *Coleção de Estudos temáticos sobre os objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Garantir a sustentabilidade ambiental* [Organização] UnB, PUCMinas/IDHS, PNUD. – Belo Horizonte: PUC Minas/IDHS, 2004.

ONU. Organização das Nações Unidas (2014). *Nações Unidas do Brasil*. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/25-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-acesso-a-saneamento-basico-em-todo-o-mundo-alerta-onu/>>. Acesso em: 2 de junho de 2014.

PELLIZZARO, P. C. et al. *Urbanização em áreas de mananciais hídricos: estudo de caso em Piraquara, Paraná*. Cadernos metrópole, v. 19, p. 221-243, 2008.

PEREIRA, M.T.; GIMENES, M. L. *Desenvolvimento de indicador de qualidade de saneamento ambiental urbano e aplicação nas maiores cidades paranaenses*. Seminário Internacional “Experiências de Agendas 21: os desafios do nosso tempo”. Paraná, 2009.

PNAD. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (2012). *Saneamento Rural*. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>> Acessado em: 21 de janeiro de 2015.

PNAD. Pesquisa Nacional por Amostra Domicílios (2013). *Dados gerais do saneamento básico no Brasil*. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>> Acessado em: 4 de julho 2014.

PNQS. Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento (2012). *Relatório da Gestão. Diretoria de operação Centro-Leste – COPASA, Companhia de Saneamento de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2012.

PNSB. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008). *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico/Organizado* [por] Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa - IBGE. Rio de Janeiro, 2008.

RECESA. Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (2008). *Esgotamento sanitário: Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário: guia do profissional em treinamento: nível 2* / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). – Salvador: ReCESA, 2008. 183p.

- RODRIGUES, G. M. da C. *Desenvolvimento de índices de qualidade de serviço em sistemas de abastecimento de água*. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Do Minho, Escola de Engenharia, 2009.
- SANTOS, M. *A urbanização brasileira*. 5 ed. São Paulo: Edusp, 2005.cap. 2, p. 19-31.
- SCHNEIDER, D. D. et al. *Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis*. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Nº 17, 2010.
- SICHE, R. et al. *Índices versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países*. Revista Ambiente e Sociedade, v. X, n. 2, p. 137-148, 2007.
- SILVA, M. T. et al. *Expansão do espaço urbano do município de Campina Grande-PB a partir de técnicas de sensoriamento remoto*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, 2013, INPE.
- SINUS. Simulação das Nações Unidas para Secundaristas (2014). *Organização Mundial da Saúde (OMS) Guia de estudos/* Organizado [por] Clara Fontes Ferreira, Gustavo Nobre Dias, Isabela Nunes Franciscon, João Paulo Tavares da Mota, Thamires Quinhões Oliveira. Sinus.
- SNIS. *O Snis - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento*. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=4>> Acessado em: 27 junho 2014.
- SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (2012). *Dados gerais do saneamento básico no Brasil*. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>> Acessado em: 4 de julho 2014.
- SOUSA, J. T. de. Campina Grande busca universalizar serviços de saneamento. In: Rangel Junior, Antonio Guedes. *Campina Grande hoje e amanhã*. [Livro Eletrônico]./ Antonio Guedes Rangel Junior; Cidoval Moraes de Sousa. - Campina Grande: EDUEPB, 2014, p. 39-45.
- TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. *Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil*. Revista Água Latinoamérica, v. 4, n. 4, 2004.
- TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. *Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário*. Rio de Janeiro: ABES, 2011.
- TUCCI, C. E. M. *Águas urbanas*. Revista Estudos avançados, v. 22, n. 63, 2008.

UNFPA. Fundo de População das Nações Unidas. *Situação da população mundial 2007*. Relatório da População mundial, NY, U.S.A, 2007.

VASCO, A. N. do. et al. *Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil*. Revista Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 6, n. 1, 2011.

VASCONCELOS, L. *Urbanização - Metrôpoles em movimento*. Revista desafios do desenvolvimento – Ipea, Brasília, Ed. 22, ano 3, maio. 2006. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=994:reportagens-materias&Itemid=39> Acessado em 26 de junho 2014.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto* Marcos von Sperling. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade de Minas Gerais; 2005.

_____. *Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias*. Belo Horizonte, UFMG. v.2. 1996.

VON SPERLING, T. L.. *Estudo da utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário*. Belo Horizonte: UFMG, 2010. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

WHO/UNICEF.2014. *Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water GLAAS 2014*. Progress on drinking-water and sanitation, 2014 update. Geneva, World Health Organization.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Water, Sanitation and Hygiene Links to Health*. November, 2004.

_____.WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2: Wastewater use in agriculture. Geneva: WHO.213p, 2006a.

XIMENES, M. M. DE A. F. A ABAR e a construção de instrumentos para a regulação. In: Alceu de Castro Galvão Junior, Alexandre Caetano da Silva. *Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto*. 2.ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda.,2006. p. 11-28.