
Determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário. Estudo de caso: cidade de Campina Grande, Paraíba.

Determination of a performance index of a sanitary sewage service. Case study: City of Campina Grande, Paraíba.

Wilza da Silva Lopes; Andrea Carla Lima Rodrigues; Patrícia Hermínio Cunha Feitosa; Mônica de Amorim Coura
e Rui de Oliveira e Dayse Luna Barbosa

Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil

wilzasilvalopes@hotmail.com; acaralima@yahoo.com.br; phcfeitosa@outlook.com; macoura1@yahoo.com.br; ruideo@gmail.com; dayseluna@yahoo.com.br

Recebido: 03/03/15- Revisado: 03/07/15 - Aceito: 05/11/15

RESUMO

A contaminação dos recursos hídricos por efluentes residuários é um dos principais problemas no âmbito da preservação das águas. A utilização de ferramentas que auxiliem no processo de gestão é de suma importância para a melhoria do serviço de saneamento básico. Esse trabalho busca a determinação de um Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário para a cidade de Campina Grande (IDSES-CG), Paraíba. Para o desenvolvimento do índice foram obtidos indicadores relacionados à qualidade e à operação e manutenção dos serviços de esgotamento, selecionados a partir de metodologias já existentes, considerando critérios como coerência com a realidade brasileira e com a cidade estudada, acessibilidade dos dados e a confiabilidade da fonte, buscando assim selecionar os indicadores mais relevantes ao sistema de esgotamento. Os indicadores escolhidos foram calculados, normalizados e ponderados para a determinação do IDSES-CG. A partir de uma escala nominal, foi avaliada a situação do serviço de esgotamento da cidade, classificada como regular. Desenvolveu-se, ainda, um estudo mais detalhado para alguns dos indicadores de qualidade do serviço, com o objetivo de identificar as áreas mais problemáticas do sistema de esgotamento.

Palavras Chave: Sistema de esgotamento sanitário. Indicadores. Índice de desempenho do serviço.

ABSTRACT

The contamination of water resources by wastewater is a major concern of water protection. The use of tools to assist the water management process is of utmost importance to improve the sanitation service. This study aims to determine a performance index of a sanitary sewage service for the city of Campina Grande (IDSES-CG), Paraíba. A number of indicators on sewer service quality, operation and maintenance were selected based on existing methodologies, and taking into account criteria such as coherence with regional characteristics, data accessibility and reliability of the source. The selected indicators were calculated, standardized and weighted so that the 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 fair. This study also discussed some of the quality indicators in order to identify the most problematic areas regarding the sewage system.

Keywords: Sewage system. Indicators. Performance index of the service.

INTRODUÇÃO

As primeiras preocupações com os recursos hídricos estavam associadas ao aspecto quantitativo. Essa ideia sofreu modificações ao longo dos anos, passando a vigorar modelos de gestão baseados também no aspecto qualitativo. No Brasil, em 1997, criou-se o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituído pela Lei nº 9.433 que estabeleceu diretrizes, programas e metas, visando assegurar, às gerações atuais e futuras, qualidade e disponibilidade de água (BRASIL, 1997).

Além da preocupação com a escassez hídrica, novas questões relacionadas à preservação da qualidade da água têm surgido. Dentre elas, destaca-se a contaminação das águas por lançamentos de esgoto. No Brasil, o despejo de efluentes domésticos in natura ou tratados insuficientemente ainda é uma das principais causas de poluição das águas, especialmente os cursos d'água urbanos. Tal prática pode trazer impactos negativos para a saúde da população que utiliza essas águas como fonte de abastecimento, irrigação ou lazer (SCHNEIDER et al., 2010).

Ações de saneamento básico, como abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais, são imprescindíveis para a melhoria da qualidade de vida da população e fundamentais para a proteção do ambiente. Nesse contexto, os sistemas de esgotamento sanitário que contemplam desde a coleta até o tratamento e a disposição final dos esgotos são essenciais para auxiliar no gerenciamento dos recursos hídricos, o planejamento e desenvolvimento urbano e rural e a redução das doenças de veiculação hídrica.

De acordo com o Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento - SNIS (2012), apenas 48,3% da população do país tem acesso à coleta de esgoto e 38,7% dos esgotos gerados são destinados para tratamento. Portanto, os problemas não estão somente relacionados à cobertura, mas também a eficiência do serviço (TTB, 2013).

Uma importante ferramenta de suporte à gestão pública é a utilização de indicadores de desempenho. No setor de saneamento, este pode ser definido como uma medida quantitativa da eficiência de uma entidade gestora, sendo uma forma importante de avaliação dos serviços prestados à população. Os indicadores traduzem de forma sintética os aspectos mais relevantes, permitindo assim constituir um sistema claro, racional e transparente (VIEIRA, BATISTA, 2008; HELLER, VON SPERLING, 2008; VON SPERLING, 2013). Segundo Alegre et al. (2006), o objetivo principal de qualquer sistema de indicadores de desempenho é fornecer informações ou conjunto de dados que possam ser utilizados com a finalidade de auxiliar a tomada de decisão.

A literatura apresenta alguns estudos relacionados à aplicação de indicadores de desempenho no âmbito do saneamento brasileiro. Borja et al. (2013) realizou uma avaliação quali-quantitativa dos serviços de saneamento da cidade de Salvador; Schneider et al. (2010) realizou um estudo de caso no município de São Carlos com a utilização de indicadores de desempenho; e Heller, Von Sperling e Heller (2009) avaliou o desempenho tecnológico dos serviços de água e esgotamento sanitário em quatro municípios de Minas Gerais. No entanto, observa-se que os indicadores de desempenho utilizados nesses

estudos estão apenas relacionados à coleta e ao tratamento do esgoto. Aspectos como a operação e manutenção dos sistemas não são avaliados.

No âmbito internacional, trabalhos com aplicação de indicadores para avaliar o serviço de saneamento também têm sido desenvolvidos. Rodrigues (2009) realizou um estudo de avaliação quantitativa da qualidade do serviço em sistemas públicos de abastecimento de água em Portugal. Para tal, tomou como base o conjunto de indicadores propostos pela International Water Association (IWA), classificando o desempenho da prestadora do serviço em três categorias: insatisfatório, mediano ou bom.

Apesar da eficiência do uso de indicadores no fornecimento de informações para avaliação do serviço de esgotamento, existem situações nas quais a complexidade do sistema não permite esta avaliação por um único indicador. Sendo assim, a fim de analisar os aspectos obtidos pelos diversos indicadores, esses são agregados em um índice, com valores adimensionais, de forma que possam expressar uma situação complexa de maneira compacta e objetiva (MARANHÃO, 2007; OGATA, 2014).

Os indicadores escolhidos para compor um índice de desempenho devem retratar as características da área estudada e os problemas a ela relacionados. Tendo em vista a necessidade de contribuir para a melhoria do sistema de gestão no setor de saneamento, esse trabalho tem por objetivo determinar um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário para a cidade de Campina Grande – PB, utilizando indicadores de qualidade e de operação e manutenção do sistema.

METODOLOGIA

Foram realizadas três etapas metodológicas. A figura 1 apresenta um fluxograma dessas etapas, que serão detalhadas a seguir.

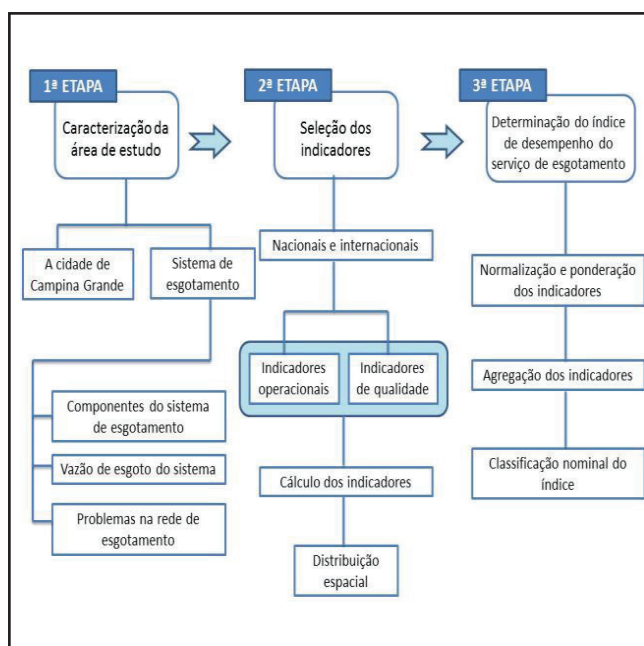


Figura 1 - Fluxograma metodológico

1ª Etapa – Caracterização da área de estudo

A cidade de Campina Grande

A área de estudo utilizada nesta pesquisa foi a cidade de Campina Grande, localizada no agreste do estado da Paraíba. A cidade está inserida no município de Campina Grande, juntamente com os distritos de São José da Mata, Catolé de Boa Vista e Galante. Possui 367.278 habitantes, de acordo com o Censo 2010 (IBGE, 2010), sendo a segunda maior população do estado. Contém 50 bairros e exerce grande influência política e econômica sobre outros 57 municípios do estado da Paraíba, denominado de Compartimento da Borborema, constituído de cinco microrregiões conhecidas como Agreste da Borborema, Brejo Paraibano, Cariris Velhos, Seridó Paraibano e Curimataú (IBGE, 2010; SILVA; SILVA; COSTA, 2013).

O município está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, caracterizada por rios perenes, de pequenas vazões e por baixo potencial de água subterrânea (CPRM, 2005). O Ranking do Saneamento Básico publicado pelo Instituto Trata Brasil (ITB, 2015) com base no SNIS (2012), avalia os serviços de água e esgoto dos 100 municípios mais populosos do Brasil. Campina Grande ocupa a 35ª posição nacional, a 2ª do Nordeste e a 1ª da Paraíba. Embora a cidade apareça com boa classificação em nível regional no que se refere ao atendimento aos serviços de saneamento básico, figura entre os 10 municípios com maiores taxas de internação por diarreia.

Sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande

A cidade de Campina Grande possui um sistema de esgotamento sanitário constituído por 3 bacias: Depuradora, Bodocongó e Glória (Figura 2). Nas áreas em que não há rede coletora, predominam os sistemas individuais ou disposição do efluente a céu aberto, em valas, riachos ou córregos.

As partes componentes do sistema de esgotamento de Campina Grande são: rede coletora, ligações prediais, coletores troncos, interceptores e emissários, estações elevatórias e estações de tratamento de esgoto (ETEs). A rede coletora da cidade possui uma extensão de 765.425 metros, com ampliação de 807 metros no ano de 2014, além de 92.131 ligações prediais conectadas a rede (CAGEPA, 2014). Como Campina Grande apresenta condições topográficas do tipo acidentada, as contribuições dos coletores fluem por ação da gravidade para dois interceptores interligados por um poço de visita, iniciando assim, o emissário do sistema.

As bacias Depuradora e Bodocongó possuem três emissários principais, sendo dois deles formados por tubos de concreto armado para transporte de efluente por gravidade e um terceiro fabricado em ferro fundido para transporte por recalque. Os emissários possuem vazão média de 495, 165 e 36 l/s, respectivamente (ALMEIDA 2007; GOMES 2013).

O sistema de esgotamento da cidade possui cinco estações elevatórias e duas estações de tratamento de esgoto: a ETE localizada no bairro Acácio Figueiredo (Catingueira) e a ETE no bairro Glória. A ETE do Catingueira foi construída entre os anos 1973 e 1974 e é constituída por tratamento preliminar, grade, caixa de areia e calha parshall, seguindo para duas

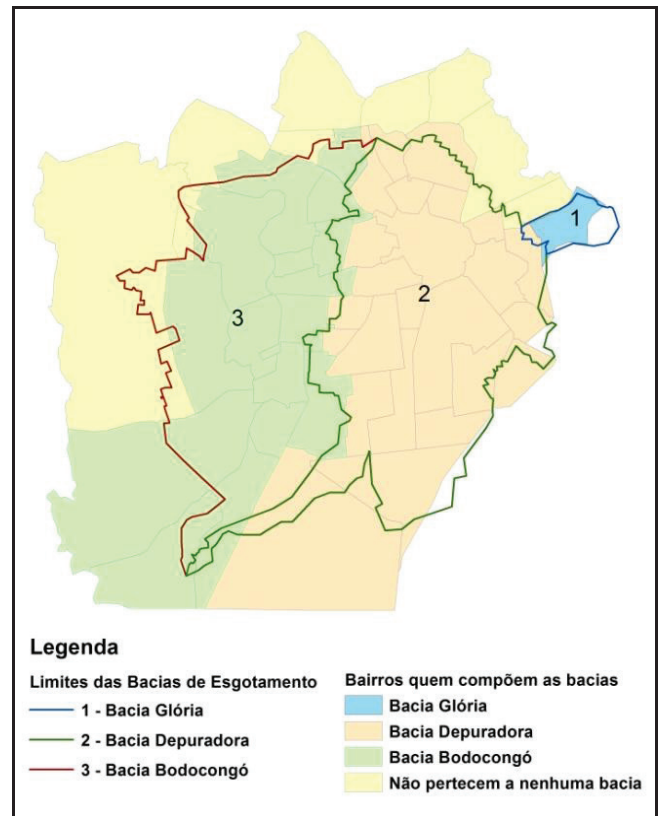


Figura 2 - Bacias de esgotamento da cidade de Campina Grande
Fonte: Adaptado da CAGEPA (2014)

lagoas aeradas, em série, com dimensões médias de 105 x 140 metros. Foi projetada para tratar uma vazão de 360l/s. A ETE do Glória é constituída por grade, caixa de areia, calha parshall com garganta de 15,4 cm, seguido por duas lagoas em série: a primeira anaeróbica e a segunda facultativa. O efluente da ETE passa por um vertedor triangular e é lançado no Riacho Cardoso. Foi projetada para uma vazão máxima de 18,6 l/s, para tratar as águas residuárias de uma população de cerca de 8.400 pessoas (ALMEIDA, 2007).

O sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande apresenta problemas como falta de coleta em algumas áreas, perdas de efluente ao longo do sistema de esgotamento, disposição de esgoto nos canais de drenagem e uma estrutura de operação e manutenção deficientes. Segundo o diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2014) de Campina Grande, parte da vazão coletada no sistema é desviada antes de chegar às estações de tratamento da cidade. Gomes (2013) afirma que apenas 3% do esgoto coletado nas bacias Depuradora e Bodocongó chegam a ETE do Catingueira e que uma parcela significativa dos desvios de esgoto bruto são usados na irrigação de cultivares.

Neste trabalho foram utilizados dados de vazão obtidos do IBGE (2010) e também informações da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), responsável pelo serviço de esgotamento na cidade. Essas informações referem-se à caracterização do sistema de esgotamento, como sua extensão, ligações de esgoto, reclamações e problemas como entupimentos e extravasamento. Segundo a CAGEPA, no ano de 2014 foram

emitidas 7.702 ordens de serviço de esgotamento na cidade, uma média de 641 ao mês. Dentre elas, 302 foram relativas a novas ligações e o restante associadas a desobstrução e limpeza.

2ª Etapa – Obtenção e aplicação de indicadores de qualidade e operacionais do serviço de esgotamento sanitário para a cidade de Campina Grande

Seleção e formulação dos indicadores

A escolha dos indicadores utilizados na pesquisa foi feita a partir da análise de um conjunto de indicadores nacionais e internacionais de desempenho. Os indicadores nacionais utilizados foram: indicadores de desempenho do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), e do Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento - PNQS. (PNQS, 2012; SNIS, 2012). No âmbito internacional, foi utilizado o indicador da International Water Association (IWA), referência mundial para a definição de indicadores de desempenho (MOLINARI, 2006).

Realizou-se uma seleção dos indicadores mais relevantes para a pesquisa, considerando aspectos como a coerência com as características do sistema de esgotamento da cidade de Campina Grande, a acessibilidade aos dados, a frequência em outros estudos e a confiabilidade da fonte.

Os indicadores de qualidade de serviço (IQS) e os indicadores de operação e manutenção (IOM) selecionados para este estudo estão descritos na tabela 1 e associados às respectivas equações usadas na determinação dos mesmos. Os indicadores foram ordenados numericamente.

Distribuição espacial e avaliação de indicadores

A partir dos dados obtidos e dos valores calculados foi feita a distribuição espacial dos indicadores IQS₁, IQS₂, IQS₃ e IOM₂ para a cidade de Campina Grande. Obteve-se a

distribuição espacial somente dos indicadores que possuíam informações setoriais. Para o desenvolvimento dos mapas foi utilizado o software Quantum GIS 2.12 (QGIS, 2014).

Os indicadores cujas informações foram atribuídas à cidade de forma integral não foram mapeados em virtude da falta de informações localizadas. Além disso, alguns indicadores não são passíveis de espacialização, por se tratarem de dados pontuais, como por exemplo, o IQS₄, que se refere ao tratamento de esgoto na ETE. Tais indicadores, não setorializados, foram apenas discutidos.

3ª Etapa – Desenvolvimento do Índice de desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário para a cidade de Campina Grande (IDSES – CG)

A partir dos indicadores selecionados, 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.

Foram utilizados apenas 8 indicadores, pois o indicador de população residente não atendida (IQS₃) é complementar ao indicador de população conectada a rede coletora (IQS₁) e ao indicador de população servida por sistema individual (IQS₂). Ainda assim, o indicador IQS₃ serviu para confirmar os valores encontrados para o IQS₁ e IQS₂, como também para obter uma visualização detalhada das áreas mais críticas que dispõem o efluente sem nenhuma forma de tratamento.

Normalização

A normalização dos indicadores encontrados foi realizada para tornar adimensional o conjunto de indicadores calculados, de maneira a serem posteriormente agregados. Utilizou-se a metodologia de redimensionamento contínuo, na

Tabela 1 - Indicadores selecionados para avaliação do serviço de esgotamento sanitário e respectivas equações e unidades

Indicadores de Qualidade do Serviço (IQS)	Equação	Unidade
IQS ₁ - População residente conectada à rede coletora	$\frac{\text{População atendida pelo serviço de esgotamento}}{\text{População total}} \times 100$	%
IQS ₂ - População residente servida por sistema individual	$\frac{\text{População com sistema individual}}{\text{População total}} \times 100$	%
IQS ₃ - População residente não atendida	$\frac{\text{População residente não atendida}}{\text{População total}} \times 100$	%
IQS ₄ - Tratamento de esgoto	$\frac{\text{Volume de esgoto tratado}}{\text{Volume de esgoto gerado}} \times 100$	%
IQS ₅ - Perdas ao longo da rede de coleta	$\frac{\text{Volume de esgoto afluente às ETEs}}{\text{Volume de esgoto coletado pelas bacias}} \times 100$	%
IQS ₆ - Total de reclamações	$\frac{\text{Reclamações em 1 ano}}{\text{População total}} \times 1000$	reclamações/1000ha/ano
IQS ₇ - Reclamação por ligação	$\frac{\text{Reclamações em 1 ano}}{\text{Quantidade de ligações ativas de esgoto}}$	reclamações/ligação/ano
IOM ₁ - Extensão da rede de esgoto por ligação	$\frac{\text{Extensão da rede de esgoto}}{\text{Quantidade de ligações totais de esgoto}}$	m/ligação
IOM ₂ - Problemas na rede	$\frac{\text{Número de problemas na rede em 1 ano}}{\text{Extensão da rede}}$	problemas/km/ano

escala de 0 a 1, de acordo com a Equação 1 (JUWANA; MUTTIL; PERERA, 2012).

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

Sendo: S_i – Valor normalizado; X_i – Valor a ser normalizado; X_{inf} – Limite inferior e X_{sup} – Limite superior.

Os limites superiores e inferiores da Equação 10 foram determinados a partir de órgãos oficiais, trabalhos acadêmicos anteriores ou metas propostas (OGATA, 2014). A tabela 2 apresenta os limites máximos e mínimos admitidos segundo as fontes indicadas para cada um dos indicadores.

Ponderação

A ponderação foi feita visando atribuir pesos aos indicadores selecionados. Esta etapa foi realizada com base no estudo de Von Sperling (2010). O autor avaliou indicadores de esgotamento sanitário de acordo com sua importância e praticidade para o setor de saneamento, por meio de questionários a especialistas da área. Atribuiu-se peso 10 para indicadores muito importantes e muito práticos, peso 9 para indicadores muito importantes e práticos e peso 8 para indicadores importantes e práticos.

Os indicadores, quando agregados, devem gerar um índice de desempenho de esgotamento sanitário com variação

de 0 a 100. Para possibilitar essa variação foi necessário ajustar proporcionalmente os pesos de cada indicador e multiplicar por 10. A tabela 3 apresenta os valores dos níveis de importância e praticidade para cada indicador segundo Von Sperling (2010), os valores já ajustados para o estudo e o seu respectivo peso multiplicado por 10.

Agregação de Indicadores

Após a seleção, normalização e ponderação dos indicadores operacionais e de qualidade, os dados foram agregados. A agregação seguiu o método aritmético (Equação 2), buscando um valor médio entre os componentes do índice, permitindo assim que os componentes com valores baixos sejam compensados por aquelas com valores mais elevados:

$$I = \sum_{i=0}^N w_i S_i \quad (2)$$

Sendo: I – Índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande (IDSES-CG); W_i – Peso atribuído a cada indicador; S_i – Valor atribuído a cada indicador após a normalização; N – Número de indicadores utilizados.

Assim, obteve-se a Equação 3 para a determinação do IDSES-CG:

$$IDSES - CG = (w_{IQS_1} S_{IQS_1} + w_{IQS_2} S_{IQS_2} + w_{IQS_4} S_{IQS_4} + w_{IQS_5} S_{IQS_5} + w_{IQS_6} S_{IQS_6} + w_{IQS_7} S_{IQS_7} + w_{IOM_1} S_{IOM_1} + w_{IOM_2} S_{IOM_2}) / 8 \quad (3)$$

Tabela 2 - Valores dos limites máximos, mínimos e o valor normalizado de cada um dos indicadores

Indicador	Limite inferior*	Limite superior*	Fonte
IQS ₁	0%	100%	PNQS (2012)
IQS ₂	0%	38,5%	IBGE (2010)
IQS ₄	0%	100%	PNQS (2012)
IQS ₅	100%	0%	GOMES (2013)
IQS ₆	12,41 reclamações/1000 hab/ano	2,4 reclamações/1000 hab/ano	CAGEPA (2014)
IQS ₇	0,25 reclamações/ligação/ano	0,02 reclamações/ligação/ano	PNQS (2012)
IOM ₁	19,2 m/ligações	5 m/ligação	ARESPCJ (2013)
IOM ₂	10,52 problemas/km/ano	0,69 problemas/km/ano	PNQS (2012)

*Limites baseados nas referências citadas.

Tabela 3 – Peso dos indicadores selecionados

Indicador	Nível de importância e praticidade (Von Sperling, 2010)	Valores ajustados	Peso (w_i)
IQS ₁	10	10,53	105,3
IQS ₂	9	9,47	94,7
IQS ₄	10	10,53	105,3
IQS ₅	10	10,53	105,3
IQS ₆	10	10,53	105,3
IQS ₇	8	8,41	84,1
IOM ₁	10	10,53	105,3
IOM ₂	9	9,47	94,7

Classificação nominal

A classificação da qualidade do serviço de esgotamento na cidade de Campina Grande foi feita a partir da divisão numérica dos valores do IDSES-CG em intervalos e para cada intervalo foi atribuída uma escala nominal. A distribuição de valores nos intervalos baseou-se em estudos anteriores (FERREIRA, 2005; PEREIRA et. al., 2009; OGATA, 2014) que utilizaram esse tipo de classificação. Adicionalmente, foram utilizados dados do IBGE, ITB e SNIS (IBGE, 2010; ITB, 2015; SNIS, 2012) para criar dois cenários fundamentados na realidade das cidades brasileiras. No primeiro cenário, para a construção do intervalo de valores ótimos, consideraram-se as cidades com melhor padrão de qualidade de serviço de esgotamento sanitário. No segundo cenário para a construção do intervalo de valores péssimos consideraram-se as cidades com o pior desempenho.

Assim, estabeleceram-se cinco classificações nominais distintas: ótimo, bom, regular, ruim e péssimo. Associada a essa classificação, atribuíram-se escalas numéricas, conforme mostrado na tabela 4.

Tabela 4 - Classificação nominal para IDSES-CG

Valores atribuídos ao IDSES-CG	Classificação
75 - 100	Ótimo
56 – 75	Bom
41 -55	Regular
26 – 40	Ruim
0 – 25	Péssimo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Indicadores operacionais e de qualidade

A tabela 5 apresenta os valores médios de cada um dos indicadores calculados e os valores normalizados a partir da Equação 1, utilizando os limites máximo e mínimo da tabela 2.

Tabela 5 - Valores médios dos indicadores selecionados

Indicador	Média	Valor Normalizado (Si)
IQS ₁	84,33%	0,8433
IQS ₂	1,12%	0,9709
IQS ₃	14,55%	*
IQS ₄	4,62%	0,0462
IQS ₅	95%	0,05
IQS ₆	7,19 reclamações/1000hab/ano	0,5219
IQS ₇	0,03 reclamações/ligação/ano	0,9565
IOM ₁	7,87 m/ligação	0,7979
IOM ₂	10,20 problemas/km/ano	0,0325

*O indicador IQS₃ não foi normalizado porque é complementar aos indicadores IQS₁ IQS₂

Avaliando o indicador de população residente conectada a rede coletora (IQS₁), percebe-se que Campina Grande apresenta um bom desempenho em relação à cobertura por rede de esgoto: 84,33%. O valor está acima das médias gerais do SNIS (48,3% em 2012) e do ranking do saneamento dos 100 municípios brasileiros mais populosos (62,5% em 2014). Isso explica a 35ª posição da cidade com relação a tal serviço no país, segundo o ITB (2015).

A figura 3 apresenta uma distribuição espacial do indicador IQS₁ para os bairros de Campina Grande. Percebe-se que, apesar do indicador de coleta de esgoto ser de 84,33%, em alguns pontos da cidade esse serviço possui percentual inferior a 50%. Nos bairros Cuités, Jardim Continental, Novo Bodocongó, Nações e Serrotão este serviço apresenta o menor percentual, com menos de 20% da população conectada à rede de esgotamento sanitária.

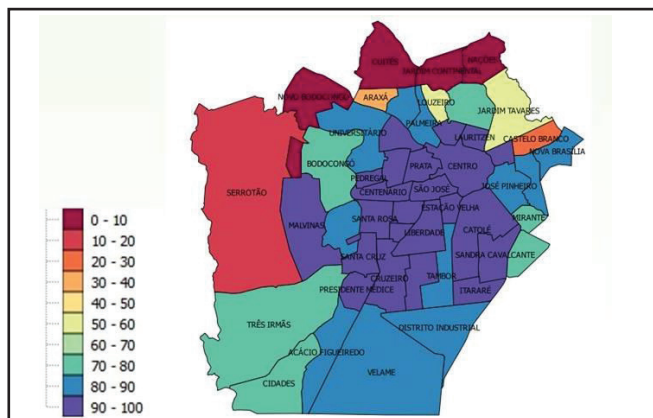


Figura 3 - Indicador de população conectada à rede de esgoto da cidade (IQS₁(%))

De acordo com dados levantados pelo IBGE no ano de 2000 (IBGE, 2008), o número de domicílios com acesso ao serviço de esgotamento sanitário na cidade era de 61.242 e, já no ano de 2010, esse número subiu para 88.590, registrando um aumento de 44,65% em dez anos. Apesar de ainda apresentar deficiências, principalmente nos bairros periféricos, este quadro reflete a melhoria do serviço prestado para à população.

O indicador de população residente servida por sistema individual (IQS₂) apresentou uma média baixa, de 1,12%. Isso pode ser explicado pelo índice elevado na coleta de esgoto. A distribuição espacial da população servida por sistema individual – tais como fossa séptica, fossa rudimentar e valas de infiltração – nos diversos bairros da cidade é apresentada na figura 4.

Apesar das fossas sépticas proporcionarem apenas um tratamento parcial dos efluentes, esse tipo de sistema foi uma das principais soluções adotadas para suprir a inexistência do serviço de esgotamento sanitário na área estudada. Mesmo estas soluções não apresentando o tratamento adequado para que o efluente atenda aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, essa forma de tratamento implica na redução dos impactos ambientais decorrentes da falta da rede coletora de esgoto (BRASIL, 2005).

Para o indicador de população residente não atendida (IQS₃), a cidade apresentou uma média de 14,55%. Esse indicador

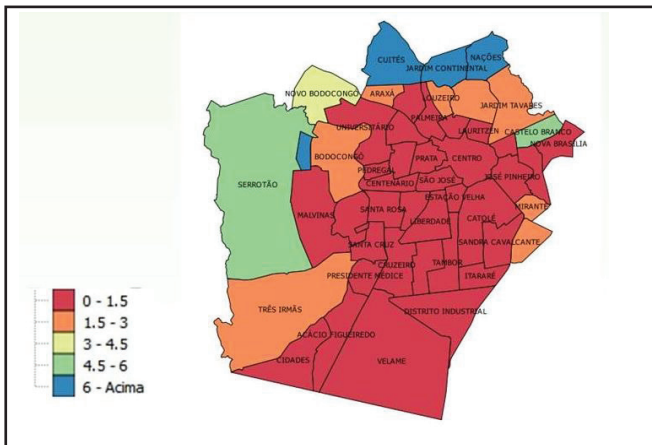


Figura 4 - Indicador de população residente servida por um sistema individual (IQS₂(%))

está relacionado ao percentual da população não conectada à rede coletora e também que não possui nenhum sistema individual para o tratamento de seus efluentes.

A figura 5 mostra a distribuição espacial do IQS₃. Percebe-se que a maioria dos bairros possui alguma forma de disposição adequada do esgoto gerado. Apenas oito dos 50 bairros da cidade apresentam um percentual abaixo de 40%. Nessas áreas, grande parte do esgoto gerado é disposto, sem nenhuma forma de tratamento, em rios, riachos e córregos.

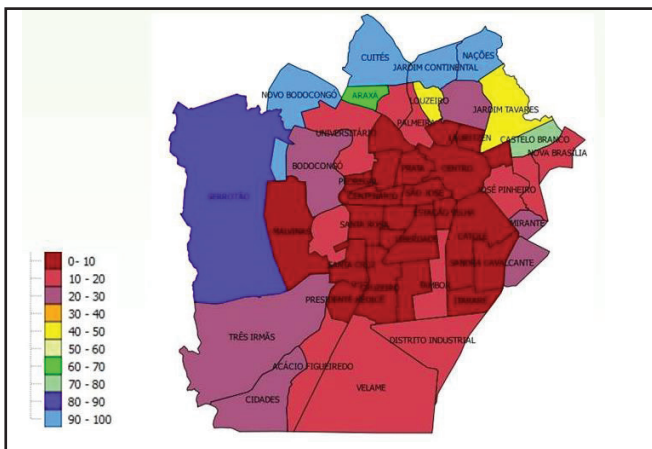


Figura 5 - Indicador de população residente não atendida (IQS₃(%))

De acordo com o IBGE (2010), aproximadamente 11,55% da população da região Nordeste dispõe esgoto sem nenhum tratamento em locais impróprios. Sendo assim, a cidade em estudo apresenta resultados piores do que a média da região. As áreas que possuem percentual de disposição inadequado de efluente acima de 40% são as mesmas que apresentam os percentuais de serviço de coleta de esgoto mais baixo.

Por ano, em média 2.257.364 m³ de esgoto são dispostos no meio ambiente sem tratamento na cidade em estudo. Os principais bairros responsáveis por tal lançamento são: Araxá, Castelo Branco, Cuités, Jardim Continental, Nações, Novo Bodocongó, Ramadilha e Serrotão, correspondendo juntos a um percentual 31,16% do volume de esgoto gerado.

O indicador de tratamento de esgoto (IQS₄) apresentou

uma média de 4,62%. Segundo o ITB (2015), a cidade de Campina Grande trata 73,7% do esgoto produzido pela população. Esta informação não condiz com a realidade do sistema atual. 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 chega às ETEs. Este fato pode ser explicado por perdas em vários pontos ao longo do sistema, seja por falta de manutenção ou por retiradas clandestinas para utilização na irrigação e manutenção da vazão do riacho Bodocongó (GOMES, 2013).

O indicador de perdas ao longo do sistema de coleta (IQS₅), que é uma relação entre o volume de esgoto que chega as ETEs e o volume de esgoto coletado nas bacias, apresentou um percentual de 95%. Considerando que o sistema estudado possui problemas de manutenção em trechos com vazamentos e retiradas clandestinas, já era esperado que o IQS₅ fosse alto. Esse dado mostra a fragilidade do serviço em relação ao controle de perdas. Também alerta para a necessidade de fiscalização nos pontos do sistema de esgotamento expostos à superfície e para um maior controle dos vazamentos existentes nas tubulações. Os efluentes, sem tratamento e dispostos inadequadamente, potencializam riscos à saúde das pessoas e ao meio ambiente.

O indicador total de reclamação (IQS₆) apresentou valor de 7,19 reclamações/1000 hab/ano. A concessionária registra uma média de 231 reclamações ao mês referentes ao serviço de esgotamento.

O indicador de reclamação por ligação ativa de esgoto (IQS₇) apresentou resultado igual a 0,03 recl/lig/ano. O valor se aproxima do valor líder, 0,02 recl/lig/ano, estabelecido pelo Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento (PNQS, 2012), portanto, o resultado é satisfatório.

O indicador de extensão da rede de esgoto por ligação (IOM1) foi de 7,87 m/lig/ano. O serviço de coleta de esgoto aumentou ao longo dos últimos anos. De acordo com o IBGE, o índice de população conectada à rede coletora era de 18,65% no ano 2000, alcançando uma cobertura de 65,68% em 2010. A variação entre os anos 2000 e 2010 citada foi significativa para colocar o município num patamar diferenciado no aspecto

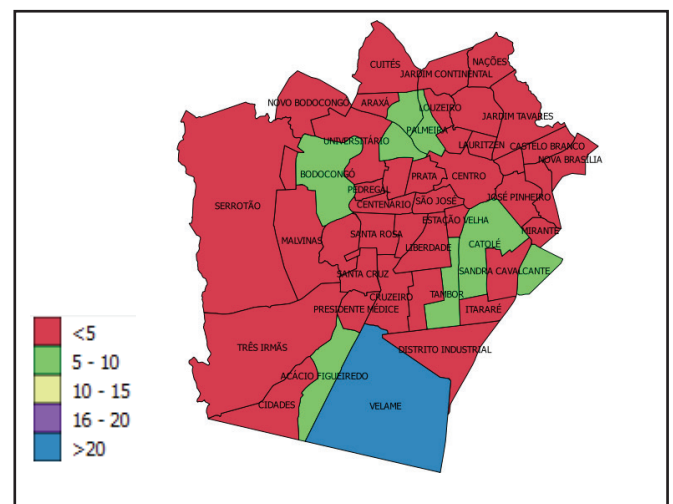


Figura 6 - Distribuição espacial dos problemas por entupimentos/vazamentos na cidade

quantitativo do acesso aos serviços de coleta de esgoto, principalmente quando comparado à média do Nordeste brasileiro no ano de 2011 de 21% (ITB, 2014). Contudo, o êxito da expansão não reduz a importância de avaliar a qualidade dos serviços ofertados à população.

O indicador de problemas relativos ao serviço de esgotamento (IOM₂) apresentou um valor elevado: 10,20 problemas/km/ano. Esse dado indica que cerca de 20 problemas relacionados ao serviço de esgotamento – tais como desobstrução da rede de esgoto e limpeza – são quantificados por dia na cidade. A figura 6 apresenta a distribuição espacial desse indicador nos diversos bairros de Campina Grande. No geral, a maioria dos bairros da cidade apresenta entupimentos ou vazamentos inferiores a 5 problemas/km/ano. O bairro onde há a maior incidência desses problemas é o Velame, superando os 20 problemas/km/ano.

Segundo Gomes (2013), o interceptor da bacia depuradora, que corta o bairro Velame, apresenta diversos pontos de desvios (furtos) de esgoto para uso na irrigação de cultivos agrícolas, o que explica a concentração dos problemas no serviço (IOM₂) nesta localidade. Esse fato, por sua vez, influencia diretamente para que o indicador de perdas no sistema de esgotos (IQS₃) seja elevado (95%).

De acordo com o PMSB de Campina Grande, 47,60% da população relata ter problemas de entupimentos ou vazamentos em seu bairro. Isso indica a ineficiência do sistema, bem como a carência de manutenção preventiva.

Classificação do IDSES-CG

O valor obtido para o Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário de Campina Grande (IDSES-CG), utilizando a Equação 3, foi de 51. O valor é classificado como um serviço de qualidade REGULAR, de acordo com a escala nominal da tabela 4.

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, o que acarreta um percentual baixo de tratamento de esgoto.

Vale ressaltar que a classificação REGULAR é fruto da avaliação dos indicadores selecionados. Esses indicadores foram limitados à acessibilidade aos dados quantificados e disponibilizados pela concessionária. A ausência de dados limitou a escolha de mais indicadores. Se outros indicadores, tais como indicador da qualidade dos esgotos tratados dentro da norma, indicador de reparo de redes e conexões, indicador de renovação de redes coletoras, fossem acrescentados à Equação 3 para a determinação do IDSES-CG, o índice seria mais fiel à realidade da cidade. Seria possível, ainda, identificar mais pontos de déficit de rupturas de redes e conexões, de extravasamento na infraestrutura do sistema e no serviço.

Apesar das limitações encontradas para a formulação do IDSES-CG, o conjunto de informações adquiridas por meio do índice e dos indicadores de qualidade de serviço e de operação e manutenção podem ser utilizados com a finalidade de auxiliar a tomada de decisão.

Essas informações servirão, tanto para a concessionária, visando à melhoria do desempenho do serviço prestado na cidade de Campina Grande, quanto para a prefeitura, que pode cobrar da concessionária um serviço que atenda as expectativas da comunidade.

CONCLUSÃO

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

A distribuição espacial identificou as áreas mais problemáticas relativas ao saneamento e pode servir como ferramenta auxiliar no processo de gestão dos serviços e como base para estudos de avaliação das disparidades na qualidade dos serviços ofertados à população.

Apesar do bom desempenho no indicador de cobertura de coleta de esgoto, percebeu-se que as maiores deficiências encontradas no serviço de esgotamento da cidade de Campina Grande estão relacionadas à operação e manutenção do sistema. As perdas foram o principal problema detectado e mostraram que o bom desempenho na cobertura de coleta de esgoto não foi suficiente para garantir a eficiência do serviço, visto que apenas 5% da vazão do esgoto coletado chega às ETEs.

A interferência da população nos interceptores das bacias Bodocongó e Depuradora, associada a uma rotina ineficaz de manutenção e controle no sistema de esgotamento sanitário, afetaram fortemente nos resultados dos indicadores IQS₄, IQS₅ e IOM₂.

Estes fatores refletiram na obtenção de um IDSES-CG igual a 51, o que classifica o serviço de esgotamento sanitário de Campina Grande como de qualidade REGULAR.

O índice proposto se apresenta como uma primeira iteração no processo de criação de índices sintéticos. Com vistas a contribuir para a gestão dos serviços de saneamento recomenda-se que mais pesquisadores venham a agregar informações que promovam a melhoria desse indicador.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAGEPA pela disponibilização de dados referentes ao sistema e a CAPES pelo apoio financeiro feito por meio da concessão de bolsa de estudo para a primeira autora.

REFERÊNCIAS

ALEGRE, H.; BAPTISTA, J. M.; CABRERA JR., H.; CUBILLO, F.; DUARTE, P.; HIRNER, W.; MERKEL, W.; PARENA, R. *Performance indicators for water supply services*. 2. ed. Londres: IWA

Publishing, 2006.

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*. 2007. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

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

BORJA, P. C.; DIAS, M. C.; ÁLVARES, M. L. P.; LORDELO, M. S.; LOUREIRO, A. L.; DIAS NETO, A. A.; CRUZ, C. S.; SILVA, R. M. L.; SANTANA, R. A.; CRUZ, F.; GOMES, F. S. Avaliação quali-quantitativa dos serviços de saneamento da cidade de Salvador. In: BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *1º Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública*. Brasília: Funasa, 2013. p. 29-70.

BRASIL. *Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997*. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 24 nov. 2014.

BRASIL. *Resolução N° 357, de 17 de março de 2005*. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2015.

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

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea*. Diagnóstico do município de Campina Grande, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 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.

FERREIRA, A.; CUNHA, C. Sustentabilidade ambiental da água consumida no Município do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Panamericana Salud Pública*, v. 18, n. 2, p. 93-99, 2005.

GOMES, E. F. *Perdas de vazão e seus efeitos na operação do sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande-PB*. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

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. *Rev. Eng. Sanit. Ambient.*, v. 14, n. 1, p. 109-118, jan./mar. 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2010*. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://censo2010>

ibge.gov.br/>. Acesso em: 07 abr. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Rio de Janeiro, 2008.

ITB - Instituto Trata Brasil. *Avanço do saneamento básico na região nordeste ainda é pequeno*. [S. l.], 2014. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/avanco-do-saneamento-basico-na-regiao-nordeste-ainda-e-pequeno>>. Acesso em: 27 jun. 2014.

ITB - Instituto Trata Brasil. *Ranking do saneamento*. São Paulo: GO Associados, 2015.

ITB - Instituto Trata Brasil. *Saneamento no Brasil*. [S. l.], 2013. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/campina-grande-investe-0-01-do-que-arrecada-com-saneamento-basico-g1-paraiba-pb-home>>. Acesso em: 27 jun. 2014.

JUWANA, I.; MUTTIL, N.; PERERA, B. J. C. Indicator-based water sustainability: a review. *Sci. Total Environ.*, v. 438, p. 357-371, Nov. 2012.

MARANHÃO, N. *Sistema de indicadores para planejamento e gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas*. 2007. 397 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MOLINARI, A. Panorama mundial. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. *Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto* (Eds.). 2. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p. 54-74.

OGATA, I. S. *Desenvolvimento do índice de pobreza hídrica para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba*. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

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.

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico. Secretaria de Planejamento. Diagnóstico da Situação dos Serviços de Saneamento Básico. In: CONFERÊNCIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CAMPINA GRANDE, 1., 2014, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: UFCG, 2014.

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

QGIS. *A Free and Open Source Geographic Information System*. Disponível em: <<http://www.qgis.org/en/site/>> Acessado em: 24 de nov. 2014.

RODRIGUES, G. M. da C. Desenvolvimento de índices de

qualidade de serviço em sistemas de abastecimento de água. 2009. 240 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Municipal) - Universidade do Minho - Escola de Engenharia, Portugal, 2009.

SCHNEIDER, D. D.; SANTOS, R. dos; MARTINEZ, R. C.; COUTINHO, S. M. V.; MALHEIROS, T. F.; TEMOTEO, T. G. Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis. *Rev. Bras. Ciênc. Ambient.*, n. 17, p. 65-76, set. 2010.

SILVA, M. T.; SILVA, V. de P. R. da.; COSTA, S. C. F. do E. Expansão do espaço urbano do município de Campina Grande-PB a partir de técnicas de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. *Dados gerais do saneamento básico no Brasil*. [S. l.], 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>>. Acesso em: 4 jul. 2014.

VIEIRA, J. M. P.; BAPTISTA, J. M. Indicadores de Desempenho para Melhoria dos Serviços de Saneamento Básico. *Rev. Eng. Civil*, n. 33, p. 87-112, 2008.

VON SPERLING, T. L. *Estudo da utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário*. 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

VON SPERLING, T. L.; VON SPERLING, M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. *Rev. Eng. Sanit. Ambient.*, v. 18, n. 4, p. 313-322, out./dez. 2013.

Contribuição dos autores:

Wilza da Silva Lopes - Coleta dos dados, organização dos dados, mapeamento e cálculo dos indicadores, desenvolvimento do índice.

Andréa Carla Rodrigues - Elaboração da metodologia, interpretação dos resultados, fechamento do texto.

Patrícia Hermínio Cunha Feitosa - Caracterização da área de estudo, seleção dos indicadores.

Mônica de Amorim Coura - Seleção dos indicadores, organização da metodologia.

Rui de Oliveira - Elaboração da metodologia, levantamento dos indicadores.

Dayse Luna Barbosa - Coleta de dados, fechamento do texto.