



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

ANDRETTI DE LIMA DARI

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE QUALIDADE DO SERVIÇO DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

Campina Grande – PB

Dezembro/2015

ANDRETTI DE LIMA DARI

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE QUALIDADE DO SERVIÇO DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA 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

Prof. Dr. Rui de Oliveira

Campina Grande – PB

Dezembro/2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

D218d Dari, Andretti de Lima.
Desenvolvimento de um índice de qualidade do serviço de abastecimento de água da cidade de Campina Grande -PB / Andretti de Lima Dari. – Campina Grande, 2015.
84 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2015.

"Orientação: Profa. Dra. Andréa Carla Lima Rodrigues, Prof. Dr. Rui de Oliveira".

Referências.

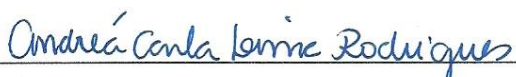
1. Saneamento Básico. 2. Gestão da Água. 3. Abastecimento de Água. 4. Indicadores de Desempenho. 5. Índice de Desempenho. I. Rodrigues, Andréa Carla Lima. II. Oliveira, Rui de. III. Título.

CDU 628.1(813.3)(043)

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE QUALIDADE DO SERVIÇO DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

Dissertação aprovada em 29 de Maio de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA



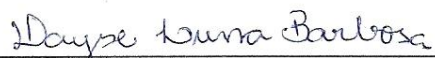
Prof. Dra. Andréa Carla Lima Rodrigues

Orientadora



Prof. Dr. Rui de Oliveira

Orientador



Prof. Dra. Dayse Luna Barbosa

Examinadora Interna



Prof. Dra. Ana Cláudia F. Medeiros Braga

Examinadora Externa

A minha avó, por ser exemplo de bondade,
e a minha mãe, por ser exemplo de bravura.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e saúde para chegar até aqui e poder continuar sonhando com um futuro melhor.

A minha avó (*in memoriam*), por ter me mostrado que ainda existem pessoas com o coração puro e dispostas a ajudar o próximo.

A minha mãe, meu maior exemplo de pessoa guerreira e batalhadora.

A meu irmão, por ser quem que eu não consigo ser.

À Stephanie, por ser uma pessoa tão rara em tantos sentidos.

A Bob, ser tão amável e que nos traz tantas alegrias em meio a essa vida corrida.

À Wilza, pela amizade e pelo convívio quase que diário nos últimos 7 anos.

A Cícero, Clarissa, Juscelino e Vinícius, por tantos momentos bons vivenciados durante o mestrado.

À professora Andrea Carla Lima Rodrigues, pelo aprendizado, pela paciência e pela ajuda durante todo esse tempo.

Ao professor Rui de Oliveira, pelos ensinamentos desde a graduação e pela experiência de tê-lo como meu orientador no TCC e co-orientador na dissertação.

À professora Ruth, pela paciência e por me atender tão bem nas vezes em que precisei contatá-la.

A Augusto, pela atenção e receptividade nas inúmeras vezes em que precise da CAGEPA.

A minha família EJC, por ser fonte de alegria e orgulho para mim.

Cada dia sobre a terra é um dia bom.

RESUMO

A necessidade pela busca da universalização dos serviços de saneamento básico vem atingindo as diversas camadas da sociedade, ainda que seja um processo com resultados a longo prazo. Tendo em vista a atual escassez hídrica vivida por muitas regiões do país, é de fundamental relevância o uso de ferramentas que auxiliem o processo de gestão da água enquanto recurso finito e indispensável. É nesse contexto que surge a ideia para este trabalho, cujo foco principal é explorar o uso de indicadores de desempenho com o intuito de avaliar o serviço de abastecimento de água na cidade de Campina Grande – PB. Para atingir este objetivo, foram selecionados 11 indicadores de caráter operacional e de qualidade, os quais estão entre os mais comumente usados em âmbito nacional e internacional. Outros fatores que nortearam a escolha desses indicadores foram a associação dos mesmos com as características e a realidade da cidade de Campina Grande no que se refere ao abastecimento de água, a acessibilidade aos dados e a confiabilidade da fonte. Após a escolha dos indicadores, duas etapas principais foram cumpridas. A primeira foi a distribuição espaço-setorial dos resultados para alguns dos indicadores selecionados por meio da utilização de um software chamado Quantum GIS (versão 2.0.1). Essa distribuição serviu para destacar as áreas da cidade nas quais há falhas na condução da gestão do serviço de abastecimento de água. A segunda foi a construção de um índice de desempenho do serviço de abastecimento de água da cidade em estudo (IDSA-CG). Para tanto, todos os indicadores foram devidamente normalizados, ponderados e, por fim, agregados por meio da utilização de um método denominado cálculo aritmético. Esse método foi utilizado como base para construção de uma equação que contemplasse todos os indicadores e gerasse uma medida final entre 0 e 100, ou seja, o IDSA-CG. Em seguida, foram feitas algumas considerações a fim de definir uma tabela de classificação nominal para rotular o índice de desempenho. Como resultado, tomando por base a classificação nominal adotada, o IDSA-CG foi considerado REGULAR, com alguns aspectos dignos de maior supervisão e melhores resultados. Já a distribuição espaço-setorial revelou resultados satisfatórios, com exceção de alguns bairros nos quais a vigilância da qualidade da água precisa ser intensificada.

Palavras-chave: Saneamento básico, gestão da água, abastecimento de água, indicadores de desempenho, índice de desempenho.

ABSTRACT

The need to pursue the universalization of basic sanitation services has hit the several sectors of society, although it is a process with long-term results. Considering the current water shortage faced by many areas in the country, the use of tools that collaborate on the water management process as a finite and indispensable resource is extremely relevant. Based on such arguments, this study aims to explore the use of performance indicators in order to evaluate the water supply system in the city of Campina Grande – PB. To fulfill that, 11 operational and quality indicators, which are among the most commonly used in national and international scales, were selected. Others factors that influenced the indicators selection were their association with the characteristics and the reality of Campina Grande regarding the water supply, the data accessibility and the source reliability. After the indicators were defined, two main stages were developed. The first was the space and sectorial distribution of the results to some of the indicators by using a software named Quantum GIS (version 2.0.1). This distribution was important to highlight the areas in the city where there are inconsistencies in the water supply management. The second was the construction of a performance index of the water supply service in the city at issue (IDSA-CG). To achieve that, all indicators were properly standardized, weighed and, finally, aggregated by using a method named arithmetic calculation. This method was used to elaborate an equation that included all indicators and produced a final value between 0 and 100, that is, the IDSA-CG. Then, based on two scenarios, it was possible to define a nominal classification table in order to label the performance index and make the interpretation easier. As a result, and taking into consideration the nominal classification used, the IDSA-CG was considered REGULAR, with some issues worthy of better supervision and results. The space and sectorial distribution showed satisfactory results, aside from some neighborhoods where the water quality vigilance needs to be intensified.

Keywords: basic sanitation, water management, water supply, performance indicators, performance index.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Desenho simplificado de um sistema de distribuição de água	20
Figura 2.2 - Evolução histórica do índice de perdas na distribuição de água (%)	21
Figura 2.3 - Perdas sobre o faturamento para empresas estaduais (%)	22
Figura 2.4 - Perdas sobre o faturamento para empresas municipais (%)	22
Figura 3.1 – Diagrama esquemático das etapas metodológicas	42
Figura 3.2 - Bacia hidrográfica do Rio Paraíba	43
Figura 3.3 - Mapa georreferenciado do açude Epitácio Pessoa	44
Figura 3.4 - Evolução do volume armazenado no açude Epitácio Pessoa nos últimos 12 meses	44
Quadro 3.1. Lista com os 50 bairros de Campina Grande	45
Figura 3.5 - Distribuição espacial dos bairros da cidade de Campina Grande – PB	46
Figura 3.6 - Croqui esquemático do sistema de abastecimento de água de Campina Grande (PB)	48
Figura 3.7 - Distribuição espacial das zonas de pressão do SACG	49
Figura 4.1 - Índice de hidrometração por região geográfica do país e média nacional	69
Figura 4.2 - Médias de consumo per capita de água no Nordeste e em Campina Grande	70
Figura 4.3 - Índice de atendimento urbano de água em Campina Grande, nas cinco regiões do Brasil e a média nacional	71
Figura 4.4 - Distribuição espacial do indicador de atendimento urbano de água nos bairros de CG	73
Figura 4.5 - Distribuição espacial do Indicador de incidência das análises de CRL fora do padrão	75
Figura 4.6 – Distribuição espacial do indicador de incidência das análises de turbidez fora do padrão	76
Figura 4.7 - Distribuição espacial do indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Metas do Plano Nacional de Saneamento Básico	23
Tabela 2.2 - Características básicas de um bom indicador	25
Tabela 2.3 - Principais erros cometidos na escolha de indicadores	26
Tabela 2.4 - Representatividade da amostra do SNIS entre os anos de 2010 e 2013	30
Tabela 2.5 - Indicadores de desempenho propostos pelo SNIS em 2013	31
Tabela 2.6 - Indicadores de abastecimento de água propostos na oficina da ABAR	34
Tabela 2.7 - Indicadores de desempenho propostos pela IWA	35
Tabela 2.8 - Indicadores de desempenho propostos pela ERSAR – 1ª Geração	39
Tabela 2.9 - Indicadores de desempenho propostos pela ERSAR – 2ª Geração	40
Tabela 3.1 - Zonas de pressão do SACG	49
Tabela 3.2 - Indicadores selecionados para o trabalho	51
Tabela 3.3 - Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida	56
Tabela 3.4 - Índice de hidrometração segundo a região geográfica do país	59
Tabela 3.5 - VMP para coliformes totais no sistema de distribuição (reservatório e rede)	62
Tabela 3.6 - Quantidade de amostras de CT, CRL e turbidez analisadas mensalmente pela CAGEPA	63
Tabela 3.9 - Limites inferior e superior para cada indicador do trabalho	63
Tabela 3.10 - Peso atribuído por Carvalho (2013) e o peso equivalente calculado	65
Tabela 3.11 - Cenários para definição dos extremos na tabela de classificação nominal	66
Tabela 3.12 - Classificação nominal do IDSA-CG	67
Tabela 4.1 - Valores médios obtidos para os indicadores operacionais e de qualidade de serviço	68
Tabela 4.2 - Peso e valor normalizado de cada indicador	78
Tabela 4.3 - Resultado e classificação do IDSA-CG	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAR	Associação Brasileira de Agências de Regulação
Aderasa	Associação de Entes Reguladores de Água Potável e Saneamento das Américas
ANA	Agência Nacional de Águas
Arce	Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CRL	Cloro Residual Livre
CT	Coliformes Totais
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
Etoss	Ente regulador de água de Buenos Aires
FP	Fora do padrão
IC	Índice de Conformidade
ID	Indicador de Desempenho
IDSA-CG Grande	Índice de Qualidade do Serviço de Abastecimento de Água em Campina Grande
IRAR	Instituto Regulador de Águas e Resíduos
IWA	International Water Association
IWSA	International Water Supply Association
MS	Ministério da Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSS	Programa de Modernização do Setor Saneamento
PNQA	Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas
PSB	Planos de Saneamento Básico
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SACG	Sistema de Abastecimento de Campina Grande
Sias	Sistema de Informação em Água e Saneamento da Bolívia
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. O saneamento básico no Brasil e a gestão de recursos hídricos	17
2.2 Sistemas de abastecimento de água	18
2.3 Avaliação do serviço de abastecimento de água no Brasil	20
2.4 Indicadores de desempenho no setor do saneamento	24
2.4.1 Características básicas dos indicadores de desempenho	23
2.4.2 Abrangência de utilização de indicadores de desempenho no setor do saneamento básico	26
2.4.2.1 Prestadoras de serviço	27
2.4.2.2 Agências reguladoras	27
2.4.2.3 Administração pública	28
2.4.2.4 Agências de financiamento	29
2.4.2.5 Usuários	29
2.5 Uso de indicadores de desempenho de serviços de abastecimento de água em âmbito nacional e internacional	29
2.5.1 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	29
2.5.2 Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR)	33
2.5.3 International Water Association (IWA)	34
2.5.4 Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR)	37
2.6 O papel dos indicadores na construção de um índice	39
3. METODOLOGIA	42
3.1. Caracterização da área de estudo	43
3.1.1 A bacia hidrográfica do Rio Paraíba	43
3.1.2 A cidade de Campina Grande	45
3.1.3 O Sistema de Abastecimento de Campina Grande (SACG)	46
3.2 Obtenção de indicadores operacionais e de qualidade	50
3.2.1 Seleção e cálculo de indicadores	50
3.2.2 Distribuição espacial e avaliação dos indicadores	57
3.3. Desenvolvimento de Índice de Qualidade do Serviço de Abastecimento de Água da cidade de Campina Grande – PB (IDSA-CG)	58
3.3.1 Normalização dos indicadores	58
3.3.2 Ponderação dos indicadores	64
3.3.3 Agregação dos indicadores	65
3.3.4 Classificação nominal do índice	66
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4.1 Análise dos resultados gerais para os indicadores operacionais e de qualidade	67
4.2 Análise dos resultados gerais para os indicadores operacionais e de qualidade	71
4.2.1 Indicador de Atendimento Urbano de Água	72
4.2.2 Indicador de incidência das análises de cloro residual livre fora do padrão	74
4.2.3 Indicador de incidência das análises de turbidez fora do padrão	75

4.2.4 <i>Indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão</i>	76
4.3 Resultado da classificação do IDSA-CG.....	727
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	79
5.1 Conclusões	80
5.2 Recomendações	81
REFERÊNCIAS	82

1. INTRODUÇÃO

A necessidade pela busca da universalização dos serviços de saneamento básico vem atingindo as diversas camadas da sociedade, ainda que seja um processo com resultados a longo prazo. Em comparação com um passado recente, atualmente, as pessoas estão bem mais familiarizadas com o termo saneamento básico e expressam com mais contundência a insatisfação com os serviços prestados, principalmente quando há falta de água tratada, de coleta e tratamento de esgotos, coleta de resíduos sólidos ineficiente e ausência de canais para coleta de águas pluviais urbanas.

Dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, publicado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2013, apontam, para a população brasileira, um índice de atendimento total com rede de água de 82,5%, enquanto que, para a coleta de esgotos, esse índice é de 48,6%, retratando uma disparidade ainda preocupante entre esses dois componentes do saneamento.

Pode-se dizer que a população está mais atenta, embora parte dela, independente de estrutura econômica, continue exagerando no consumo de água e manifeste publicamente uma não-preocupação com o social. É importante considerar que a escassez hídrica, antes sinônimo do semiárido nordestino, é, hoje, uma realidade de outras regiões do nosso país. Um exemplo disso é a região da Grande São Paulo, que em meio à maior crise hídrica já vivenciada (2014-2015), vem passando por períodos contínuos de intermitência prolongada no fornecimento de água.

O problema é que medidas de incentivo à redução do consumo de água - como bônus financeiro para quem economiza, maior fiscalização para inibir as captações irregulares destinadas ao uso industrial e à irrigação, maior fiscalização para combater os roubos de água na rede de distribuição, substituição ou divisão de represas para atender à demanda - só costumam surgir quando a situação hídrica já está bem agravada. Além disso, a urgência pela implantação de obras que minimizem os efeitos da falta de água aumenta a probabilidade de falhas futuras e, conseqüentemente, as chances de a população sofrer com algum problema decorrente de um evento que pode ser evitado na fase de projeto.

Tendo em vista a atual escassez hídrica vivida por muitas regiões do país, é de fundamental relevância o uso de ferramentas que auxiliem o processo de gestão da água enquanto recurso finito e indispensável. É nesse contexto que surge a ideia para este trabalho,

cujo foco principal é explorar o uso de indicadores de desempenho com o intuito de avaliar o serviço de abastecimento de água na cidade de Campina Grande – PB.

1.1 Objetivos

Objetivo Geral

Desenvolver um índice de desempenho do serviço de abastecimento de água da cidade de Campina Grande – PB.

Objetivos Específicos

- Identificar os principais problemas relacionados ao sistema de abastecimento de água da cidade de Campina Grande – PB;
- Avaliar a qualidade do serviço de abastecimento de água da cidade em estudo através do estudo de indicadores de qualidade de serviço e de operação e manutenção;
- Auxiliar o processo de gerenciamento dos recursos hídricos na cidade de Campina Grande a partir da distribuição espacial de indicadores de qualidade do serviço de abastecimento;
- Desenvolver um índice de desempenho do serviço de abastecimento da cidade de Campina Grande, considerando os aspectos de qualidade do serviço, operação e manutenção.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O saneamento básico no Brasil e a gestão de recursos hídricos

Do ponto de vista legal, a Lei 11.445/2007, que institui a Política Nacional de Saneamento Básico, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e o define como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Entre os princípios fundamentais nos quais os serviços públicos de saneamento devem estar pautados estão a universalização do acesso e a execução dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza e manejo de resíduos sólidos visando a promoção da saúde pública e a proteção do meio ambiente. É preciso que todas as vertentes do saneamento básico sejam tratadas com igual prioridade, pois cada uma tem um papel primordial na construção de um ambiente saudável e que ofereça uma qualidade de vida satisfatória para os indivíduos que nele habitam.

Para tanto, como previsto no Artigo 52 da Lei 11.445/2007, o governo federal aprovou, em dezembro de 2013, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que estabelece diretrizes, metas e ações com o intuito de melhorar a qualidade do saneamento básico no Brasil em um período de 20 anos (2014-2033).

O PLANSAB prevê investimentos nas quatro vertentes do saneamento básico: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas. Dentre as principais metas a serem alcançadas, estão: 99% de domicílios abastecidos por rede de distribuição ou por poço ou nascente, com a presença de canalização interna, sendo 100% na área urbana; 92% de domicílios atendidos por rede coletora ou fossa séptica, sendo 93% na área urbana; 100% de coleta direta de resíduos sólidos nos domicílios urbanos (Ministério das Cidades, 2014).

No que diz respeito à gestão dos recursos hídricos em particular, em 2013, com o intuito de alterar a Lei 11.445/07, foi decretada e sancionada a Lei 12.862, que tem por objetivo promover o uso racional da água. Entre os incisos acrescidos à Lei 11.445, está outro princípio fundamental, que trata da adoção de medidas de fomento à moderação do consumo de água. Essas medidas de incentivo ao consumo consciente, sejam elas implementadas na forma de bônus financeiro para o usuário ou na forma de multas em função do volume de

água consumido, devem ser colocadas em prática ininterruptamente, independente da reserva hídrica ou do histórico da região.

Uma das diretrizes da Política Federal de Saneamento Básico, também incluída pela Lei 12.862/13, é o estímulo ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de equipamentos e métodos economizadores de água. Um exemplo é a utilização de detectores de vazamentos de água, tecnologia já utilizada no município de Limeira – SP e que minimiza os erros e aumenta a precisão na identificação de rupturas na tubulação.

Além disso, há vários programas implementados pela ANA no que concerne à gestão hídrica do país. Um deles é a Agenda Nacional de Águas Subterrâneas, implementada em 2007, cujo foco central é fortalecer a gestão integrada de águas subterrâneas e superficiais, direcionada, sobretudo, para munir os órgãos gestores de recursos hídricos estaduais de conhecimento hidrogeológico, técnico-gerencial e de capacitação específica em águas subterrâneas, de maneira que possam executar apropriadamente a gestão sistêmica e integrada dos recursos hídricos (ANA, 2014).

Em março de 2013, outro programa, denominado Pacto Nacional pela Gestão das Águas, foi lançado pelo governo federal, a fim de fortalecer a gestão de águas nos estados. O objetivo do programa é a construção de compromissos entre os entes federados, buscando a superação de desafios comuns e a promoção do uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos, especialmente em bacias compartilhadas (ANA, 2014).

Já o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA) surgiu a partir de uma série de necessidades relacionadas ao monitoramento da qualidade das águas no Brasil, as quais influenciam diretamente na gestão dos recursos hídricos e na solução de conflitos envolvendo os diversos usos da água. Como exemplo, há a existência de lacunas geográficas e temporais no monitoramento de qualidade da água no Brasil em razão, principalmente, de limitações de recursos (ANA, 2014).

2.2 Sistemas de abastecimento de água

Define-se sistema de abastecimento de água para consumo humano como uma instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio da rede de distribuição (Portaria 2.914 MS, 2011).

Um sistema de abastecimento de água geralmente compreende as seguintes etapas: captação, adução, recalque, tratamento, reservação e distribuição.

A captação tem por finalidade coletar a água bruta que se encontra nos mananciais.

A etapa de adução é responsável pelo transporte da água entre as diversas unidades que compõem um sistema de abastecimento de água.

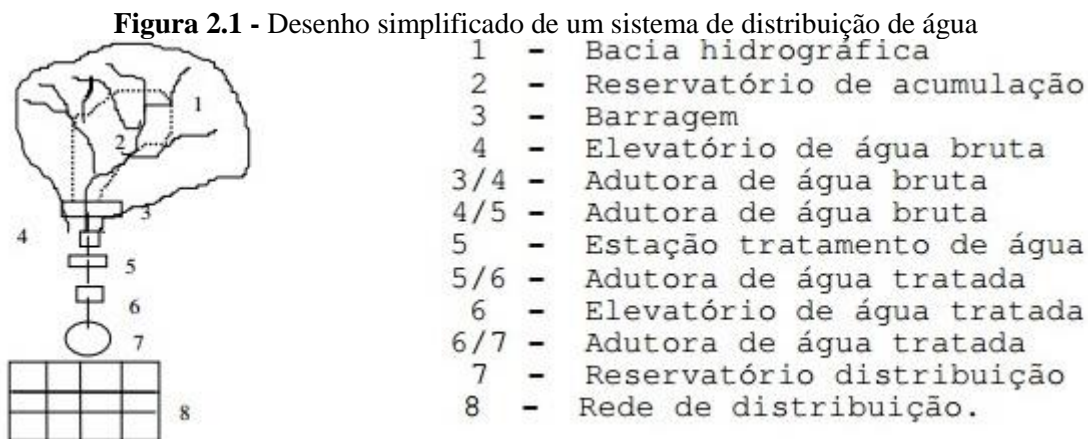
A etapa de tratamento visa eliminar os contaminantes presentes na água a fim de torná-la potável e adequada para consumo humano. Embora existam diversas metodologias e tipos de tratamento, quando a água tem origem em um manancial superficial, em geral, opta-se pelo tratamento convencional, o qual envolve os processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção por cloro e fluoretação (em alguns casos).

Os reservatórios de distribuição são unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água, situados em pontos estratégicos do sistema, tendo como principal finalidade a garantia da vazão de água (UFCG).

Já a rede distribuição é formada por tubulações e acessórios que possuem a finalidade de conduzir a água potável até os consumidores de forma contínua e em quantidade e pressão recomendadas (UFCG).

Um conceito importante é o de vazões de distribuição, o qual diz respeito à vazão distribuída mais as perdas que normalmente acontecem nas tubulações distribuidoras. Tubulação distribuidora é o conduto da rede de distribuição no qual são efetuadas as ligações prediais dos consumidores. Esta tubulação pode ser classificada em condutos principais, os quais, por hipótese de cálculos, permitem que a água percorra toda a rede de distribuição; e condutos secundários, nos quais as demais tubulações são ligadas aos condutos principais (UFFRJ, 2007).

Outro conceito é o de zonas de pressão, o qual diz respeito a cada uma das partes em que a rede é subdividida, visando que as pressões dinâmica mínima e estática máxima atendam aos limites recomendados e preestabelecidos. Portanto, uma rede pode ser dividida em quantas zonas de pressão forem necessárias para atender às condições técnicas a serem satisfeitas (UFFRJ, 2007).



Fonte: UFPI

2.3 Avaliação do serviço de abastecimento de água no Brasil

Sabe-se que dentre os muitos serviços que o cidadão brasileiro espera que o Estado coloque à sua disposição, e aos quais o mesmo tem direitos legais, um merece destaque especial: o abastecimento de água potável.

A Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, traz um novo paradigma quando aponta a universalização do uso da água como um de seus princípios.

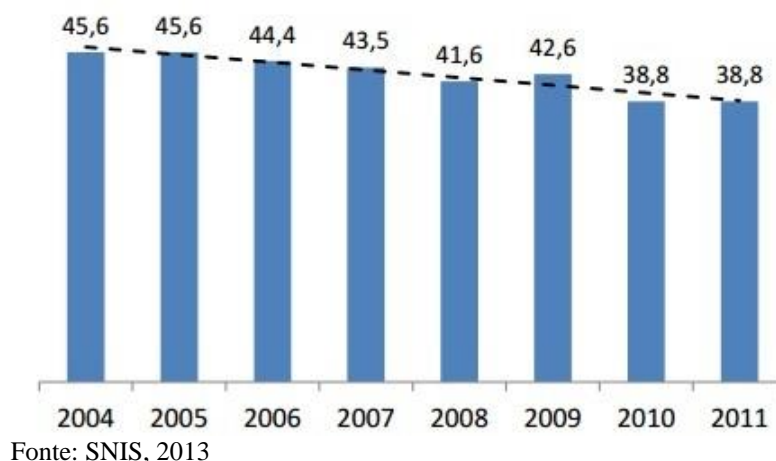
Em um panorama divulgado em 2010, realizado pela ANA sob a denominação de Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água, foi constatado que 3.059 municípios (o equivalente a 55% do total de municípios do Brasil, responsáveis por 73% da demanda por água no país) precisam de investimentos prioritários na área da ordem de R\$ 22,2 bilhões. O atlas aponta que as obras nos mananciais e nos sistemas de produção são fundamentais para evitar déficit no fornecimento de água nas localidades indicadas, visto que em 2025 vão concentrar 139 milhões de habitantes, o que representa 72% da população.

Em termos de regiões do país, o Norte e o Nordeste possuem, relativamente, as maiores necessidades de investimentos em sistemas produtores de água, totalizando mais de 59% das sedes urbanas. O que mais chama a atenção é a precariedade dos pequenos sistemas de abastecimento de água do Norte, a escassez hídrica no semiárido e a baixa disponibilidade de água nas bacias hidrográficas litorâneas do Nordeste. Já no Sudeste, os principais problemas decorrem da elevada concentração urbana e da complexidade dos sistemas de abastecimento, o que motiva, muitas vezes, disputas pelas mesmas fontes hídricas (ANA, 2011).

Um dos problemas mais recorrentes envolvendo o serviço de abastecimento de água no Brasil é a perda de água nos sistemas. Trata-se de uma situação bastante desigual se as unidades da federação forem comparadas entre si ou se forem comparados os operadores públicos e privados de saneamento básico. Em termos de números, ainda que seja possível notar uma leve tendência de queda nos últimos anos, as perdas de água continuam sendo bastante elevadas, mantendo-se em torno de 40%.

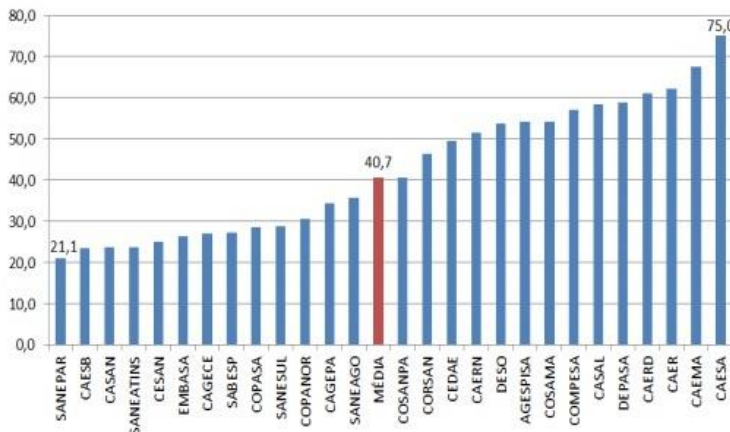
De acordo com o observado na Figura 2.2, a porcentagem média de perdas na distribuição de água no Brasil passou de 45,6% em 2004 para 38,8 em 2011, uma queda de 6,8 pontos percentuais nesse intervalo. Apesar disso, o panorama ainda é bastante preocupante, visto que a maior parte das empresas não contabiliza as perdas de água de maneira consistente (ABES, 2013).

Figura 2.2 - Evolução histórica do índice de perdas na distribuição de água no Brasil (%)



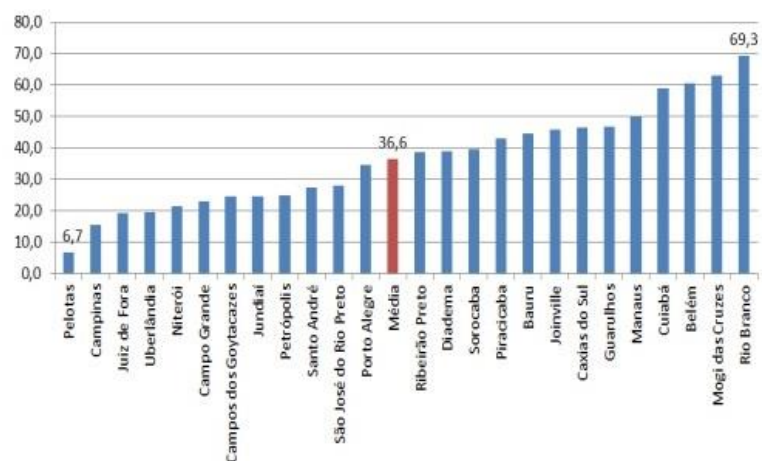
Comparada a realidade do Brasil com a de alguns países desenvolvidos, percebe-se que ainda há um longo caminho a ser percorrido. Algumas cidades da Alemanha e do Japão possuem um índice de perda de água de 11%, enquanto que na Austrália esse percentual é de 16%. (ABES, 2013)

As Figuras 2.3 e 2.4 ilustram os níveis de perdas sobre o faturamento para as 52 maiores empresas brasileiras, em termos de população atendida, considerando os dados do SNIS (2011).

Figura 2.3 - Perdas sobre o faturamento para empresas estaduais (%)

Fonte: SNIS (2011)

A CAESA (Amapá) e a SANEPAR (Paraná) são as empresas estaduais menos e mais eficientes em termos de perdas de água no Brasil, com 75,0% e 21,1%, respectivamente.

Figura 2.4 - Perdas sobre o faturamento para empresas municipais (%)

Fonte: SNIS (2011)

No que concerne às empresas municipais, a SAERB (Rio Branco, AC) e a SANEP (Pelotas, RS) são a menos e a mais eficiente em termos de perdas sobre o faturamento, com 69,3 e 6,7%, respectivamente.

De acordo com a Tabela 2.1, que exhibe as metas do Plano Nacional de Saneamento (PLANSAB) para o indicador “Porcentagem do índice de perdas na distribuição de água”, tal índice deve atingir o percentual de 31% até o ano de 2033.

Tabela 2.1 - Metas do Plano Nacional de Saneamento Básico

INDICADOR	ANO	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
A6. % do índice de perdas na distribuição de água	2010	39	51	51	51	35	34
	2018	36	45	44	44	33	32
	2023	34	41	41	41	32	31
	2033	31	33	33	33	29	29

Fonte: Ministério das Cidades (2013)

É importante destacar que a implementação de um programa de redução de perdas de água traz benefícios de cunhos ambiental, econômico e social, já que, desta forma, a concessionária irá produzir uma quantidade menor de água, reduzindo os custos com:

- compra de água bruta, nos casos em que há cobrança pelo uso da água;
- energia elétrica;
- mão de obra;
- produtos químicos, a exemplo do cloro e sulfato de alumínio.

Sabe-se que as perdas podem ser resultado de fraudes nas ligações, consumo não faturado, falta de hidrômetros, problemas de medição etc. Logo, com a redução das perdas físicas e aparentes, há um aumento do volume faturado e, conseqüentemente, da receita (ABES, 2013).

Além disso, a concessionária de água pode postergar ou adequar os investimentos com vistas ao atendimento da demanda decorrente do crescimento populacional. Por exemplo, entre aumentar a capacidade de produção de água e diminuir as perdas de água, a segunda alternativa será, na maioria das vezes, a mais adequada dos pontos de vista econômico e ambiental.

Medidas que propiciem o aumento da eficiência energética do sistema trazem tanto benefícios diretos quanto indiretos. De acordo com ABES (2005), a cada R\$ 1 gasto em conservação de energia, economizam-se R\$ 8 em investimento em geração. Ademais, o aumento da eficiência energética permite que as empresas tenham mais recursos para investir na expansão dos sistemas de água e esgoto (ABES, 2013).

2.4 Indicadores de desempenho no setor do saneamento

Para colaborar com o processo de gestão dos recursos hídricos e garantir a melhoria do serviço de abastecimento de água para a população, são construídos indicadores que, ao serem explorados tanto individualmente quanto em conjunto, fornecem um diagnóstico de desempenho do serviço por parte da concessionária.

O termo indicador deriva do latim *indicare*, que significa indicar, revelar, apontar, assimilar. No setor do saneamento, um indicador de desempenho (ID) representa uma medida quantitativa da eficiência e da eficácia de uma entidade gestora no que concerne aos aspectos específicos da atividade desenvolvida ou do comportamento dos sistemas (ALEGRE et al., 2000, apud, VON SPERLING, 2010).

O termo eficiência faz referência às respostas dadas a questionamentos ou indicadores relativos às necessidades atendidas, recursos utilizados e gestão aplicada (BELLONI et al., 2003, apud, VON SPERLING, 2010). Segundo Alegre (2000), a eficiência mede até que ponto os recursos disponíveis são explorados de modo a otimizar ao máximo a produção do serviço.

De acordo com Heller e Nascimento (2005), a eficácia pode ser entendida como a extensão em que uma intervenção, procedimento ou serviço, em condições ideais, produz um resultado positivo do dispositivo ou do processo. Alegre (2000) acrescenta que a eficácia mede até que ponto os objetivos de gestão, traçados de forma tangível, foram cumpridos.

Para completar, Molinari (2006) define indicadores de desempenho como uma representação dos aspectos que melhor constituem a gestão de uma empresa, simplificando a análise e a compreensão de conceitos mais elaborados. Silva e Basílio Sobrinho (2008), seguindo o mesmo raciocínio, reforçam que a principal qualidade dos indicadores, quando bem construídos, é fornecer uma medida para que o público, ainda que não especializado, possa assimilar a informação de maneira clara e objetiva, tornando a tomada de decisão um processo mais fácil.

2.4.1 Características básicas dos indicadores de desempenho

Os indicadores desenvolvidos até hoje são, em geral, determinados pela razão entre duas variáveis da mesma natureza ou de natureza distinta, sendo, desta forma, adimensionais (medidos em porcentagem) ou intensivos (como por exemplo, número de ligações / extensão

da rede) (STAHRE e ADAMSSON, 2004; ALEGRE et al., 2006; BANCO MUNDIAL, 2006; OFWAT, 2007, apud, VON SPERLING, 2010).

Destacam-se os principais atributos dos indicadores de desempenho (Silva e Basílio Sobrinho, 2006, apud, VON SPERLING, 2010):

- avaliar objetivamente e sistematicamente a prestação dos serviços;
- subsidiar estratégias para incentivar a expansão e a modernização da infraestrutura, a fim de buscar a sua universalização e a melhoria dos padrões de qualidade;
- reduzir a assimetria de informações e tornar as ações do prestador de serviços públicos e da agência reguladora mais transparentes;
- subsidiar o acompanhamento e a verificação do cumprimento dos contratos de concessão ou contratos de programa;
- aumentar a eficiência e a eficácia da atividade de regulação.

Para que possam ser utilizados de maneira adequada, os indicadores de desempenho precisam reunir uma série de condições básicas. Meadows (1998), Malheiros et al. (2006) e Molinari (2006) apresentam de maneira clara tais condições, como mostra a Tabela 2.2.

Por outro lado, Meadows (1998) sintetiza os erros mais comuns na escolha de indicadores de desempenho, conforme descritos na Tabela 2.3.

Tabela 2.2 - Características básicas de um bom indicador

Característica	Explicação
1. Claro, compreensível e de interesse	Evitar incertezas em relação ao que é bom ou ruim, fácil de entender, com unidades que tenham sentido, e sugestivos para possível utilização
2. Relevante e representativo	Politicamente relevante para todos os participantes do sistema
3. Viável	Custo adequado de aquisição e processamento de dados e comunicação
4. Suficiente	Fornecer a medida certa da informação
5. Fidedigno	Deve representar os aspectos de maneira fidedigna a fim de evitar distorções
6. Temporal	Oportuno temporalmente, integrado com planejamento
7. Adequado na escala	Adequado aos diferentes usuários potenciais
8. Democrático	Não devem ser determinados apenas por um pequeno grupo de especialistas e sim por lideranças políticas e por pessoas da comunidade
9. Medida física	Balancar unidades físicas e monetárias
10. Preventivo e proativo	Deve conduzir para a mudança, fornecendo informação em tempo para a tomada de decisão
11. Não deve ser estanque	Deve estar inserido em um processo de melhoria contínua, passível de discussão, aprendizado e mudança

Fonte: Meadows (1998), Malheiros et al. (2006) e Molinari (2006)

Tabela 2.3 - Principais erros cometidos na escolha de indicadores

Erros	Comentários
1. Agregação exagerada	Se muitos dados forem reunidos, a mensagem final que ele acarreta pode ser indecifrável
2. Medir o que é mensurável em detrimento de medir o que é importante	Por exemplo, medir a riqueza da população em valores monetários, ao invés de medi-la pela qualidade de vida
3. Dependere de modelos falsos	Por exemplo, pensar que a taxa de natalidade reflete a disponibilidade de programas de planejamento familiar, quando, na verdade, reflete a liberdade de uma mulher em utilizar tais programas
4. Falsificação deliberada	Se algum indicador possui resultados negativos, governantes podem mudar o seu foco, termos e definições
5. Desviar a atenção da experiência direta	Percepções e experiências devem ser adequadamente inseridas na escolha, análise e comunicação dos indicadores
6. Confiar demais nos indicadores	Sempre levar em consideração que os indicadores podem estar incorretos
7. Incompletos	Como reflexo parcial da realidade, podem deixar de apresentar detalhes relevantes

Fonte: Meadows (1998)

É interessante destacar que, diante das considerações apresentadas, a correta implementação e utilização de um indicador na avaliação de sistemas de saneamento está condicionada à sobreposição de dois obstáculos principais.

Primeiramente, considerando que o indicador é o resultado da aplicação de regras de cálculo a duas ou mais variáveis, a qualidade de tais variáveis passa a ser um fator primordial para uma interpretação correta dos resultados. Em outras palavras, para que um conjunto de indicadores seja um retrato fiel da realidade, é indispensável que os dados que o constituem sejam os mais exatos e verdadeiros possíveis (MOLINARI, 2006, apud, VON SPERLING, 2010).

O segundo ponto fundamental que deve ser colocado em perspectiva na utilização de indicadores de desempenho é a adequada e clara definição dos mesmos. Segundo Alegre et al. (2004) e Stahre & Adamsson (2004), é imprescindível que todas as variáveis necessárias ao cálculo sejam especificadas, bem como o período de tempo a que se refere o cálculo, que é, em geral, de um ano (VON SPERLING, 2010).

2.4.2 Abrangência de utilização de indicadores de desempenho no setor do saneamento básico

Os indicadores de desempenho são úteis, de forma direta ou indireta, para as diversas entidades envolvidas com o saneamento básico. Tais entidades incluem as prestadoras de

serviço, as agências reguladoras, a administração pública, as agências de financiamento e os usuários (VON SPERLING, 2010).

2.4.2.1 Prestadoras de serviço

Para as entidades gestoras, o cálculo desses indicadores deve trazer novas perspectivas à gestão, tais como:

- tendo em conta que os processos de tomada de decisão se baseiam na informação disponível, o uso de indicadores de desempenho confiáveis deve proporcionar uma melhor e mais oportuna resposta da unidade gestora, ao passo que pode permitir um monitoramento mais transparente dos efeitos das decisões tomadas;
- o fornecimento de informações primordiais aos gestores, de modo que a abordagem pró-ativa da gestão seja reforçada, a fim de compará-la com a tradicional abordagem reativa;
- já que os indicadores de desempenho permitem que os pontos fortes e fracos dos departamentos das entidades gestoras sejam trazidos à tona, os mesmos devem corroborar para um incentivo à adoção de medidas corretivas, tais como a redistribuição de recursos, com o intuito de melhorar a produtividade e modernizar os procedimentos e as rotinas tradicionais;
- deve permitir à entidade gestora implementar práticas de melhoramento, seja internamente, comparando o desempenho obtido em áreas geográficas diferentes, seja externamente, comparando-se com outras;
- também deve facilitar a execução de auditorias, contribuindo para um aumento da rentabilidade econômica, uma vez que as recomendações dos auditores são um estímulo e uma forma de pressão com tradução em melhorias nas áreas financeira, administrativa e operacional.

2.4.2.2 Agências reguladoras

Segundo Molinari (2006), uma das formas de criar um ambiente virtual de concorrência é através da utilização de indicadores, para que seja possível comparar os diversos aspectos da gestão de um operador com a de outros operadores similares, surgindo o que se pode chamar de “concorrência por comparação”, a fim de identificar e trazer à tona as ineficiências do prestador de serviços, cabendo ao órgão regulador decidir se há ou não a necessidade de introdução de incentivos para a melhoria da gestão por parte da empresa.

Ainda de acordo com Molinari (2006), a regulação tem a missão de criar uma atmosfera na qual o operador se disponha a oferecer serviços de melhor qualidade a um preço menor, pensando na satisfação dos usuários.

No Brasil, a Lei nº 11.445/2007, que introduz as funções de regulação e fiscalização no setor do saneamento, em seu Artigo 23, afirma que os padrões e indicadores de qualidade devem ser um dos aspectos da prestação de serviços.

2.4.2.3 Administração pública

Segundo Alegre et al. (2000), Santos & Alves (2000) e Matos et al. (2003), o uso de indicadores de desempenho pode ter as seguintes vantagens e aplicações para a esfera pública:

- fornece um quadro de referência comum para comparação do desempenho das prestadoras de serviço e para identificação de possíveis medidas corretivas;
- permite apoiar a formulação de políticas para o setor do saneamento, no âmbito da gestão integrada dos recursos hídricos, incluindo o desenvolvimento de novos instrumentos reguladores.

Na Austrália, alguns dos indicadores que fazem parte do sistema são voltados especificamente para os tomadores de decisão (WSAA, 2009), tendo em vista que a avaliação dos mesmos pode dizer algo a respeito da eficácia de uma política pública ou de um programa voltado para a melhoria do serviço.

Também devem ser destacados os Planos de Saneamento Básico (PSB), os quais aparecem como um dos instrumentos fundamentais e obrigatórios de gestão pública. Os planos têm como objetivo traçar estratégias de ações integradas para o saneamento básico, ordenar atividades, identificar serviços necessários e estabelecer prioridades, com a participação de técnicos dos órgãos responsáveis pelo saneamento, da sociedade civil e de órgãos ligados ao saneamento (VON SPERLING, 2010).

Em outras palavras, os planos de saneamento básico têm a tarefa de colaborar para que as obras e ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais aconteçam de forma harmônica e integrada, evitando que haja conflitos entre as esferas do saneamento básico e, conseqüentemente, poupando recursos financeiros e aumentando a eficácia do serviço como um todo (SOUZA JÚNIOR E SILVA, 2009, apud, VON SPERLING, 2010).

2.4.2.4 Agências de financiamento

As entidades financiadoras, como por exemplo o Banco Mundial, recorrem à avaliação de desempenho das prestadoras de serviço em busca de oportunidades de mercado, para a seleção de projetos de investimento e para o posterior acompanhamento dos projetos colocados em prática (BANCO MUNDIAL, 2006, apud, VON SPERLING, 2010).

Através da análise da avaliação de desempenho de uma determinada prestadora, a entidade financeira avalia o quão sólido é o serviço em uma certa localidade e se é viável ou não investir em um determinado projeto.

2.4.2.5 Usuários

Segundo Alegre (2000), os indicadores de desempenho proporcionam para os usuários uma maneira de transformar processos complexos em informações objetivas e de simples interpretação, fornecendo uma medida de qualidade do serviço prestado.

Borja (2000) afirma que um sistema de indicadores também deve servir como um instrumento de cidadania, visto que possui a capacidade de informar aos cidadãos o estado do meio ambiente e da qualidade de vida.

2.5 Uso de indicadores de desempenho de serviços de abastecimento de água em âmbito nacional e internacional

Esta seção objetiva fazer um relato de como os indicadores vêm sendo usados, tanto em âmbito nacional quanto internacional, nas últimas décadas. As entidades e organizações mencionadas a seguir fazem uso de sistemas de indicadores com diversos propósitos e, em geral, não se restringem a uma única esfera do saneamento.

2.5.1 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

O SNIS tem sua base em um banco de dados administrado na esfera federal que armazena informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade, no que diz respeito à prestação de serviços de água e esgotos e sobre os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU).

No caso dos serviços de água e esgotos, desde o ano de 1995, é elaborado um diagnóstico anual contendo os dados enviados pelos prestadores de serviços que atenderam à solicitação para participar do processo. Já para o manejo de resíduos sólidos urbanos, também é feito um diagnóstico seguindo os mesmos moldes, com a ressalva de que o primeiro relatório elaborado data do ano de 2002.

Desde 1995, o SNIS vem se consolidando como o banco de dados mais completo do setor de saneamento no Brasil. Segundo Miranda (2006), o SNIS tem, dentre inúmeras funções, a missão de colaborar para:

- o planejamento e execução de políticas públicas;
- a orientação para a aplicação de recursos;
- a avaliação de desempenho de serviços;
- o aperfeiçoamento da gestão, melhorando os níveis de eficiência e eficácia;
- a orientação de atividades regulatórias;
- o desenvolvimento de práticas de melhorias e guia de referência para medição de desempenho.

Embora os dados sejam fornecidos de forma voluntária pelos próprios prestadores de serviço, a cada ano, o sistema procura manter o conjunto de prestadores que já são parte da amostra, ao passo que também busca ampliar o quadro de participantes, com o objetivo de consolidar a continuidade da série histórica e aumentar a representatividade da amostra (PMSS, 2009, apud, VON SPERLING, 2010).

A Tabela 2.4 apresenta a amostra de municípios participantes do SNIS entre os anos de 2010 e 2013 para os componentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Tabela 2.4 - Representatividade da amostra do SNIS entre os anos de 2010 e 2013

Ano	Água		Esgotos	
	Municípios (%)	População Urbana (%)	Municípios (%)	População Urbana (%)
2010	89,4	97,7	49,2	85,3
2011	88,8	97,3	52,6	86,6
2012	91,0	98,0	65,5	91,0
2013	90,4	97,6	67,0	91,1

Fonte: SNIS

A Tabela 2.5 apresenta os indicadores de desempenho ligados ao sistema de abastecimento de água elencados pelo SNIS, sendo os mesmos divididos em quatro

categorias: indicadores econômico-financeiros e administrativos, indicadores operacionais, indicadores de balanço e indicadores de qualidade.

Embora boa parcela dos 84 indicadores que fazem parte do SNIS tenha relação com apenas um dos componentes do saneamento (abastecimento de água ou esgotamento sanitário), a maioria dos indicadores faz referências aos dois serviços.

Tabela 2.5 - Indicadores de desempenho propostos pelo SNIS em 2013

Código	Indicador (Unidade)
<i>Indicadores Econômico-Financeiros e Administrativos</i>	
IN002*	Índice de Produtividade: Economias Ativas por Pessoal Próprio (economias/empregado)
IN003*	Despesa Total com os Serviços por m ³ Faturado (R\$/m ³)
IN004	Tarifa Média Praticada (R\$/m ³)
IN005	Tarifa Média de Água (R\$/m ³)
IN007*	Incidência da Despesa de Pessoal e de Serviços de Terceiros nas Despesas Totais com os Serviços (%)
IN008*	Despesa Média Anual por Empregado (R\$/empregado)
IN012*	Indicador de Desempenho Financeiro (%)
IN018*	Quantidade Equivalente de Pessoal Total (empregados)
IN019*	Índice de Produtividade: Economias Ativas por Pessoal Total (Equivalente) (economias/empregado equivalente)
IN026*	Despesa de Exploração por m ³ Faturado (R\$/m ³)
IN027*	Despesa de Exploração por Economia (R\$/ano/economia)
IN029*	Índice de Evasão de Receitas (%)
IN030*	Margem da Despesa de Exploração (%)
IN031*	Margem da Despesa com Pessoal Próprio (%)
IN032*	Margem da Despesa com Pessoal Próprio Total (Equivalente) (%)
IN033*	Margem do Serviço da Dívida (%)
IN034*	Margem das Outras Despesas de Exploração (%)
IN035*	Participação da Despesa com Pessoal Próprio nas Despesas de Exploração (%)
IN036*	Participação da Despesa com Pessoal Total (Equivalente) nas Despesas de Exploração (%)
IN037*	Participação da Despesa com Energia Elétrica nas Despesas de Exploração (%)
IN038*	Participação da Despesa com Produtos Químicos nas Despesas de Exploração (%)
IN039*	Participação das Outras Despesas nas Despesas de Exploração (%)
IN040*	Participação da Receita Operacional Direta de Água na Receita Operacional Total (%)
IN042*	Participação da Receita Operacional Indireta na Receita Operacional Total (%)
IN045	Índice de Produtividade: Empregados Próprios por Mil Lig. de Água (empregados/mil ligações)
IN048*	Índice de Produtividade: Empregados Próprios por Mil Ligações de Água + Esgoto (empregados/mil ligações)

Tabela 2.5 - Indicadores de desempenho propostos pelo SNIS em 2013 (Continuação)

IN ₀₅₄ *	Dias de Faturamento Comprometidos com Contas a Receber (dias)
IN ₀₆₀ *	Índice de Despesa por Consumo de Energia Elétrica nos Sistemas de Água e Esgotos (R\$/kWh)
IN ₁₀₁ *	Indicador de Suficiência de Caixa (%)
IN ₁₀₂ *	Índice de Produtividade de Pessoal Total (ligações/empregado)
Indicadores Operacionais	
IN ₀₀₁	Densidade de Economias de Água por Ligação (economia/ligação)
IN ₀₀₉	Índice de Hidrometração (%)
IN ₀₁₀	Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado (%)
IN ₀₁₁	Índice de Macromedição (%)
IN ₀₁₃	Índice de Perdas de Faturamento (%)
IN ₀₁₄	Consumo Micromedido por Economia (m ³ /mês/economia)
IN ₀₁₇	Consumo de Água Faturado por Economia (m ³ /mês/economia)
IN ₀₂₀	Extensão da Rede de Água por Ligação (m/ligação)
IN ₀₂₂	Consumo Médio <i>per Capita</i> de Água (L/habitante.dia)
IN ₀₂₃	Índice de Atendimento Urbano de Água (%)
IN ₀₂₅	Volume de Água Disponibilizado por Economia (m ³ /mês/economia)
IN ₀₂₈	Índice de Faturamento de Água (%)
IN ₀₄₃	Participação das Economias Residenciais de Água no Total das Economias de Água (%)
IN ₀₄₄	Índice de Micromedição Relativo ao Consumo (%)
IN ₀₄₉	Índice de Perdas na Distribuição (%)
IN ₀₅₀	Índice Bruto de Perdas Lineares (m ³ /dia/km)
IN ₀₅₁	Índice de Perdas por Ligação (L/dia/ligação)
IN ₀₅₂	Índice de Consumo de Água (%)
IN ₀₅₃	Consumo Médio de Água por Economia (m ³ /mês/economia)
IN ₀₅₅	Índice de Atendimento Total de Água (%)
IN ₀₅₇	Índice de Fluoretação de Água (%)
IN ₀₅₈	Índice de Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água (kWh/m ³)
Indicadores de Balanço	
IN ₀₆₁ *	Liquidez Corrente
IN ₀₆₂ *	Liquidez Geral
IN ₀₆₃ *	Grau de Endividamento
IN ₀₆₄ *	Margem Operacional com Depreciação (%)
IN ₀₆₅ *	Margem Líquida com Depreciação (%)
IN ₀₆₆ *	Retorno sobre o Patrimônio Líquido (%)
IN ₀₆₇ *	Composição de Exigibilidades (%)
IN ₀₆₈ *	Margem Operacional sem Depreciação (%)
IN ₀₆₉ *	Margem Líquida sem Depreciação (%)
Indicadores de Qualidade	

Tabela 2.5 - Indicadores de desempenho propostos pelo SNIS em 2013 (Continuação)

IN ₀₇₁	Economias Atingidas por Paralisações (economias/paralisação)
IN ₀₇₂	Duração Médias das Paralisações (horas/paralisação)
IN ₀₇₃	Economias Atingidas por Intermitências (economias/interrupção)
IN ₀₇₄	Duração Médias das Intermitências (horas/interrupção)
IN ₀₇₅	Incidências das Análises de Cloro Residual Fora do Padrão (%)
IN ₀₇₆	Incidências das Análises de Turbidez Fora do Padrão (%)
IN ₀₇₉	Índice de Conformidade da Quantidade de Amostras – Cloro Residual (%)
IN ₀₈₀	Índice de Conformidade da Quantidade de Amostras – Turbidez (%)
IN ₀₈₃ *	Duração Média dos Serviços Executados (hora/serviço)
IN ₀₈₄	Incidências das Análises de Coliformes Totais Fora do Padrão (%)
IN ₀₈₅	Índice de Conformidade da Quantidade de Amostras – Coliformes Totais (%)

*indicadores para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário

Fonte: SNIS (2013)

2.5.2 Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR)

A Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR) é uma entidade de direito privado, fundada em 1999, sob a forma de associação civil, sem fins lucrativos e apartidária. A ABAR tem como objetivo promover a mútua colaboração entre suas associadas e os poderes públicos, na busca do aprimoramento da regulação e da capacidade técnica, colaborando para o avanço e a consolidação da atividade reguladora em todo o Brasil (ABAR, apud, VON SPERLING).

Atualmente, a ABAR conta com 52 agências associadas, sendo 17 municipais, 28 estaduais e 7 federais (ABAR, 2014).

No ano de 2006, em conjunto com o Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) e com a ABAR, a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (Arce) realizou, na cidade de Fortaleza, a Oficina Internacional sobre Indicadores para Regulação dos Serviços de Saneamento Básico. Tal evento foi de extrema importância para o setor, tendo em vista que foram discutidos assuntos como a identificação, sistematização e implementação de um conjunto de indicadores para acompanhamento do setor e consolidação do processo de regulação.

Um total de 14 agências estaduais e municipais esteve presentes na oficina, 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), tornando-o, desta forma, um acontecimento de dimensão continental (XIMENES, 2006, apud, VON SPERLING, 2010).

Como resultado do evento, foi elencado um conjunto de indicadores para regulação do saneamento, a ser explorado por todas as agências reguladoras. A Tabela 2.6 apresenta todos os indicadores de abastecimento de água propostos, divididos em três categorias (operacionais, de qualidade e econômico-financeiros) (XIMENES, 2006, apud, VON SPERLING, 2010).

Tabela 2.6 - Indicadores de abastecimento de água propostos na oficina da ABAR

Referência	Indicador (Unidade)
Indicadores Operacionais	
I013	Perdas de faturamento (%)
I033	Índice de atendimento urbano (%)
I009	Índice de hidrometração (%)
-	Densidade de vazamentos (vazamentos/mil ligações)
Indicadores de Qualidade	
ICA01	Descontinuidade dos serviços (%)
ICA02	Interrupção dos serviços (%)
I075/076/084	Conformidade geral das análises (coliformes totais, turbidez e cloro residual livre) (%)
I079/080/085	Cumprimento da quantidade de análises exigida pela norma (coliformes totais, turbidez e cloro residual livre) (%)
-	*Densidade de reclamações de água e esgoto (reclamações/mil ligações)
-	*Quantidade de solicitações de serviços de água e esgoto por ligação (solicitações/ligação)
-	*Atendimento em tempo às reclamações (%)
Indicadores Econômico-Financeiros	
I005	Faturamento médio de água (R\$/m ³)
I012	*Índice de desempenho financeiro (%)
I026	Custo médio de água faturada (R\$/m ³)
I029	*Inadimplência (%)
-	*Endividamento sobre o patrimônio líquido (%)
-	*Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%)
I062	*Liquidez geral (%)

*indicadores para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário

Fonte: ABAR (2006)

2.5.3 International Water Association (IWA)

Segundo Alegre (1997), devido à aparente importância dos indicadores de gestão, no início da década de 1990, a então IWSA (International Water Supply Association) escolheu o tema dos indicadores de gestão para um de seus congressos mundiais. Como não apareceram resumos para o tema, o congresso foi cancelado. Entretanto, em uma pesquisa posterior realizada pela IWSA, com cerca de 150 dirigentes de abastecimentos de água de todo o mundo, cerca de quatro anos após o fracasso do congresso, ficou demonstrado que os

indicadores de gestão, juntamente com as perdas de água, eram os temas de maior interesse dentre as companhias (SILVA, N. A. S. & JÚNIOR, E. L.)

Foi nesse contexto que apareceu, em nível internacional, a International Water Association (IWA), com a divulgação de manuais de indicadores de desempenho nas esferas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O primeiro manual de indicadores de desempenho para sistemas de abastecimento de água elaborado pela IWA foi publicado no ano 2000. O trabalho contou com a participação de um número relevante de operadores e reguladores de vários países. Os principais objetivos do manual são:

- fornecer um quadro de referência de indicadores de desempenho que sirva como um instrumento de apoio para as entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água;
- possibilitar futuras comparações entre entidades gestoras no âmbito de iniciativas de práticas de melhoria;
- disponibilizar subconjuntos de indicadores para uso por parte das entidades reguladoras, mediante necessidades específicas (ALEGRE et al., 2000, apud, VON SPERLING, 2010).

Em 2006, a IWA publicou a segunda edição do manual de indicadores de desempenho para sistemas de abastecimento de água, que é um documento com referência mundial no tema. A segunda edição apresenta uma versão consolidada dos indicadores de desempenho propostos durante o período de teste da plataforma original (BOAVENTURA, 2013).

A Tabela 2.7 descreve os indicadores propostos pela IWA na segunda edição do manual.

Tabela 2.7 - Indicadores de desempenho propostos pela IWA

Indicadores de desempenho de recursos hídricos
WR1 - Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)
WR2 - Disponibilidade de recursos hídricos (%)
WR3 - Disponibilidade de recursos hídricos próprios (%)
WR4 - Água reutilizada no abastecimento (%)

Tabela 2.7 - Indicadores de desempenho propostos pela IWA (continuação)

Indicadores de desempenho de Recursos Humanos	
PESSOAL TOTAL	QUALIFICAÇÃO DO PESSOAL
Pe1 - Empregados por ramal ($n^{\circ}/1000$ ramais)	Pe16 - Pessoal com formação universitária (%)
Pe2 - Empregados por água produzida ($n^{\circ}/(10^6 m^3/ano)$)	Pe17 - Pessoal com a escolaridade mínima obrigatória (%)
PESSOAL POR FUNÇÃO PRINCIPAL	Pe18 - Pessoal com outras qualificações (%)
Pe3 - Pessoal afecto à gestão global (%)	FORMAÇÃO DO PESSOAL
Pe4 - Pessoal afecto à gestão de recursos humanos (%)	Pe19 - Tempo total de formação (horas/empregado/ano)
Pe5 - Pessoal afecto à gestão financeira e comercial (%)	Pe20 - Formação interna (horas/empregado/ano)
Pe6 - Pessoal afecto à gestão de clientes (%)	Pe21 - Formação externa (horas/empregado/ano)
Pe7 - Pessoal afecto à gestão técnica (%)	SAÚDE E SEGURANÇA DO PESSOAL
Pe8 - Pessoal afecto ao planeamento, ao projecto e à construção (%)	Pe22 - Acidentes de trabalho ($n^{\circ}/empregado/ano$)
Pe9 - Pessoal afecto à operação e à manutenção (%)	Pe23 - Absentismo (dias/empregado/ano)
PESSOAL DA GESTÃO TÉCNICA POR TIPO DE ACTIVIDADE	Pe24 - Absentismo por acidente de trabalho ou doença (dias/empregado/ano)
Pe10 - Pessoal afecto à gestão dos recursos hídricos e origens de água ($n^{\circ}/(10^6 m^3/ano)$)	Pe25 - Absentismo por outras razões (dias/empregado/ano)
Pe11 - Pessoal afecto à captação e ao tratamento ($n^{\circ}/(10^6 m^3/ano)$)	HORAS EXTRAORDINÁRIAS
Pe12 - Pessoal afecto aos sistemas de adução, armazenamento e distribuição ($n^{\circ}/100$ km)	Pe26 - Horas extraordinárias (%)
Pe13 - Pessoal afecto à monitorização da qualidade da água ($n^{\circ}/(1000$ testes/ano))	
Pe14 - Pessoal afecto à gestão de contadores ($n^{\circ}/1000$ contadores)	
Pe15 - Pessoal dos serviços de apoio (%)	
Indicadores de desempenho de qualidade de serviço	
SERVIÇO	Qualidade da água fornecida
Cobertura	QS18 - Qualidade da água fornecida (%)
QS1 - Alojamentos servidos (%)	QS19 - Qualidade organoléptica (%)
QS2 - Edifícios servidos (%)	QS20 - Qualidade microbiológica (%)
QS3 - População servida (%)	QS21 - Qualidade físico-química (%)
QS4 - População servida por ramais (%)	QS22 - Qualidade relativa à radioactividade (%)
QS5 - População servida por fontanários ou outros pontos de consumo público (%)	QS23 - Eficiência no estabelecimento de ligações (dias)
Fontanários ou outros pontos de consumo público	QS24 - Tempo de instalação de novos contadores (dias)
QS6 - Pontos de consumo público operacionais (%)	QS25 - Eficiência na reparação de ligações (dias)
QS7 - Distância média dos pontos de consumo público aos consumidores (m)	RECLAMAÇÕES
QS8 -Capitação de água consumida em pontos de consumo público (l/hab.dia))	QS26 - Reclamações de serviço por ramal (n° reclamações/1000 ramais/ano)
QS9 - População por torneira pública (hab/torneira)	QS27 - Reclamações de serviço por cliente (n° reclamações/cliente/ano)
Pressão e continuidade do serviço	QS28 - Reclamações sobre a pressão (%)
QS10 - Adequação da pressão de serviço (%)	QS29 - Reclamações sobre a continuidade do serviço (%)
QS11 - Adequação do abastecimento na adução (%)	QS30 - Reclamações sobre a qualidade da água (%)
QS12 - Continuidade do abastecimento (%)	QS31 - Reclamações sobre restrições ou interrupções (%)
QS13 - Interrupções de fornecimento (%)	QS32 - Reclamações e pedidos de esclarecimento relativos à faturação (%)
QS14 - Interrupções por ramal ($n^{\circ}/1000$ ramais/ano)	QS33 - Outras reclamações e pedidos de esclarecimento
QS15 - Interrupções por ponto de entrega ($n^{\circ}/ponto$ de entrega/ano)	QS34 - Resposta a reclamações escritas (%)
QS16 - População sujeita a restrições ao uso de água (%)	
QS17 - Dias com restrições ao uso de água (%)	

Tabela 2.7 - Indicadores de desempenho propostos pela IWA (continuação)

Indicadores de desempenho infraestruturais	
TRATAMENTO	ADUÇÃO E DE DISTRIBUIÇÃO
Ph1 - Utilização das estações de tratamento (%)	Ph8 - Densidade de válvulas (nº/km)
ARMAZENAMENTO	Ph9 - Densidade de hidrantes (nº/km)
Ph2 - Capacidade de reserva de água bruta (dias)	Ph10 - Densidade de medidores de z.m.c (nº/1000 ramais)
Ph3 - Capacidade de reserva de água tratada (dias)	Ph11 - Densidade de contadores de clientes (nº/ramal)
BOMBAGEM	Ph12 - Clientes com contador (nº/cliente)
Ph4 - Utilização da capacidade de bombeamento (%)	Ph13 - Clientes domésticos com contador (nº/cliente)
Ph5 - Consumo de energia normalizado (kWh/m ³ /100m)	AUTOMAÇÃO E CONTROLO
Ph6 - Consumo de energia reactiva (%)	Ph14 - Grau de automação (%)
Ph7 - Recuperação de energia (%)	Ph15 - Grau de controlo remoto (%)
Indicadores de desempenho operacionais	
INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DE INFRAESTRUTURAS	PERDAS DE ÁGUA
Inspeção de infraestruturas	Op23 - Perdas de água por ramal (m ³ /ramal/ano)
Op1 - Inspeção de grupos eletrobomba (nº/ano)	Op24 - Perdas de água por comprimento de conduta (m ³ /km/dia)
Op2 - Limpeza de reservatórios (nº/ano)	Op25 - Perdas aparentes (%)
Op3 - Inspeção das redes (%/ano)	Op26 - Perdas aparentes por volume de água entrada no sistema (%)
Op4 - Controlo de fugas (%/ano)	Op27 - Perdas reais por ramal (l/ramal/dia com sistema em pressão)
Op5 - Reparações por controlo activo de fugas (nº/100km/ano)	Op28 - Perdas reais por comprimento de conduta (l/km/dia com sistema em pressão)
Op6 - Inspeção de hidrantes (nº/ano)	Op29 - Índice infra-estrutural de fugas (-)
Calibração de instrumentação	AVARIAS
Op7 - Calibração de medidores de caudal de sistema (nº/ano)	Op30 - Avarias em grupos eletrobomba (dias/grupo/ano)
Op8 - Substituição de medidores de caudal (nº/ano)	Op31 - Avarias em condutas (nº/100km/ano)
Op9 - Calibração de medidores de pressão (nº/ano)	Op32 - Avarias em ramais (nº/1000 ramais/ano)
Op10 - Calibração de medidores de nível (nº/ano)	Op33 - Avarias em hidrantes (nº/1000 hidrantes/ano)
Op11 - Calibração de equipamento de medição para monitorização de qualidade da água instalado em linha (nº/ano)	Op34 - Falhas de abastecimento elétrico (horas/estação elevatória/ano)
Inspeção de equipamento elétrico e de transmissão de sinal	Op35 - Falhas de fontanários (%)
Op12 - Inspeção de equipamentos de emergência (nº/ano)	MEDIÇÃO DE CAUDAL
Op13 - Inspeção de equipamentos de transmissão de sinal (nº/ano)	Op36 - Eficiência de leitura dos contadores dos clientes (nº)
Op14 - Inspeção de quadros elétricos (nº/ano)	Op37 - Eficiência de leitura dos contadores domésticos (nº)
Op15 - Disponibilidade de veículos (nº/100 km)	Op38 - Percentagem de contadores operacionais (%)
REABILITAÇÃO DE CONDUTAS, DE VÁLVULAS E DE RAMAIS	Op39 - Água não medida (%)
Op16 - Reabilitação de condutas (%/ano)	MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA
Op17 - Renovação de condutas (%/ano)	Op40 - Análises realizadas (%)
Op18 - Substituição de condutas (%/ano)	Op41 - Análises organolépticas realizadas (%)
Op19 - Substituição de válvulas (%/ano)	Op42 - Análises microbiológicas realizadas (%)
Op20 - Reabilitação de ramais (%/ano)	Op43 - Análises físico-químicas realizadas (%)
REABILITAÇÃO DE GRUPOS ELETROBOMBA	Op44 - Análises à radioactividade realizadas (%)
Op21 - Recuperação de grupos eletrobomba (%/ano)	
Op22 - Substituição de grupos eletrobomba (%/ano)	

Tabela 2.7 - Indicadores de desempenho propostos pela IWA (continuação)

Indicadores de desempenho económico-financeiros	
PROVEITOS	INVESTIMENTO
Fi1 - Proveito unitário (€/m ³)	Fi25 - Investimento unitário (€/m ³)
Fi2 - Proveitos de vendas (%)	Fi26 - investimento para construção de sistemas ou reforço dos existentes (%)
Fi3 - Outros proveitos (%)	Fi27 - Investimento para substituição e renovação de infraestruturas existentes (%)
CUSTOS	PREÇO MÉDIO DE VENDA DE ÁGUA
Fi4 - Custo unitário total (€/m ³)	Fi28 - Preço médio de venda para consumo direto (€/m ³)
Fi5 - Custos unitários correntes (€/m ³)	Fi29 - Preço médio de venda de água exportada (€/m ³)
Fi6 - Custos unitários de capital (€/m ³)	INDICADORES DE EFICIÊNCIA
Composição dos custos correntes por tipo de custo	Fi30 - Rácio de cobertura dos custos (-)
Fi7 - Custos de pessoal (%)	Fi31 - Rácio de cobertura dos custos correntes (-)
Fi8 - Custos de serviços externos (%)	Fi32 - Atraso médio de recebimentos (dias equivalentes)
Fi9 - Custos da água importada (bruta e tratada) (%)	Fi33 - Rácio de reposição do imobilizado (-)
Fi10 - Custos de energia elétrica (%)	Fi34 - Taxa de cobertura do investimento (%)
Fi11 - Outros custos correntes (%)	Fi35 - Idade média do imobilizado corpóreo (%)
Composição dos custos correntes por tipo de função da entidade gestora	Fi36 - Rácio anual médio de amortizações (-)
Fi12 - Custos das funções de gestão global (%)	Fi37 - Rácio de aumento de dívida dos clientes (-)
Fi13 - Custos das funções de gestão de recursos humanos (%)	Fi38 - Valor do inventário (-)
Fi14 - Custos das funções financeiras e comerciais (%)	INDICADORES DE "ALAVANCAGEM"
Fi15 - Custos das funções de serviço ao cliente (%)	Fi39 - Taxa de cobertura do serviço da dívida (%)
Fi16 - Custos das funções técnicas (%)	Fi40 - Rácio de solvabilidade (-)
Composição dos custos correntes por tipo de atividade (%)	INDICADOR DE LIQUIDEZ
Fi17 - Custos da gestão dos recursos hídricos e origens de água (%)	Fi41 - Rácio de liquidez geral (-)
Fi18 - Custos da captação e do tratamento (%)	INDICADORES DE RENDIBILIDADE
Fi19 - Custos da adução, do armazenamento e da distribuição (%)	Fi42 - Rendibilidade do imobilizado (%)
Fi20 - Custos da monitorização da qualidade da água (%)	Fi43 - Rendibilidade dos capitais próprios (%)
Fi21 - Custos da gestão de contadores (%)	Fi44 - Rendibilidade do capital investido (%)
Fi22 - Custos dos serviços de apoio (%)	Fi45 - Rácio de rotação do ativo (-)
Composição dos custos de capital	PERDAS DE ÁGUA
Fi23 - Amortizações (%)	Fi46 - Água não faturada em termos de volume (%)
Fi24 - Custos financeiros líquidos (%)	Fi47 - Água não faturada em termos de custo (%)

Fonte: Boaventura (2013)

2.5.4 Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR)

Em Portugal, a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), antes Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR), iniciou, no ano de 2004, a avaliação anual da qualidade de serviço das entidades concessionárias gestoras de serviços de água e resíduos, construindo um conjunto de indicadores que, posteriormente, viria a ser intitulado “Sistema de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores – 1ª Geração do sistema de indicadores de qualidade de serviço” (Ver Tabela 2.8) (ERSAR & LNEC, 2009).

Tabela 2.8 - Indicadores de desempenho propostos pela ERSAR – 1ª Geração

INDICADORES DE DESEMPENHO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA - 1ª Geração
Defesa dos interesses dos utilizadores
Acessibilidade do serviço aos utilizadores
AA01 - Cobertura do serviço (%)
AA02 - Preço médio do serviço (€/m ³)
Qualidade do serviço prestado aos utilizadores
AA03 - Falhas no abastecimento [(n.º/(ponto de entrega . ano) ou n.º/(10 ³ ramais . ano)]
AA04 - Análises de água realizadas (%)
AA05 - Qualidade da água fornecida (%)
AA06 - Resposta a reclamações escritas (%)
Sustentabilidade da entidade gestora
Sustentabilidade económico-financeira da entidade gestora
AA07 - Rácio de cobertura dos custos operacionais (-)
AA08 - Custos operacionais unitários (€/m ³)
AA09 - Rácio de solvabilidade (-)
AA10 - Água não facturada (%)
Sustentabilidade infra-estrutural da entidade gestora
AA11 - Cumprimento do licenciamento das captações de água (%)
AA12 - Utilização das estações de tratamento (%)
AA13 - Capacidade de reserva de água tratada (d)
AA14 - Reabilitação de condutas (%/ano)
AA15 - Reabilitação de ramais (%/ano)
Sustentabilidade operacional da entidade gestora
AA16 - Avarias em condutas [n.º/(100 km . ano)]
Sustentabilidade em recursos humanos da entidade gestora
AA17 - Recursos humanos [n.º/(10 ⁶ m ³ . ano) ou n.º/(10 ³ ramais . ano)]
Sustentabilidade ambiental
AA18 - Ineficiência da utilização de recursos hídricos (%)
AA19 - Eficiência energética de instalações elevatórias [kWh/(m ³ x 100 m)]
AA20 - Destino final de lamas do tratamento (%)

Fonte: Boaventura (2013)

No entanto, o sistema de avaliação que vigorou entre 2004 e 2010 foi substituído. A ERSAR entendeu que, depois de seis anos de aplicação, era interessante rever o sistema de avaliação da qualidade do serviço, a fim de introduzir algumas melhorias e corrigir alguns aspectos em busca de uma maior funcionalidade e rigor técnico, bem como uma maior aplicabilidade a todo o universo de unidades gestoras, mantendo a essência do sistema (ERSAR & LNEC, 2012).

Foi então que surgiu, como mostra a Tabela 2.9, a 2ª Geração do sistema de indicadores de qualidade de serviço.

Tabela 2.9 - Indicadores de desempenho propostos pela ERSAR – 2ª Geração

INDICADORES DE DESEMPENHO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA - 2ª Geração
Adequação da interface com o utilizador
Acessibilidade do serviço aos utilizadores
AA01 - Acessibilidade física do serviço (%)
AA02 - Acessibilidade económica do serviço (%)
Qualidade do serviço prestado aos utilizadores
AA03 - Ocorrência de falhas no abastecimento [(n.º/(ponto de entrega . ano) ou n.º/(10 ³ ramais . ano)]
AA04 - Água Segura (%)
AA05 - Resposta a reclamações e sugestões (%)
Sustentabilidade da gestão do serviço
Sustentabilidade económica
AA06 - Cobertura dos gastos totais (-)
AA07 - Adesão ao serviço (%)
AA08 - Água não facturada (%)
Sustentabilidade infra-estrutural
AA09 - Adequação da capacidade de tratamento (%)
AA10 - Reabilitação de condutas (%/ano)
AA11 - Ocorrência de avarias em condutas [n.º/(100 km . ano)]
Produtividade física dos recursos humanos
AA12- Adequação dos recursos humanos [n.º/(10 ⁶ m ³ . ano) ou n.º/(10 ³ ramais . ano)]
Sustentabilidade ambiental
Eficiência na utilização de recursos ambientais
AA13 - Perdas reais de água [m ³ /(km.dia)]ou [l/(ramal.dia)]
AA14 - Cumprimento do licenciamento das captações (%)
AA15 - Eficiência energética de instalações elevatórias [kWh/(m ³ x 100 m)]
Eficiência na prevenção da poluição
AA16 - Destino de lamas do tratamento (%)

Fonte: Boaventura (2013)

2.6 O papel dos indicadores na construção de um índice

Em estudos envolvendo indicadores de desempenho, é comum que o pesquisador se depare com a necessidade de fazer a distinção entre dois termos que, por vezes, são erroneamente considerados sinônimos: índice e indicador. Tal equívoco pode acontecer porque a construção de um, o índice, é fundamentada a partir do uso do outro, o indicador.

Para Mueller et al. (1997), um indicador pode ser um dado individual ou um agregado de informações, enquanto que, segundo Shields et al. (2002), um índice revela o estado de um sistema (composto por indicadores, por exemplo) ou fenômeno.

Embora em uma análise superficial índice e indicador possam apresentar o mesmo significado, um índice é o resultado de um cálculo que contemplou a agregação de um conjunto de indicadores. Khanna (2000) define índice como um indicador de alta categoria.

É importante destacar que um índice pode ser a junção de diferentes subíndices. Por exemplo, um índice de desempenho do serviço de abastecimento de água para um

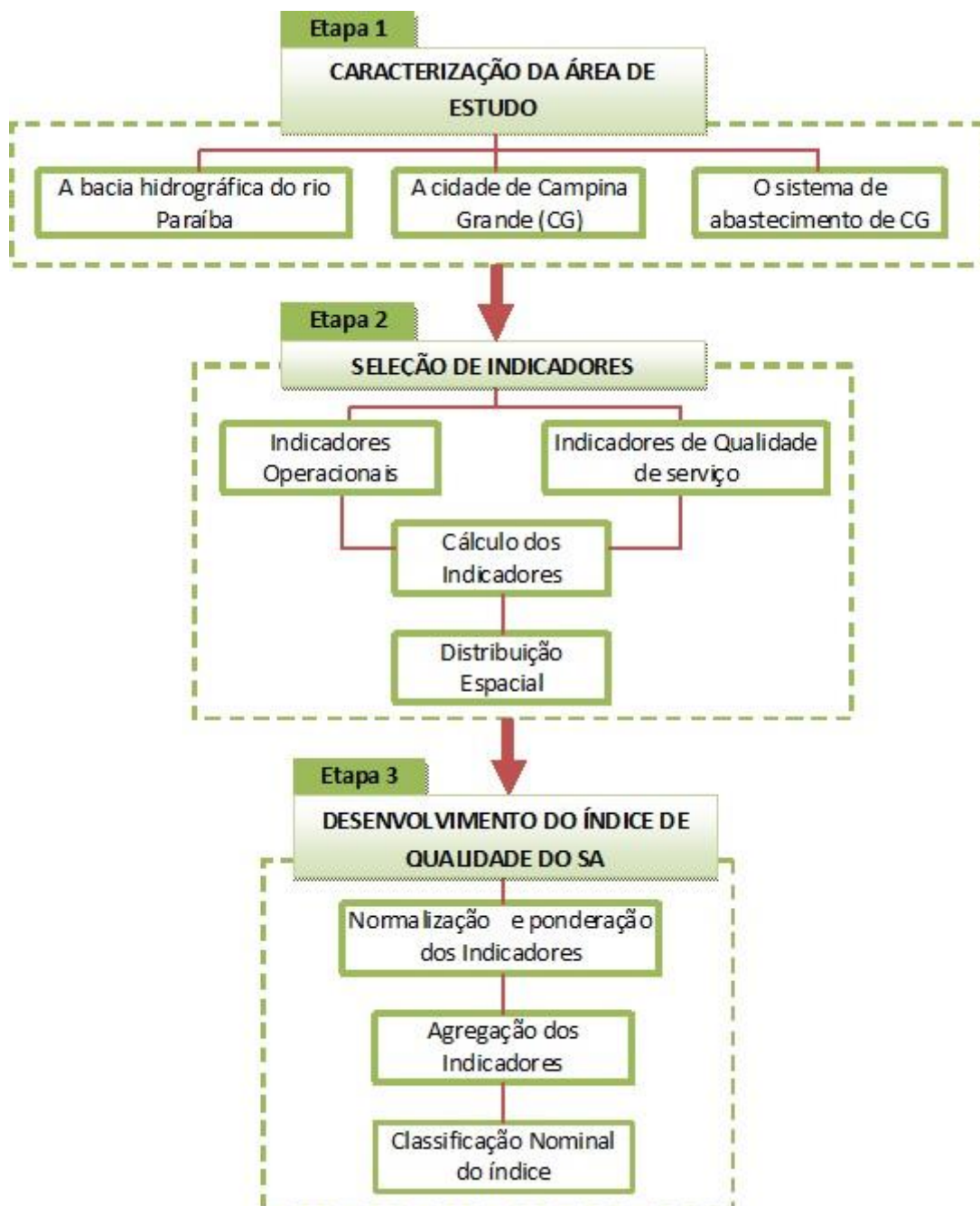
determinado município pode ser fruto da junção de subíndices formados por distintas categorias de indicadores, ou seja, indicadores operacionais, indicadores de qualidade do serviço, indicadores econômico-financeiros, indicadores administrativos etc.

Na avaliação ambiental de um determinado sistema, a sustentabilidade do mesmo, que pode ser representada por meio do cálculo de um índice geral de desempenho, é mais fielmente interpretada quando o número e os tipos de indicadores são os mais abrangentes possíveis.

3. METODOLOGIA

Tendo como objetivo deste trabalho a obtenção de um índice de desempenho do serviço de abastecimento de água da cidade de Campina Grande, três etapas metodológicas foram realizadas: a caracterização da área de estudo, a obtenção de indicadores operacionais e de qualidade, e o desenvolvimento do índice propriamente dito a partir dos indicadores. A Figura 3.1 apresenta um diagrama esquemático das etapas metodológicas.

Figura 3.1 – Diagrama esquemático das etapas metodológicas

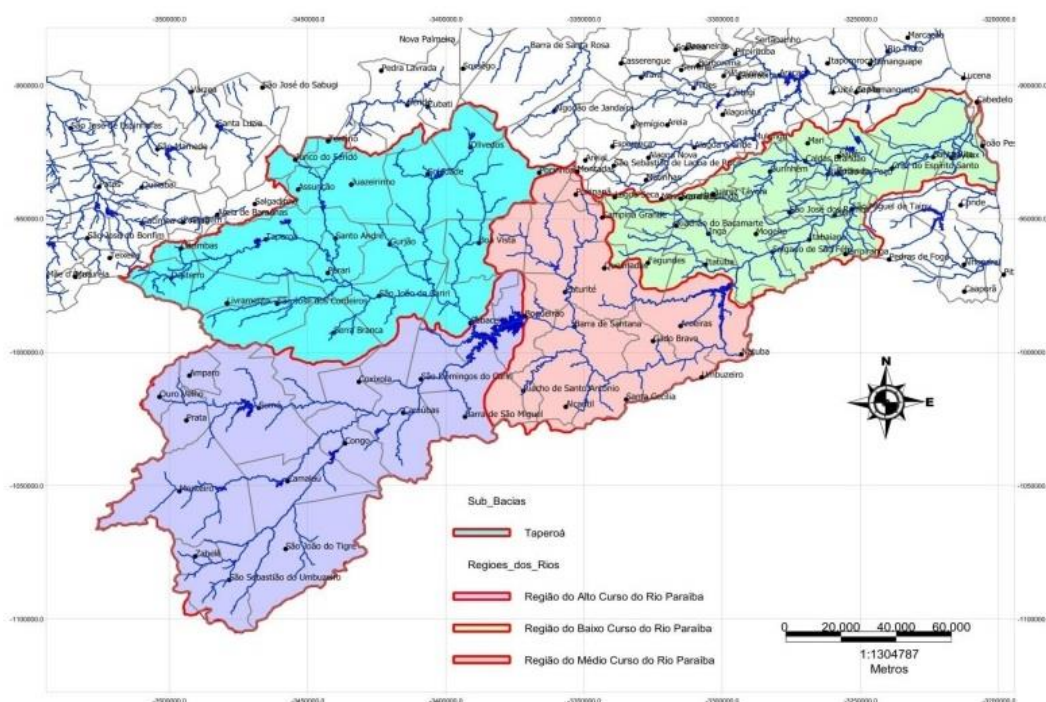


3.1. Caracterização da área de estudo

3.1.1 A bacia hidrográfica do Rio Paraíba

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (Figura 3.2) está localizada no Estado da Paraíba, entre as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e as longitudes 34°48'35" e 37°2'15" Oeste, possuindo uma área de 20.071,83 km² e sendo subdividida nas regiões hidrográficas do Alto, Médio e Baixo Paraíba e na Sub-bacia do Rio Taperoá. É a principal bacia hidrográfica de domínio estadual, estando nela incluídos os municípios de João Pessoa (capital do Estado) e Campina Grande, assim como outros 83 municípios inseridos total ou parcialmente na bacia (OGATA, 2014).

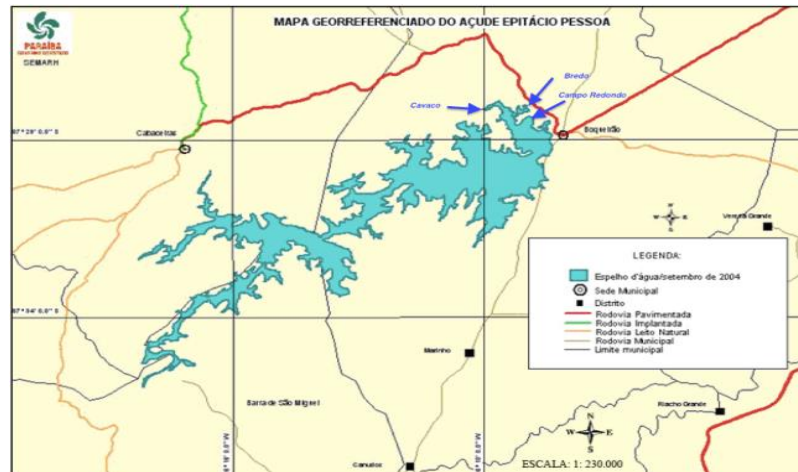
Figura 3.2 - Bacia hidrográfica do Rio Paraíba



Fonte: Ogata (2014)

O mais importante manancial da bacia é o açude Epitácio Pessoa, conhecido como açude de Boqueirão, que abastece a cidade de Campina Grande e está localizado no município de Boqueirão, a 45 quilômetros de Campina Grande (Figura 3.3). O açude foi construído para armazenar um volume de 575.000.000 m³, entretanto, devido ao assoreamento do mesmo, atualmente, a capacidade total é de 411.686.287 m³.

Figura 3.3 - Mapa georreferenciado do açude Epitácio Pessoa



Fonte: AESA (2004), apud, Vasconcelos et al. (2012)

Devido ao longo período de estiagem que começou no ano de 2011 e continua até o presente ano de 2015, o açude Epitácio Pessoa tem apresentado reduções significativas do volume armazenado. No mês de março de 2014, o açude de Boqueirão possuía 133.780.000 m³ de água, o equivalente a 32,5% da capacidade total de armazenamento. Um ano depois, em março de 2015, o açude Epitácio Pessoa apresentava uma redução de um terço em seu volume, possuindo apenas 21,5% do volume total do reservatório, equivalente ao volume de 88.338.000 m³, segundo dados da AESA (Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba), responsável pelo gerenciamento do açude.

A Figura 3.4 retrata a evolução mensal do volume de água armazenado no açude Epitácio Pessoa nos últimos 12 meses.

Figura 3.4 - Evolução do volume armazenado no açude Epitácio Pessoa no período 04/2014-01/2015



Fonte: AESA (2015)

A partir de dezembro de 2014, tendo em vista o agravamento da situação hídrica na bacia hidrográfica, a medida emergencial encontrada pela concessionária responsável pelo sistema de abastecimento de água foi o acionamento de um plano de racionamento para os municípios atendidos pelo manancial Epitácio Pessoa.

3.1.2 A cidade de Campina Grande

A cidade de Campina Grande está localizada no interior do estado da Paraíba, a 120 km da capital João Pessoa, e tem coordenadas geográficas de 7°13'50'' S e 35°52'52'' W. Segundo dados do IBGE (2010), a área urbana apresenta uma população de 367.209 habitantes, distribuída em 50 bairros (conforme Quadro 3.1), sendo, portanto, a segunda maior área urbana do estado.

Quadro 3.1. Lista com os 50 bairros de Campina Grande

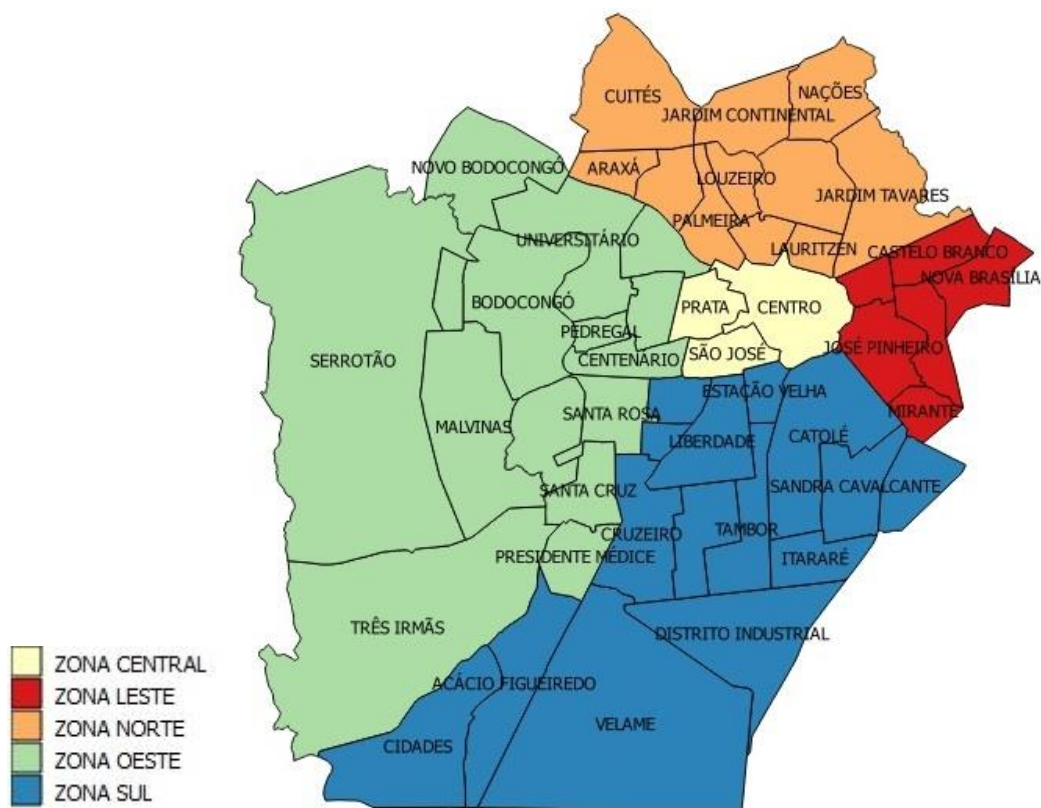
BAIRROS DA ZONA URBANA DE CAMPINA GRANDE		
1. Acácio Figueiredo	18. Itararé	35. Pedregal
2. Alto Branco	19. Jardim Continental	36. Prata
3. Araxá	20. Jardim Paulistano	37. Presidente Médici
4. Bairro das Cidades	21. Jardim Quarenta	38. Quarenta
5. Bairro das Nações	22. Jardim Tavares	39. Ramadinha
6. Bela Vista	23. Jeremias	40. Sandra Cavalcante
7. Bodocongó	24. José Pinheiro	41. Santa Cruz
8. Castelo Branco	25. Lauritzen	42. Santa Rosa
9. Catolé	26. Liberdade	43. Santo Antônio
10. Centenário	27. Louzeiro	44. São José
11. Centro	28. Malvinas	45. Serrotão
12. Conceição	29. Mirante	46. Tambor
13. Cruzeiro	30. Monte Castelo	47. Três Irmãs
14. Cuités	31. Monte Santo	48. Universitário
15. Dinamérica	32. Nova Brasília	49. Velame
16. Distrito Industrial	33. Novo Bodocongó	50. Vila Cabral
17. Estação Velha	34. Palmeira	

Fonte: Elaborado pelo autor

Campina Grande é classificada como centro submetropolitano de acordo com a hierarquia da rede urbana brasileira, sendo privilegiada por sua equidistância em relação aos principais centros nordestinos, permitindo que a mesma possa atuar como centro receptor e distribuidor de matéria-prima e mão de obra. Em conjunto com a capital João Pessoa, exerce grande influência de caráter político, cultural, educacional, social e econômico sobre os municípios vizinhos (SILVA JUNIOR, 2009, apud, CAMINHA 2014).

A sede municipal tem uma área de aproximadamente 340 km², sendo seus bairros distribuídos nas zonas Norte, Sul, Leste, Oeste e Central, de acordo com o ilustrado na Figura 3.5.

Figura 3.5 - Distribuição espacial dos bairros da cidade de Campina Grande - PB



Fonte: Elaborada pelo autor

3.1.3 O Sistema de Abastecimento de Campina Grande (SACG)

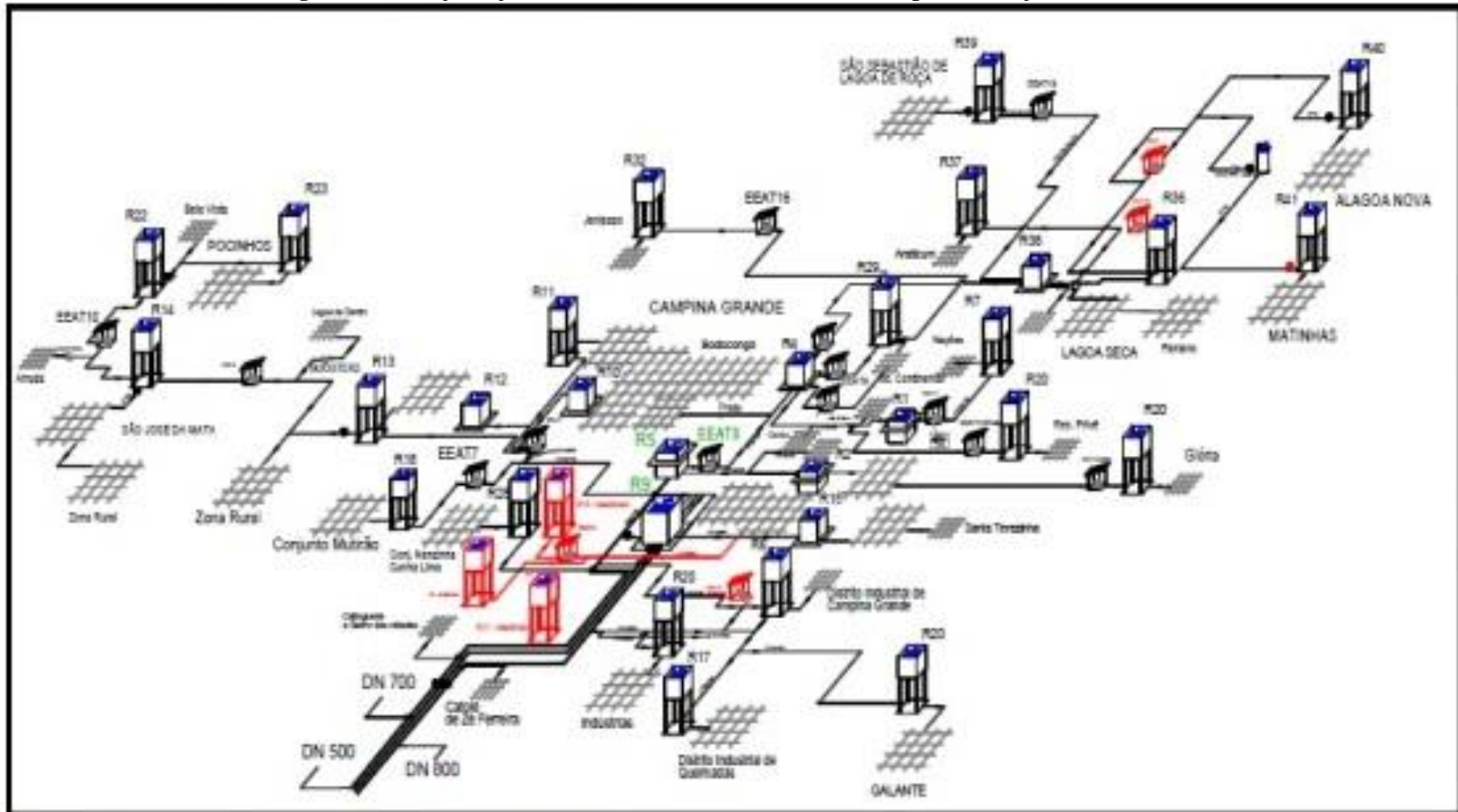
O Sistema de Abastecimento de Campina Grande (SACG), operado pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), é abastecido pelo açude Epitácio Pessoa e atende a outras oito cidades: Queimadas, Barra de Santana e Caturité, que possuem adutoras próprias para realizar o atendimento; e Alagoa Nova, Lagoa Seca, São Sebastião de Lagoa de Roça,

Matinhas e Pocinhos, que são abastecidas a partir da rede de distribuição de Campina Grande (Meneses, 2011).

Após captação no açude, a água é tratada e recalçada para a cidade de Campina Grande através de duas elevatórias. Da primeira elevatória partem duas adutoras de aço: uma com DN 500 e a outra com DN 700. Da segunda elevatória sai a terceira adutora com DN 800. Ao longo do tempo, foram realizadas diversas derivações nas três adutoras. Tais derivações ocorreram com a justificativa de possibilitar o abastecimento de áreas de expansão da cidade. Nenhuma havia sido prevista no projeto do sistema de distribuição de água da cidade de Campina Grande (Meneses, 2011).

O sistema de abastecimento de água de Campina Grande conta com reservatórios de armazenamento de água distribuídos em vários pontos da cidade, sendo os principais R-9 (com capacidade para 29.000 m³) e R-5 (com capacidade para 8.000 m³). A Figura 3.6 apresenta um croqui esquemático das três adutoras, da rede de distribuição e de alguns reservatórios que compõem o SACG.

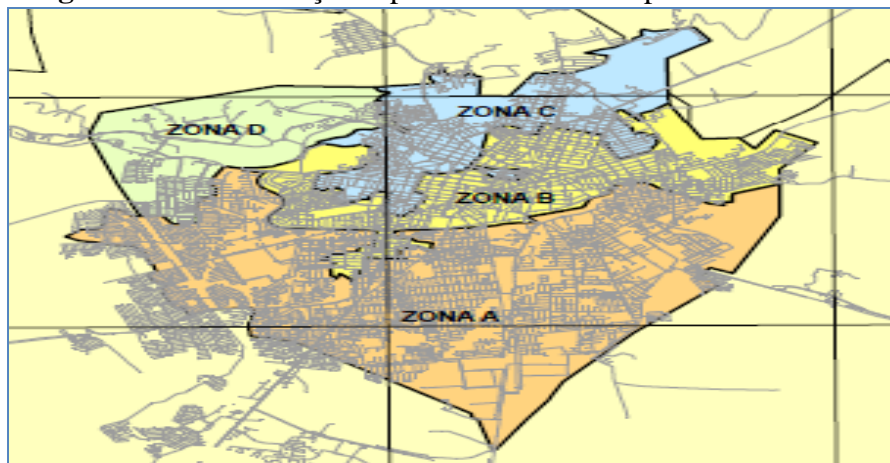
Figura 3.6 - Croqui esquemático do sistema de abastecimento de água de Campina Grande (PB)



Fonte: Meneses (2011)

Em virtude do relevo da cidade de Campina Grande, a rede de distribuição foi subdividida em quatro zonas de pressão denominadas A, B, C e D (Figura 3.7). De acordo com Meneses (2011), o reservatório R-09 recebe água das três adutoras (DN 500, 700 e 800) e distribui para as zonas de pressão A e D. Já as zonas B e C são abastecidas apenas a partir da adutora de DN 700, que alimenta o reservatório R-05.

Figura 3.7 - Distribuição espacial das zonas de pressão do SACG



Fonte: Meneses (2011)

A Tabela 3.1 apresenta as zonas de pressão do sistema, os respectivos bairros atendidos por cada zona e o número de economias em cada zona no ano de 2011.

Tabela 3.1 - Zonas de pressão do SACG

ZONA	PRINCIPAIS BAIRROS	NÚMERO DE ECONOMIAS
A	Quarenta, Liberdade, Cruzeiro, Santa Rosa, Jardim Paulistano, Catolé, Mirante, José Pinheiro, Malvinas, Presidente Médici e Distrito Industrial.	75.345
B e C	Centro, Santo Antonio, São José, Prata, Centenário, Alto Branco, Juracy Palhano, Nações, Cuités, Palmeira, Prata, Monte Santo, Conjunto dos Professores, o distrito de Jenipapo e cidades de Lagoa Seca, Alagoa Nova, São Sebastião de lagoa de Roça e Matinhas.	50.445
D	Jeremias, Bodocongó, São Januário, Severino Cabral, Lagoa de Dentro, São José da Mata, zona rural de São José da Mata e a cidade de Pocinhos	16.904
TOTAL		130.839

Fonte: Meneses (2011)

As zonas de pressão do SACG foram estabelecidas com o objetivo de garantir que todas as áreas da cidade sejam devidamente atendidas.

Segundo a CAGEPA (2014), a rede de distribuição sofreu expansão ao longo do tempo. Essa expansão pode ser percebida pelo aumento do número de economias do sistema, que passou de 130.839, em 2011, para 146.219, em janeiro de 2014 (entre residenciais, comerciais, industriais e públicas) e distribuídas nas quatro zonas de pressão. Tal fato se deu muito em função do crescimento populacional e pela necessidade do sistema ter que suprir uma demanda maior. É interessante destacar que essa expansão na cobertura do sistema também contribuiu para um aumento no índice de reclamações e problemas de atendimento.

3.2 Obtenção de indicadores operacionais e de qualidade

3.2.1 Seleção e cálculo de indicadores

Como segunda etapa metodológica dessa pesquisa, foram selecionados indicadores operacionais e de qualidade que irão compor o índice geral de desempenho do serviço de abastecimento de água da cidade de Campina Grande.

A seleção desses indicadores foi feita a partir de um levantamento bibliográfico com o intuito de buscar os indicadores de desempenho do serviço de abastecimento de água mais comumente usados em trabalhos nos âmbitos nacional e internacional. As entidades utilizadas como parâmetro para escolha de tais indicadores foram o SNIS, a ABAR, o IWA e a ERSAR, todas descritas na etapa de fundamentação teórica.

A escolha dos indicadores também foi fundamentada em alguns fatores como a associação dos mesmos com as características e realidade da cidade de Campina Grande no que se refere ao abastecimento de água, acessibilidade de dados e confiabilidade da fonte.

A partir dos critérios descritos, a Tabela 3.2 apresenta os indicadores selecionados e explorados neste trabalho.

Tabela 3.2 - Indicadores selecionados para o trabalho

Indicadores Operacionais	Sigla	Unidade
Indicador de Hidrometração	IO ₁	%
Indicador Consumo Médio per Capita de Água	IO ₂	L/hab.dia
Indicador de Atendimento Urbano de Água	IO ₃	%
Indicador de Perdas na Distribuição	IO ₄	%
Indicadores de Qualidade do Serviço	Sigla	Unidade
Indicador de Frequência de paralisações no sistema	IQS ₁	economias/paralisação
Indicador de Incidência das análises de cloro residual livre fora do padrão	IQS ₂	%
Indicador de Incidência das análises de turbidez fora do padrão	IQS ₃	%
Indicador de Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	IQS ₄	%
Indicador de conformidade da quantidade de amostras – coliformes totais	IQS ₅	%
Indicador de conformidade da quantidade de amostras – cloro residual livre	IQS ₆	%
Indicador de conformidade da quantidade de amostras – turbidez	IQS ₇	%

Fonte: Elaborada pelo autor

O cálculo dos indicadores operacionais e de qualidade foi feito utilizando as equações pré-estabelecidas pelas entidades criadoras de cada indicador. Essas equações serão apresentadas a seguir.

1. Indicador de Hidrometração

$$IO_1 = \frac{\frac{A}{B} + \frac{C}{D}}{2} \cdot 100 \quad (1)$$

onde:

- IO₁: indicador de hidrometração;
- A: quantidade de ligações ativas de água micromedidas;
- B: quantidade de ligações ativas de água;

- C: quantidade de ligações ativas de água e esgoto micromedidas;
- D: quantidade de ligações ativas de água e esgoto.

O cálculo do índice de hidrometração leva em conta tanto as ligações de água quanto as ligações de água e esgoto. A CAGEPA tem efetuado a substituição dos hidrômetros na cidade de Campina Grande, o que irá elevar a confiabilidade das informações relativas aos volumes micromedidos no sistema.

2. Indicador de Consumo Médio per Capita de Água

$$IO_2 = \left(\frac{A}{B}\right) \cdot \left(\frac{1000000}{365}\right) \quad (2)$$

onde:

- IO₂: indicador de consumo médio per capita de água;
- A: volume de água consumido;
- B: população total atendida com abastecimento de água.

O consumo médio per capita de água para a cidade de Campina Grande foi fornecido pela CAGEPA.

3. Indicador de Atendimento Urbano de Água

$$IO_3 = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (3)$$

onde:

- IO₃: indicador de atendimento urbano de água;
- A: população do bairro com domicílio ligado à rede geral;
- B: população do bairro.

A CAGEPA aponta para uma universalização dos serviços de abastecimento de água, ou seja, uma cobertura de 100% dos domicílios ligados à rede geral de abastecimento. Entretanto, segundo dados recentes do IBGE (Censo, 2010), ainda há algumas áreas da cidade nas quais a água não chega à torneira da população. Para esta pesquisa, foram utilizados os dados obtidos através de uma plataforma do IBGE denominada Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), na qual são disponibilizadas tabelas com os dados do IBGE para o ano 2010. Através do cálculo desse índice, foi possível determinar as áreas da cidade nas quais há esse déficit de atendimento.

4. Indicador de Perdas na Distribuição

$$IO_4 = \frac{A - B}{A} \cdot 100 \quad (4)$$

onde:

- IO_4 : indicador de perdas na distribuição;
- A: volume de água produzido;
- B: volume de água consumido.

As informações para o cálculo deste indicador podem ser encontradas na plataforma de dados do SNIS, na qual são disponibilizados os volumes produzido e consumido por ano, sendo possível, desta forma, calcular o déficit na distribuição.

5. Indicador de ligações atingidas por paralisação

$$IQS_1 = \frac{A}{B} \quad (5)$$

onde:

- IQS_1 : indicador de ligações atingidas por paralisação;
- A: quantidade de ligações ativas atingidas por paralisações;
- B: quantidade de paralisações.

Para o cálculo desse indicador, foram consideradas as paralisações ocorridas entre Janeiro e Agosto de 2014. Os dados contendo os registros das paralisações ocorridas no período supracitado foram fornecidos pela CAGEPA, por meio de uma planilha Excel, contendo a data e a hora de fechamento do sistema, o motivo da paralisação, a área da cidade afetada, a previsão para reabertura do sistema e o número de ligações afetadas.

6. Indicador de incidência das análises de cloro residual fora do padrão

$$IQS_2 = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (6)$$

onde:

- IQS_2 : indicador de incidência das análises de cloro residual fora do padrão no bairro;
- A: quantidade de amostras de cloro residual analisadas em algum ponto de coleta no bairro e com resultados fora do padrão;
- B: quantidade de amostras de cloro residual analisadas em algum ponto de coleta no bairro.

Os cálculos desse indicador e dos dois indicadores 6 e 7 a seguir (indicador das análises de turbidez e coliformes totais fora do padrão) foram realizados tendo como base o resultado das análises de amostras de água obtidas entre Maio e Agosto de 2014 e a região da cidade na qual foi efetuada a coleta. Os dados contendo os registros das coletas realizadas no período supracitado foram fornecidos pela CAGEPA, em visita ao setor de Controle Físico-Químico e Bacteriológico da Água Distribuída. O ideal é que o monitoramento seja feito em uma escala temporal mínima de um ano, tendo em vista que, assim, é possível avaliar o indicador tanto no período seco quanto no chuvoso. Porém, embora a solicitação para obtenção dos dados relativos ao período de um ano tenha sido feita, a concessionária apenas disponibilizou os registros referentes aos quatro meses acima mencionados, que compreendem o período chuvoso na região.

7. Indicador de incidência das análises de turbidez fora do padrão

$$IQS_3 = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (7)$$

onde:

- IQS₃: indicador de incidência das análises de turbidez fora do padrão no bairro;
- A: quantidade de amostras de turbidez analisadas em algum ponto de coleta no bairro e com resultados fora do padrão;
- B: quantidade de amostras de turbidez analisadas em algum ponto de coleta no bairro.

8. Indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão

$$IQS_4 = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (8)$$

onde:

- IQS₄: indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão no bairro;
- A: quantidade de amostras de coliformes totais analisadas em algum ponto de coleta no bairro e com resultados fora do padrão;
- B: quantidade de amostras de coliformes totais analisadas em algum ponto de coleta no bairro.

Os indicadores 8, 9 e 10 estão relacionados à conformidade da quantidade de amostras avaliadas pela concessionária. Segundo o diagnóstico do plano de saneamento de Campina Grande (2014), o indicador de conformidade (IC) é uma importante ferramenta para avaliar a frequência com a qual está sendo monitorado o controle da qualidade da água, tanto no sistema (rede de distribuição, reservação), quanto na saída da estação de tratamento.

Este indicador é definido como a razão entre a quantidade de amostras analisadas e a quantidade mínima de amostras obrigatórias de um determinado parâmetro estabelecido pela Portaria 2.914/2011 e é considerado satisfatório para valores de IC maiores ou iguais a 1 (ou 100%).

9. Indicador de conformidade da quantidade de amostras – coliformes totais

$$IQS_5 = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (9)$$

onde:

- IQS_5 : índice de conformidade da quantidade de amostras de coliformes totais;
- A: quantidade de amostras de coliformes totais analisadas;
- B: quantidade mínima obrigatória de amostras de coliformes totais a serem analisadas.

A quantidade mínima obrigatória de amostras de coliformes totais a serem analisadas na água de abastecimento deve estar em conformidade com o apresentado na Tabela 3.3. Os cálculos desse indicador e dos indicadores 9 e 10 a seguir (indicador de conformidade da quantidade de amostras – turbidez e cloro residual livre) foram realizados tendo como base a quantidade de análises de amostras de água obtidas entre Maio e Agosto de 2014. Os dados contendo os registros das coletas realizadas no período supracitado foram fornecidos pela CAGEPA, em visita ao setor de Controle Físico-Químico e Bacteriológico da Água Distribuída.

Tabela 3.3 - Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.

Parâmetro	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)			
	População Abastecida			
	< 5.000 hab	5.000 a 20.000 hab	20.000 a 250.000 hab	> 250.000 hab
Coliformes totais	110	1 para cada 500 hab	30 + (1 para cada 2.000 hab)	105 + (1 para cada 5.000 hab) Máximo de 1.000
Escherichia coli				

Fonte: Portaria 2.914/2011

10. Indicador de conformidade da quantidade de amostras – cloro residual livre

$$IQS_6 = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (10)$$

onde:

- IQS_6 : indicador de conformidade da quantidade de amostras de cloro residual livre;

- A: quantidade de amostras de cloro residual livre analisadas;
- B: quantidade mínima obrigatória de amostras de cloro residual livre a serem analisadas.

De acordo com o Parágrafo 3º do Artigo 41 da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a quantidade mínima obrigatória de amostras de cloro residual a serem analisadas deve ser a mesma estabelecida para análises microbiológicas, como descrito na Tabela 3.3.

11. Indicador de conformidade da quantidade de amostras – turbidez

$$IQS_7 = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (11)$$

onde:

- IQS₇: indicador de conformidade da quantidade de amostras de turbidez;
- A: quantidade de amostras de turbidez analisadas;
- B: quantidade mínima obrigatória de amostras de turbidez a serem analisadas.

Igualmente ao indicador de cloro residual, a Portaria 2.914/2011 indica, no Parágrafo 3º do Artigo 41, que a quantidade mínima obrigatória de amostras de turbidez a serem analisadas deve ser a mesma estabelecida para análises microbiológicas, conforme apresentado na Tabela 3.3.

3.2.2 Distribuição espacial e avaliação dos indicadores

Alguns dos dados obtidos para a pesquisa são setoriais, o que possibilita a avaliação de alguns dos indicadores de forma mais detalhada, ou seja, é possível verificar como um determinado indicador se comporta espacialmente nas diversas áreas da cidade por meio da geração de mapas temáticos. Para tanto, foi utilizado um software denominado Quantum GIS (versão 2.0.1), que é um sistema de informação geográfica gratuito e licenciado pela General Public License – GNU.

A distribuição espacial, além de identificar as áreas mais problemáticas no que diz respeito ao serviço de abastecimento de água, serve como ferramenta de suporte à gestão,

auxiliando a prestadora de serviço e o poder público nas decisões a serem tomadas e no monitoramento das áreas atendidas pelo sistema.

Embora inicialmente um dos objetivos da pesquisa fosse fazer a distribuição espacial contemplando todos os indicadores do estudo, não foi possível devido à impossibilidade de obtenção de dados setoriais para alguns dos indicadores. Contudo, esses indicadores fizeram parte do cálculo do índice geral e serão discutidos posteriormente.

3.3. Desenvolvimento de Índice de Desempenho do Serviço de Abastecimento de Água de Campina Grande – PB (IDSA-CG)

Com base no conjunto de indicadores elencados para o trabalho, construiu-se um índice geral visando a representação da qualidade do serviço de abastecimento de água prestado pela concessionária à cidade de Campina Grande. As etapas para construção desse índice foram as seguintes: normalização, ponderação, agregação e classificação dos indicadores. Os itens a seguir descrevem cada uma das etapas mencionadas.

3.3.1 Normalização dos indicadores

Comumente, as informações utilizadas para o cálculo de um índice estão em unidades diferentes, então, nesses casos, é necessário torná-las adimensionais, ou seja, normalizá-las.

Entre as metodologias mais utilizadas para realização do processo de normalização está o redimensionamento contínuo, que classifica os valores entre 0 e 1 ou 0 e 100. As variáveis são classificadas através de limites inferiores e superiores, os quais podem ser definidos por metas a serem alcançadas ou por valores extremos de um conjunto de dados (OGATA, 2014). Neste trabalho, foi feito o redimensionamento contínuo entre os valores de 0 a 1.

A Equação 12 apresenta o cálculo do redimensionamento contínuo para as escalas de 0-1.

$$S_i = \frac{x_i - x_{\text{inf}}}{x_{\text{sup}} - x_{\text{inf}}} \quad (12)$$

onde S_i é o valor normalizado, X_i é o valor a ser normalizado, X_{inf} é o valor inferior e X_{sup} é o valor superior.

Cada indicador foi normalizado mediante a definição de um limite inferior e de um limite superior. Esses limites foram determinados com base em dados divulgados por órgãos oficiais, trabalhos acadêmicos ou através de metas propostas pelas companhias de abastecimento de água e já consolidadas na área do saneamento.

- **Indicador de Hidrometração**

Para normalizar esse indicador, utilizou-se como referência o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (2013) do SNIS, o qual apresenta os valores médios do índice de hidrometração para todo o conjunto de prestadores de serviço participantes do SNIS em 2013. Como o SNIS divulga esses valores por região do país, considerou-se como limite inferior o índice de hidrometração da região Nordeste, que é de 85,3% (Tabela 3.4). Já como limite superior, considerou-se 100%, tendo em vista que esse é o valor máximo estabelecido como meta pelas prestadoras de serviço. O valor a ser normalizado é 95,2%, que é o índice de hidrometração para a cidade de Campina Grande (CAGEPA, 2014).

Tabela 3.4 - Índice de hidrometração segundo a região geográfica do país

Região	Tipo de prestador de serviços					Total
	Regional	Micror-regional	Local Direito Público	Local Direito Privado	Local Empresa privada	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Norte	64,6	-	33,5	-	82,3	62,3
Nordeste	88,1	-	64,5	46,4	-	85,3
Sudeste	92,9	96,5	94,0	98,5	98,0	93,6
Sul	99,7	100,0	94,3	99,5	100,0	98,4
Centro-Oeste	95,8	100,0	78,9	-	95,6	93,6
Brasil	91,8	97,0	87,7	93,8	94,0	91,1

Fonte: SNIS (2013)

- **Consumo Médio per Capita de Água**

Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano, publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento em 2006, toda pessoa tem direito a, no mínimo, 20 litros de

água por dia, independente de saúde, localização, gênero, raça ou etnia, visto que esse é o volume mínimo necessário para um ser humano suprir suas necessidades mais básicas.

De acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (2013) do SNIS, a maior média do consumo per capita de água dentre os estados brasileiros é a do estado do Rio de Janeiro, com 253,1 litros de água por habitante/dia.

A cidade de Campina Grande apresenta um consumo médio per Capita de 200 L/habitante.dia, segundo dados disponibilizados pelo Trata Brasil (2013) e confirmados no prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande (2014)

Levando em consideração tais informações, definiu-se para este estudo o limite inferior como 20 L/hab.dia e o limite superior como 253,1 L/hab.dia para a normalização do indicador.

- **Indicador de Atendimento Urbano de Água**

Os valores médios por região do indicador de atendimento urbano de água são apresentados no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (2013) do SNIS. Considerou-se como limite inferior o índice de atendimento da região Nordeste, que é de 89,8%. Já como limite superior, considerou-se 100%, tendo em vista a busca de um cenário ideal e que não seja hipotético.

E o valor utilizado para a cidade de Campina Grande foi obtido através do processamento de dados pertencentes a uma plataforma do IBGE denominada SIDRA, que disponibiliza publicamente os resultados do Censo 2010.

- **Frequência de paralisações no sistema**

Para esse indicador, os limites inferior e superior foram estabelecidos com base nos dados fornecidos pela CAGEPA (2014), contendo informações sobre as paralisações ocorridas no sistema entre Janeiro e Agosto de 2014. Como limites inferior e superior, considerou-se o número de ligações afetadas nos meses de Maio (4.759 ligações) e de Março (1.487 ligações), respectivamente, pois esses foram os meses com maior e menor ocorrência de paralisações no intervalo estudado. A média de ligações afetadas por paralisação foi de 3.192 em todo período, portanto, esse é o valor a ser normalizado.

- **Incidência das análises de cloro residual livre fora do padrão**

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde afirma em seu artigo 34 que “é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede)” e recomenda, no artigo 39, que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L.

Portanto, para a normalização desse indicador, estabeleceu-se como limite inferior 100 (supondo que todas as amostras analisadas apresentem resultados fora dos limites mínimo e máximo estabelecidos pela Portaria) e limite superior 0 (supondo que todas as amostras analisadas apresentem resultados dentro dos limites mínimo e máximo estabelecidos pela Portaria).

- **Incidência das análises de turbidez fora do padrão**

Para o parâmetro turbidez, o Artigo 30 da Portaria 2.914 afirma, em seu Parágrafo 1º, que o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, ao passo que o Valor Máximo Permitido (VMP) de 5,0 uT seja atendido em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Logo, para a normalização do indicador de análise de turbidez fora do padrão, considerou-se como limite inferior 100 (considerando que a totalidade das amostras analisadas apresente resultados acima do limite máximo estabelecido pela Portaria) e limite superior 0 (considerando que a totalidade das amostras analisadas apresente resultados dentro do limite máximo estabelecido pela Portaria).

- **Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão**

O Anexo I da Portaria 2.914/2011 apresenta a tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano. Como mostra a Tabela 3.5, para água tratada e considerando pontos de coleta no sistema de distribuição, a norma recomenda ausência de coliformes totais em 100 mL em 95% das amostras analisadas no mês.

Tabela 3.5 - VMP para coliformes totais no sistema de distribuição (reservatório e rede)

Parâmetro		VMP
Coliformes totais	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 hab	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 hab	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

Fonte: Portaria 2914/2011

Neste caso, a normalização foi realizada com o limite inferior 100 (considerando que todas as amostras analisadas no mês apresentem resultados positivos para presença de coliformes totais) e com limite superior 0 (considerando que todas as amostras analisadas no mês apresentem resultados negativos para a presença de coliformes totais) e valor a ser normalizado igual a 0 se no máximo 5% de todas as amostras analisadas no mês apresentaram resultados positivos para a presença de coliformes totais.

Os indicadores de conformidade são baseados no número de habitantes da cidade. Como já foi mencionado na Tabela 3.3, para uma população abastecida acima de 250 000 habitantes, a quantidade mínima de amostras mensais a serem analisadas para controle da presença de coliformes totais, cloro residual livre e turbidez é de $105 + (1 \text{ para cada } 5000 \text{ habitantes além dos } 250\ 000)$. A população urbana de Campina Grande soma 385 000 habitantes, então a Portaria exige um mínimo de 132 amostras para análise desses parâmetros.

- **Indicador de conformidade da quantidade de amostras – coliformes totais, cloro residual livre e turbidez**

Na normalização desse indicador, para cada um dos três parâmetros, estabeleceu-se como limite inferior 0 (em caso de não cumprimento da quantidade mínima exigida pela Portaria, que é de 132 amostras) e limite superior 100 (se a quantidade mínima exigida pela Portaria for cumprida). A Tabela 3.6 apresenta a quantidade de amostras de coliformes totais, cloro residual livre e turbidez, respectivamente, analisadas pela CAGEPA para os meses de Maio, Junho, Julho e Agosto de 2014. A normalização desse indicador também é feita mês a mês.

Tabela 3.6 - Quantidade de amostras de CT, CRL e turbidez analisadas mensalmente pela CAGEPA

MÊS	QUANTIDADE DE AMOSTRAS ANALISADAS PELA CAGEPA
<i>Coliformes Totais</i>	
Maio	156
Junho	108
Julho	118
Agosto	144
<i>Cloro Residual Livre</i>	
Maio	155
Junho	108
Julho	118
Agosto	144
<i>Turbidez</i>	
Maio	156
Junho	108
Julho	118
Agosto	144

A Tabela 3.7 apresenta um resumo dos limites inferior e superior para cada um dos 11 indicadores do trabalho.

Tabela 3.7 - Limites inferior e superior para cada indicador do trabalho

Indicador	Limite Inferior	Limite Superior	Fonte
IO ₁	85,3%	100%	SNIS (2013)
IO ₂	20 L/hab.dia	253,1 L/hab.dia	PNDU (2006); SNIS (2013)
IO ₃	89,8%	100%	SNIS (2013)
IO ₄	73,56%	14,46%	SNIS (2013)
IQS ₁	4759 lig/paralisação	1487 lig/paralisação	CAGEPA (2014)
IQS ₂	100%	0%	PORTARIA 2014/MS (2011)
IQS ₃	100%	0%	PORTARIA 2014/MS (2011)
IQS ₄	100%	0%	PORTARIA 2014/MS (2011)
IQS ₆	0%	100%	PORTARIA 2014/MS (2011)
IQS ₇	0%	100%	PORTARIA 2014/MS (2011)
IQS ₈	0%	100%	PORTARIA 2014/MS (2011)

Fonte: Elaborada pelo autor

3.3.2 Ponderação dos indicadores

A etapa de ponderação dos indicadores é feita com o intuito de atribuir um peso para cada indicador selecionado. Essa atribuição de pesos pode ser feita através da utilização de um método estatístico ou de um método de consulta para apoio à decisão, como é o caso da metodologia Delphi.

Nesse trabalho, a fim de diminuir a subjetividade do processo, tomou-se como base para definição dos pesos dos indicadores a pesquisa desenvolvida por Carvalho (2013), na qual o autor procurou, através da seleção de um sistema de indicadores, avaliar se o desempenho da prestação de serviços de abastecimento de água independe ou não da perspectiva do avaliador, seja ele usuário ou prestador.

Para tanto, o autor pré-selecionou uma lista de 406 indicadores com base em seis dos sistemas de informações mais consolidados atualmente, sendo três deles nacionais e outros três internacionais. Esses indicadores foram submetidos à avaliação através de consulta à especialistas para obtenção de um conjunto de indicadores que considere a perspectiva do usuário e outro conjunto que sintetize a perspectiva do prestador de serviço, e, em seguida, a partir da metodologia Delphi, foram atribuídos pesos a cada indicador.

Para a etapa de atribuição de pesos, seguindo critérios associados à recorrência, clareza, aplicabilidade e relação com o usuário, Carvalho selecionou 30 indicadores e pediu que cada especialista estabelecesse pesos de forma que a soma dos mesmos totalizasse 100. Após a coleta dos resultados gerados por meio da consulta ao painelistas, optou-se por determinar o peso de cada indicador por meio do respectivo valor de sua mediana. Os pesos atribuídos a cada indicador variaram de 2 a 6, partindo da premissa de que quanto maior for o peso dado a um determinado indicador, maior a relevância do mesmo na avaliação do desempenho da prestação do serviço de abastecimento de água.

Como o presente trabalho abrange um número menor de indicadores (11, no total), foi necessário calcular, com base nos pesos utilizados por Carvalho, o peso equivalente para cada um indicador (Tabela 3.8), de forma que fosse mantida a proporcionalidade estabelecida no trabalho proposto pelo autor. Reforça-se que os 11 indicadores deste trabalho estão entre os 30 indicadores selecionados por Carvalho (2013).

Tabela 3.8 - Peso atribuído por Carvalho (2013) e o peso equivalente calculado

Nome do indicador	Peso atribuído (Carvalho, 2013)	Peso equivalente
<i>Indicadores Operacionais</i>		
IO ₁	5	9,8
IO ₂	4	7,85
IO ₃	5	9,8
IO ₄	6	11,75
<i>Indicadores de Qualidade</i>		
IQS ₁	4	7,85
IQS ₂	5	9,8
IQS ₃	5	9,8
IQS ₄	5	9,8
IQS ₅	4	7,85
IQS ₆	4	7,85
IQS ₇	4	7,85

Fonte: Elaborada pelo autor

3.3.3 Agregação dos indicadores

Após a normalização e ponderação dos indicadores, partiu-se para a agregação dos mesmos, a fim de consolidar a formulação do Índice de Desempenho do Serviço de Abastecimento de Água em Campina Grande – PB (IDSA-CG).

A agregação dos indicadores pode ser obtida através da aplicação de um método aritmético ou de um método geométrico. Neste estudo, foi utilizado o método aritmético pelo fato do mesmo realizar uma perfeita substituíbilidade e compensação dos componentes do índice pelo valor do índice, buscando o valor médio entre todos os componentes e fazendo com que os componentes de valores maiores sejam compensados por componentes de valores menores (JUWANA; MUTTIL; PERERA, 2012, apud, Ogata, 2014). O cálculo aritmético é feito segundo a Equação 13.

$$I = \sum_{i=0}^N w_i S_i \quad (13)$$

onde:

- I - o valor do Índice de Desempenho do Serviço de Abastecimento de Água;
- w_i - o peso atribuído ao componente (o peso de cada indicador);
- S_i - o valor normalizado para cada indicador;
- N – número de indicadores utilizados para a formulação do índice.

A partir da Equação 13, obteve-se a Equação 14 para o cálculo do Índice de Desempenho do Serviço de Abastecimento de Água de Campina Grande (IDSA-CG).

$IDSA - CG =$

$$\frac{W_{IO_1} S_{IO_1} + W_{IO_2} S_{IO_2} + W_{IO_3} S_{IO_3} + W_{IO_4} S_{IO_4} + W_{IQS_1} S_{IQS_1} + W_{IQS_2} S_{IQS_2} + W_{IQS_3} S_{IQS_3} + W_{IQS_4} S_{IQS_4} + W_{IQS_5} S_{IQS_5} + W_{IQS_6} S_{IQS_6} + W_{IQS_7} S_{IQS_7}}{11} \quad (14)$$

3.3.4 Classificação nominal do índice

Tabela 3.9 - Cenários para definição dos extremos na tabela de classificação nominal

Indicador	Cenário 1 (Péssimo)	Cenário 2 (Ótimo)
<i>Indicadores Operacionais</i>		
IO ₁	Decréscimo para 85,3% (Índice da região Nordeste, segundo dados do SNIS 2013)	Aumento para 98% (Índice próximo ao da região Sudeste, segundo dados do SNIS 2013)
IO ₂	Sem alteração	Sem alteração
IO ₃	90% (Índice próximo ao da região Nordeste, segundo dados do SNIS 2013)	100% (Universalização do serviço)
IO ₄	Aumento para 75% (Índice próximo ao da capital Macapá, que apresenta o pior nível de perdas no Brasil)	Diminuição para 10% (Índice próximo ao da cidade de Limeira, que apresenta o menor nível de perdas no Brasil)
<i>Indicadores de Qualidade do Serviço</i>		
IQS ₁	Aumento de 10%	Decréscimo de 10%
IQS ₂	Sem alteração	Decréscimo para 0%
IQS ₃	Sem alteração	Decréscimo para 0%
IQS ₄	Aumento para 5%	Decréscimo para 0%
IQS ₅	Sem alteração	Aumento para 100%
IQS ₆	Sem alteração	Aumento para 100%
IQS ₇	Sem alteração	Aumento para 100%

Fonte: Elaborada pelo autor

Por se tratar de uma etapa bastante subjetiva, optou-se pela definição de dois cenários (Tabela 3.9) que justificassem melhor a divisão da classificação nominal do IDSA-CG. Esse dois cenários serviram de base para definir os extremos da tabela de classificação nominal, ou seja, que intervalos numéricos caracterizam o índice como péssimo e ótimo.

Com base na Tabela 3.9 e a fim de tornar o resultado do IDSA-CG mais compreensível e interpretativo, gerou-se uma classificação nominal (Tabela 3.10).

Tabela 3.10 - Classificação nominal do IDSA-CG

Resultado do IDSA-CG	Classificação
0 – 40	Péssimo
40 – 50	Ruim
50 – 70	Regular
70 – 90	Bom
90 – 100	Ótimo

Fonte: Elaborada pelo autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados os resultados da pesquisa. Primeiramente, serão discutidos os resultados gerais para os 11 indicadores. Em seguida, serão apresentados os resultados setoriais para alguns dos indicadores explorados. Por fim, será apresentado e avaliado o resultado e a classificação do IDSA-CG.

4.1 Análise dos resultados gerais para os indicadores operacionais e de qualidade

A Tabela 4.1 apresenta os valores médios obtidos para cada um dos indicadores avaliados, de modo que seja possível analisá-los e julgá-los sob a perspectiva do déficit no serviço.

Tabela 4.1 - Valores médios obtidos para os indicadores operacionais e de qualidade de serviço

Indicador	Média	Valor de referência
<i>Indicadores Operacionais</i>		
IO ₁	95,2%	100%
IO ₂	200 L/hab.dia	100-200 L.hab ⁻¹ dia ⁻¹
IO ₃	98,14%	100%
IO ₄	40,32%	< 15%
<i>Indicadores de Qualidade do Serviço</i>		
IQS ₁	3192,3 ligações/paralisação	-
IQS ₂	6,48%	Mínimo de 0,2 mg/L; Máximo de 2 mg/L
IQS ₃	0,57%	Máximo de 5 uT
IQS ₄	0,0019%	Ausência em 100 mL em 95% das amostras/mês
IQS ₅	99,62%	132 amostras
IQS ₆	99,62%	132 amostras
IQS ₇	99,62%	132 amostras

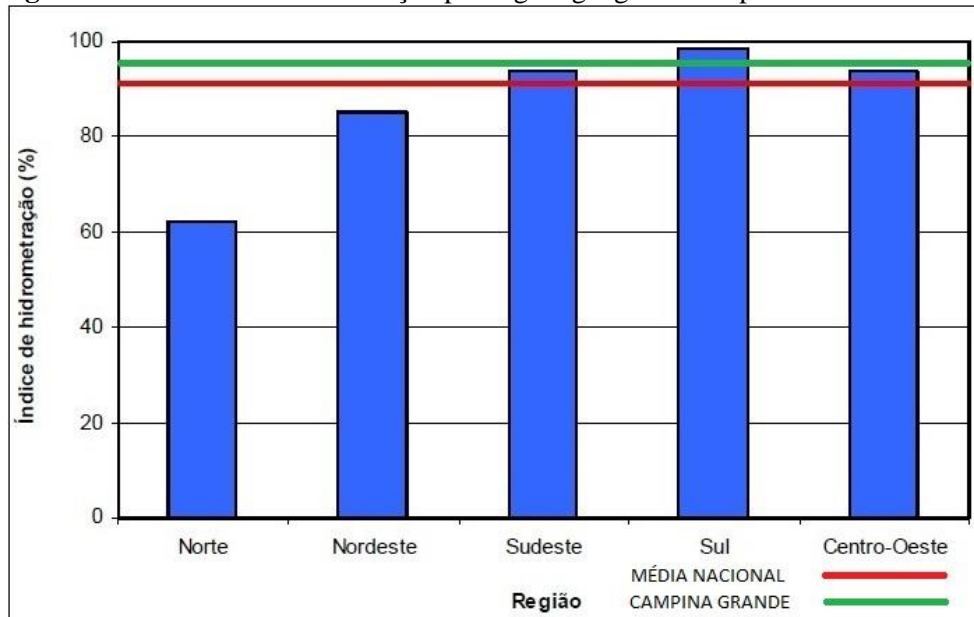
Fonte: Elaborada pelo autor

Para o indicador de hidrometração, a média obtida foi de 95,2% para a cidade. Esse valor pode ser considerado muito bom, tendo em vista que Campina Grande está quase 10 pontos acima da média do Nordeste, que é de 85,3%, e se aproxima da maior média dentre as cinco regiões do país, que pertence à Região Sul, cuja porcentagem de ligações de água

micromedidas é de 98,4%, segundo dados do SNIS (2013) e conforme apresentado na Tabela 3.4 (Capítulo 3).

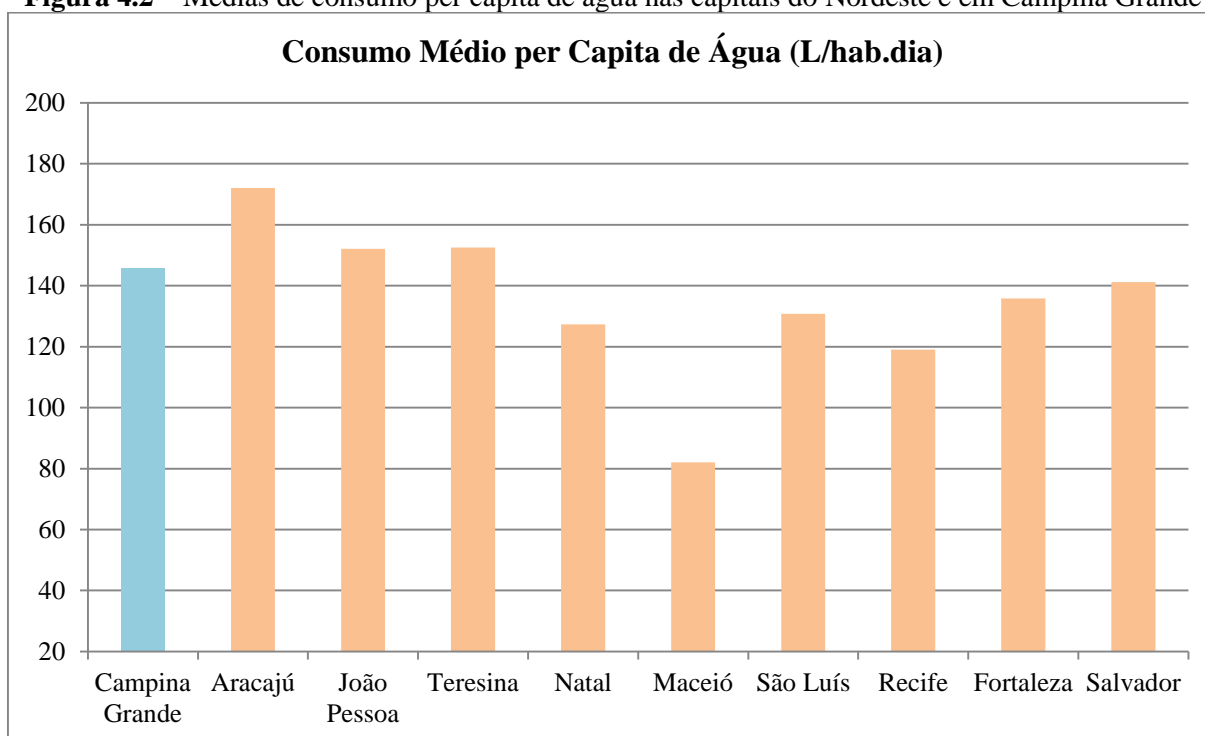
A Figura 4.1 apresenta uma comparação gráfica entre o indicador de hidrometração em Campina Grande, nas regiões geográficas e no Brasil. Observa-se, pelo gráfico, que o indicador está também acima da média nacional, que é de 91,1%.

Figura 4.1 - Índice de hidrometração por região geográfica do país e média nacional



Fonte: Adaptada do SNIS (2013)

Com relação ao indicador de consumo per capita, observa-se na Tabela 4.1, para a cidade de Campina Grande, um valor é de 200 L/hab.dia. Esse consumo é considerado alto quando comparado com a média do estado da Paraíba que é de 139,1 L/hab.dia e também quando comparado a média da maioria das capitais da região Nordeste. A Figura 4.2 apresenta o gráfico com as médias de consumo per capita para as capitais nordestinas e a média obtida para Campina Grande.

Figura 4.2 – Médias de consumo per capita de água nas capitais do Nordeste e em Campina Grande

Fonte: Elaborada pelo autor

É interessante notar que, apesar da Paraíba vir enfrentando uma grave crise hídrica nos últimos 3 anos, crise essa que culminou com o início de um racionamento em Novembro/2014 nas cidades abastecidas pelo SACG, o consumo per capita de água tem aumentado no estado, sendo 4,4% maior em 2013 se comparado a média no período 2011-2013, que é de 133,3 L/hab.dia.

Para o indicador de atendimento urbano de água, a cidade apresenta um valor de 98,14%, como mostrado na Tabela 4.1, sendo bastante positivo para a avaliação da qualidade do serviço prestado a população.

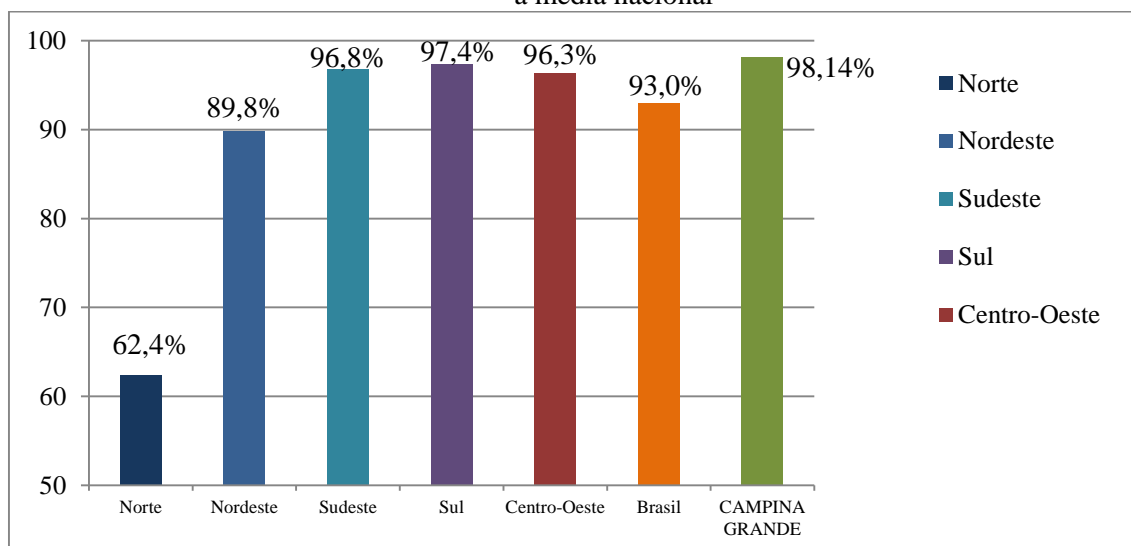
A Figura 4.3 traz uma comparação entre o resultado obtido para a cidade e os valores médios percentuais disponibilizados pelo SNIS (2013) para o atendimento urbano de água nas cinco regiões do Brasil. De acordo com a figura, pode-se observar que Campina Grande apresenta uma média superior a de todas as regiões.

Todavia, como já discutido anteriormente, um elevado índice de atendimento de água somente sugere a possibilidade de a população ter água potável e dentro dos padrões de qualidade para consumo.

Outros indicadores, como, por exemplo, indicador de frequência de paralisações no sistema, devem ser avaliados conjuntamente com o indicador de atendimento urbano para

garantir que o serviço tenha sua eficiência realmente comprovada no que diz respeito ao atendimento à população.

Figura 4.3 - Índice de atendimento urbano de água em Campina Grande, nas cinco regiões do Brasil e a média nacional



Fonte: Elaborada pelo autor

O indicador frequência de paralisações no sistema apresentou como resultado geral uma média de 3.192,3 ligações atingidas por paralisação no período Janeiro-Agosto/2014.

A maior média mensal observada foi no mês de maio, que apresentou um valor de 4.759 ligações atingidas por paralisação. Já a menor média pertence ao mês de Março, com o valor de 1.487 ligações atingidas por paralisação. Não é possível precisar o que o cálculo dessas médias representa para a realidade de Campina Grande, tendo em vista que os dados para esse indicador variam bastante em função da população da cidade ou do município.

Esse indicador teria sido melhor avaliado se os dados disponíveis para analisá-lo contivessem informações mais bem definidas e compreendessem um intervalo de tempo maior. Um exemplo disso é o registro da hora de fechamento e reabertura do sistema, para que seja calculada a duração média das paralisações dentro da escala temporal considerada.

Em relação ao indicador de incidência de análises de cloro residual livre fora do padrão, 6,48% das amostras estudadas nos meses de Maio a Agosto de 2014 apresentaram resultados fora dos limites estabelecidos pela Portaria 2.914/2011.

No que concerne à incidência de análises de turbidez fora do padrão, 0,57% das amostras estudadas nos meses de Maio a Agosto de 2014 mostraram resultados fora do limite estabelecido pela Portaria 2.914/2011.

Com relação à incidência de análises de coliformes totais fora do padrão, observa-se que quase a totalidade dos resultados obtidos esteve dentro dos limites estabelecidos pela Portaria 2.914/2011. Das 526 amostras coletadas nos diversos pontos espalhados pela cidade, apenas 0,002% do total de amostras referentes ao período Maio-Agosto/2014 apresentaram resultado positivo para a presença de coliformes totais.

Costa et al. (2013) avaliaram a incidência de análises de coliformes totais fora do padrão no estado de Minas Gerais nos anos de 2005 e 2010. Como resultado, além de verificarem que houve um aumento considerável no número de municípios que forneceram informações sobre essa variável ao SNIS, os autores constataram que, no ano de 2010, 96% dos municípios não apresentaram problemas relevantes no que diz respeito à presença de coliformes totais nas amostras, mantendo-se dentro dos padrões exigidos pela Portaria 2914/2011.

Portanto, os dados obtidos para a cidade de Campina Grande corroboram com os obtidos por Costa et al. (2013) para o estado de Minas Gerais.

Para o indicador de conformidade da quantidade de amostras, para os três parâmetros estudados nesse trabalho (cloro residual livre, turbidez e coliformes totais), o resultado foi 99,62%, ou seja, de abril a agosto de 2014, a quantidade de amostras analisadas pela concessionária, para os três parâmetros, foi bem próxima da quantidade mínima exigida pela Portaria 2.914/2011 para uma cidade com a população de Campina Grande, mas ainda ficando um pouco abaixo do ideal, o que caracteriza descumprimento da norma em algum(ns) ponto(s) da escala temporal considerada.

4.2 Análise dos resultados setoriais para os indicadores operacionais e de qualidade

Para alguns dos indicadores que constituem o trabalho, foi possível a espacialização por bairro dos resultados. A seguir, serão apresentados esses resultados, bem como a discussão sobre cada um.

4.2.1 Indicador de Atendimento Urbano de Água

A Figura 4.4 apresenta a distribuição espacial para o indicador de atendimento urbano de água, ou seja, população atendida com rede de abastecimento de água.

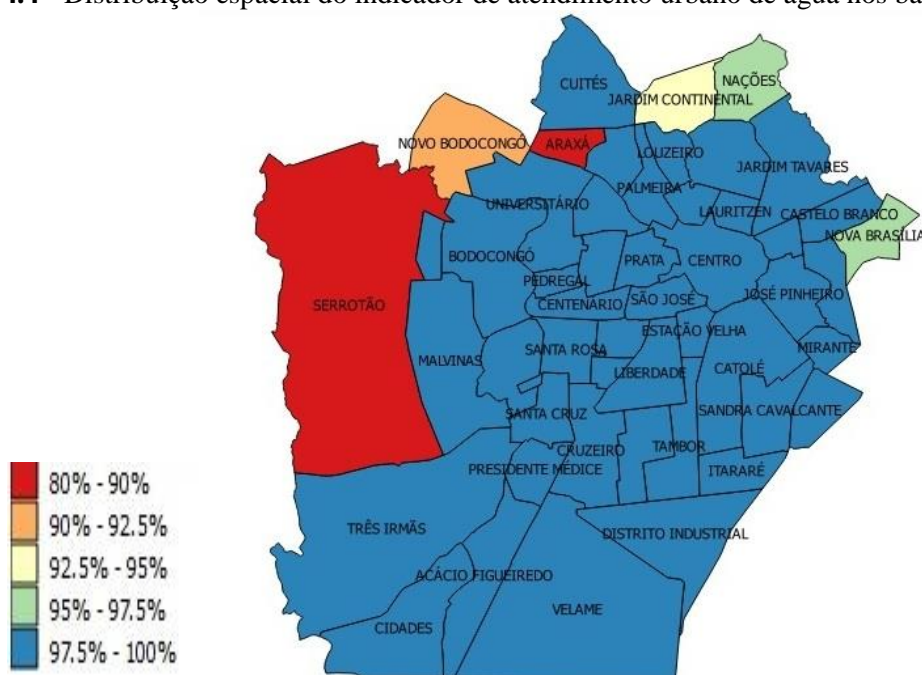
Como é possível observar, na grande maioria dos bairros da cidade, o índice de atendimento urbano de água está entre 97,5 e 100%, caracterizando a quase totalidade da universalização da cobertura da rede de abastecimento.

A Zona Sul é a que apresenta melhores índices, enquanto que alguns bairros das Zonas Leste, Oeste e Norte ainda apresentam alguns pontos sem atendimento do sistema de abastecimento público. Os bairros Serrotão e Araxá foram os mais críticos, com 80 a 90% de cobertura de rede. Nota-se, pela distribuição espacial, que os bairros menos favorecidos estão localizados nas zonas periféricas da cidade, cuja população possui baixo poder aquisitivo.

É importante ressaltar que os dados que produziram os resultados para esse indicador foram retirados do banco de informações do IBGE, ano de 2010, então é possível que já tenha ocorrido um aumento da cobertura da rede em alguns pontos do sistema e/ou algumas áreas já tenham atingido a universalização do serviço. Optou-se pelo uso dos dados referentes ao Censo 2010 pelo fato dos mesmos conterem informações setoriais, as quais possibilitaram a espacialização dos resultados por bairro para o indicador de atendimento urbano de água.

Também é preciso lembrar que ter 100% de cobertura de rede de água não é a garantia da prestação do serviço com qualidade para o usuário, uma vez que não assegura disponibilidade de água de modo contínuo e ininterrupto. Na etapa de mobilização social realizada no PMSB-CG, uma das frequentes reclamações da comunidade atendida pelo SACG era a falta de água nas torneiras.

Figura 4.4 - Distribuição espacial do indicador de atendimento urbano de água nos bairros de CG



Fonte: Elaborada pelo autor

4.2.2 Indicador de incidência das análises de cloro residual livre fora do padrão

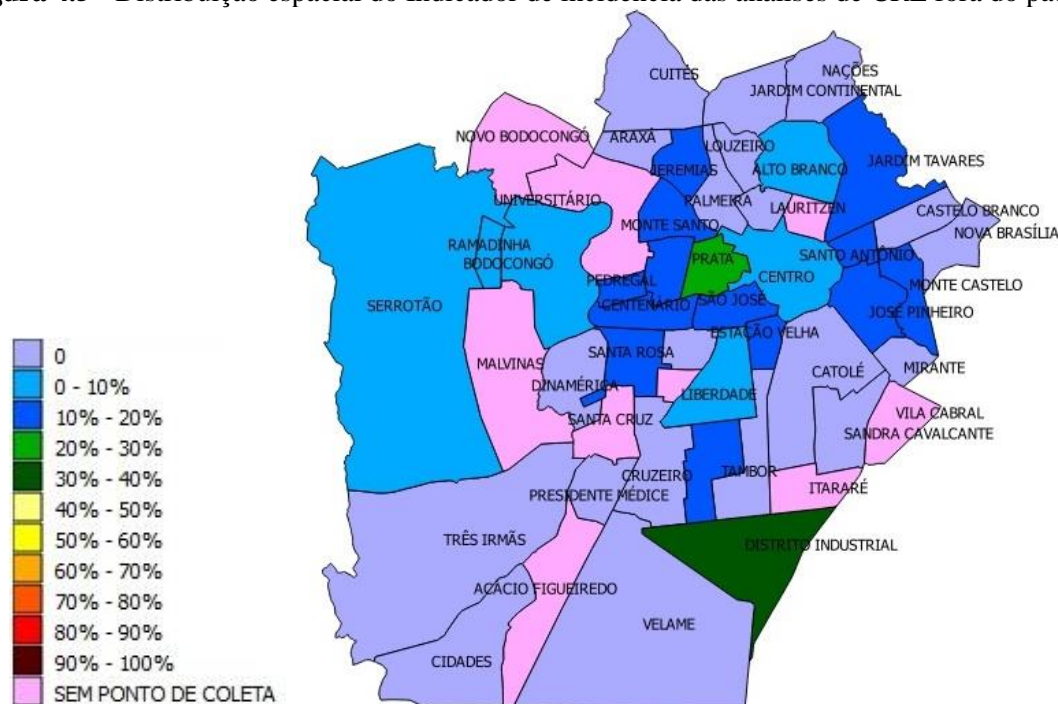
A distribuição espacial para o indicador de incidência das análises de cloro residual livre fora do padrão nos meses de Maio a Agosto de 2014 é mostrada na Figura 4.5.

De acordo com a figura, pode-se notar que, na maioria dos bairros da cidade onde existiam pontos de coleta, a incidência de análises de CRL fora do padrão foi inexistente ou baixa (0 até 20%). Exceção é observada nos bairros da Prata e do Distrito Industrial, onde os valores observados foram um pouco elevados, variando de 20 a 30% para a Prata e de 30 a 40% para o Distrito Industrial.

A explicação para essa distribuição espacial relativamente desigual pode estar no fato de que o decaimento do cloro pode variar de acordo com as condições do meio e da tubulação ao longo do sistema de distribuição. Ressalta-se que o consumo de cloro acontece devido às reações com compostos orgânicos e inorgânicos (MEYER, 1994, apud, LEAL, 2012) e também em razão de fatores como a idade do material que constitui a tubulação, bem como o diâmetro e a rugosidade da mesma (CLARK & HAUGHT, 2005, apud, LEAL, 2012).

Sarzedas (2009) destaca que as tubulações de cimento amianto e de PVC apresentam taxas de quebra bem superiores às tubulações de ferro fundido e de polietileno de alta densidade (PEAD). Portanto, o fato da tubulação no bairro da Prata ser de PVC pode ter contribuído para esse aumento na porcentagem de amostras fora do padrão. Sabe-se também que o decaimento do cloro pelo consumo do biofilme é inversamente proporcional ao diâmetro da tubulação, ou seja, diâmetros menores apresentam alto consumo de cloro residual (LU et al., 1999, apud, SALGADO, 2008). Há setores envolvendo os bairros da Prata e do Distrito Industrial nos quais o diâmetro da tubulação é de 50 mm, o que pode acelerar o decaimento do cloro.

Figura 4.5 - Distribuição espacial do Indicador de incidência das análises de CRL fora do padrão



Fonte: Elaborada pelo autor

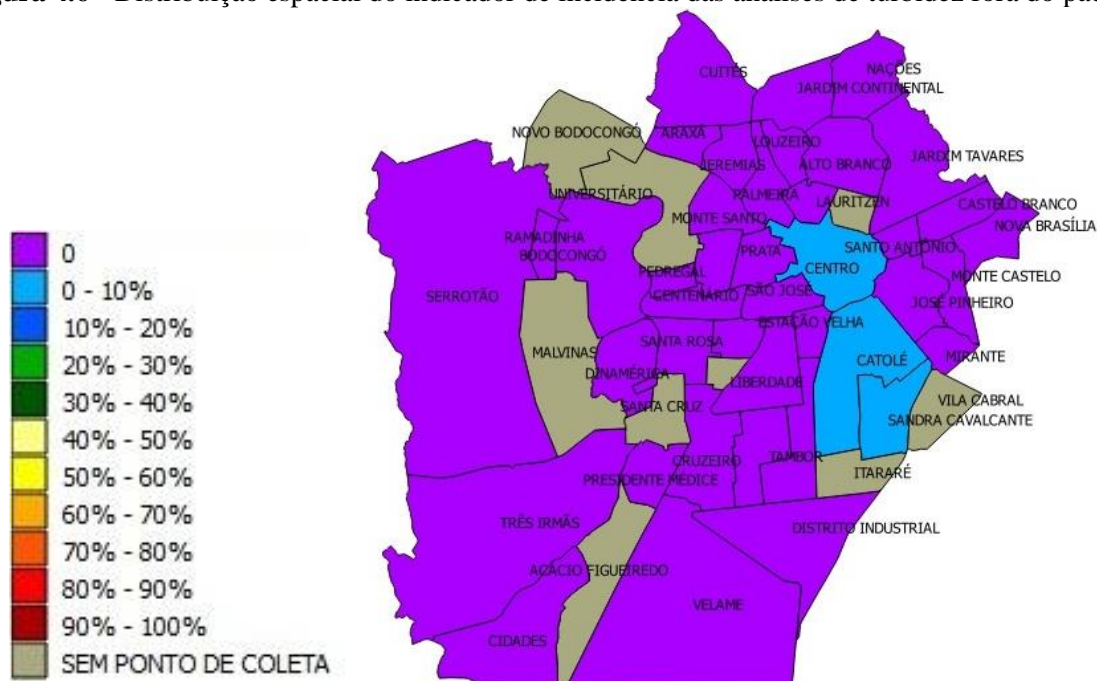
4.2.3 Indicador de incidência das análises de turbidez fora do padrão

A Figura 4.6 ilustra a espacialização dos dados obtidos para o indicador de incidência das análises de turbidez fora do padrão nos meses de Maio a Agosto de 2014.

Observando a figura, percebe-se que quase a totalidade das análises de turbidez no período supracitado apresentou resultados dentro do padrão. As exceções foram os bairros Centro, com 2,94% das amostras fora do padrão, e dois bairros da Zona Sul, Catolé e Sandra Cavalcante, com, respectivamente, 1,28 e 8,33% das amostras fora do padrão. Ressalta-se também que alguns bairros não apresentavam pontos de coleta e, por isso, não foi possível realizar uma avaliação.

Assim como a análise realizada para o indicador de incidência das análises de CRL fora do padrão, nota-se também que com relação à turbidez, os bairros Centro, Catolé e Sandra Cavalcante podem ter os resultados negativos associados à idade, ao material ou ao diâmetro das tubulações da rede de distribuição.

Figura 4.6 - Distribuição espacial do indicador de incidência das análises de turbidez fora do padrão



Fonte: Elaborada pelo autor

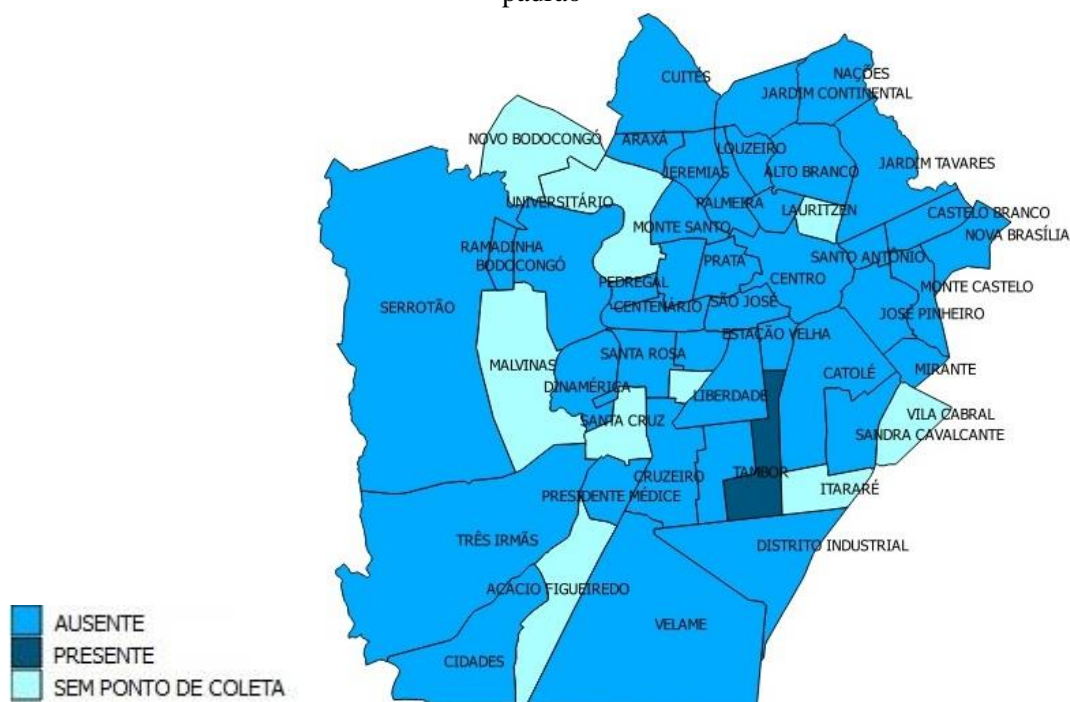
4.2.4 Indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão

A distribuição espacial para o indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão nos meses de Maio a Agosto de 2014 pode ser vista na Figura 4.7. Avaliando os bairros com pontos de coleta disponíveis, observa-se que apenas o bairro do Tambor apresentou resultados positivos para a presença de coliformes totais nas amostras de água analisadas, com 8,33% dessas amostras fora do padrão.

Sabe-se que a presença de cloro residual e a ausência de turbidez na rede colaboram para a redução de microrganismos nas águas destinadas ao abastecimento. No entanto, é interessante notar que, embora o bairro do Tambor tenha apresentado níveis de cloro residual livre e turbidez dentro do padrão, tal fato não foi suficiente para impedir a presença de coliformes totais na água amostrada.

Por outro lado, bairros como o Distrito industrial e a Prata apresentaram amostras de CRL fora do padrão, e, no entanto, ausência de coliformes totais em todas as amostras analisadas.

Figura 4.7 - Distribuição espacial do indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão



Fonte: Elaborada pelo autor

De uma forma geral, percebe-se que os dados obtidos para CRL, turbidez e coliformes totais mostraram-se consistentes para a cidade. No entanto, uma análise mais detalhada deve ser considerada para os casos de incoerência quando comparadas as Figuras 4.5, 4.6 e 4.7.

Também deve-se atentar para a confiabilidade e integridade dos dados com os quais se trabalha. Tendo em vista que os dados de qualidade foram concedidos pela concessionária, é difícil imaginar que, ainda que haja resultados em desacordo com os padrões legais, os mesmos sejam disponibilizados, já que toda e qualquer empresa preza pela sua credibilidade frente ao usuário.

4.3 Resultado da classificação do IDSA-CG

Com o intuito de calcular e, posteriormente, classificar o Índice de Desempenho do Serviço de Abastecimento de Água para a cidade de Campina Grande, cumpriram-se as etapas de normalização e ponderação dos indicadores operacionais e de qualidade do serviço analisados detalhadamente nos itens 4.1 e 4.2.

Como descrito na metodologia (capítulo 3), a normalização foi feita a partir da utilização de um método denominado redimensionamento contínuo, no qual são estabelecidos

um limite inferior e um limite superior para cada indicador, obtendo-se, dessa forma, um resultado que varia de 0 a 1.

Com relação ao processo de ponderação, cada indicador teve seu peso final multiplicado por 10 a fim de criar um índice geral com valor entre 0 e 100. A Tabela 4.2 apresenta os pesos obtidos e os valores normalizados para cada indicador.

Tabela 4.2 - Peso e valor normalizado de cada indicador

Indicador	Sigla	Peso	Valor Normalizado
<i>Indicadores Operacionais</i>			
Índice de Hidrometração	IO ₁	98	0,6735
Consumo Médio per Capita de Água	IO ₂	78,5	0,7722
Índice de Atendimento Urbano de Água	IO ₃	98	0,8176
Índice de Perdas na Distribuição	IO ₄	117,5	0,5624
<i>Indicadores de Qualidade do Serviço</i>			
Frequência de paralisações no sistema	IQS ₁	78,5	0,4789
Incidência das análises de cloro residual fora do padrão	IQS ₂	98	0,9352
Incidência das análises de turbidez fora do padrão	IQS ₃	98	0,9943
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	IQS ₄	98	0,9981
Índice de conformidade da quantidade de amostras – coliformes totais	IQS ₅	78,5	0,5
Índice de conformidade da quantidade de amostras – cloro residual livre	IQS ₆	78,5	0,5
Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez	IQS ₇	78,5	0,5

Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, os pesos e valores normalizados da Tabela 4.2 foram aplicados na Equação 14 para obtenção do IDSA-CG. A Tabela 4.3 apresenta o resultado final.

Tabela 4.3 - Resultado e classificação do IDSA-CG

Índice Geral	Resultado	Classificação do serviço
IDSA-CG	65,0	REGULAR

Fonte: Elaborada pelo autor

A classificação do índice possibilita uma avaliação geral do nível de qualidade do serviço de abastecimento de água prestado pela concessionária à cidade de Campina Grande.

Tomando como base o resultado final de 65,0 e comparando com as faixas de classificação nominal estabelecida na Tabela 3.10, conclui-se que o índice de qualidade do serviço de abastecimento de água realizado pela concessionária na cidade de Campina Grande pode ser avaliado como **REGULAR**. Este resultado está fortemente relacionado ao indicador de perdas (IO₄), que apresenta um valor de 40,32%. O cenário de perdas se torna ainda mais grave em um panorama de escassez hídrica, caso da região onde está inserida a cidade de Campina Grande.

O racionamento contínuo vivenciado pela cidade, decorrente dos baixos volumes apresentados pelo reservatório Eptácio Pessoa nos últimos anos, pode ser considerado contraditório a essas elevadas perdas, o que justifica o comprometimento da qualidade do serviço retratada na classificação do índice.

Neste sentido, é preciso repensar o gerenciamento do serviço prestado de modo que as perdas físicas possam ser minimizadas. Já as perdas no faturamento podem ser reduzidas através da implantação de novos hidrômetros nas residências ou por meio da fiscalização por parte da prestadora para checar se os hidrômetros estão devidamente calibrados e sem nenhuma adulteração. Essas são alternativas viáveis para inibir o desperdício de água e estimular o uso racional do recurso hídrico.

Em relação ao índice de conformidade da quantidade de amostras, esse é um dos indicadores mais importantes quando se discute a qualidade do serviço de abastecimento de água. Nesse trabalho, calculou-se o índice de conformidade para os parâmetros coliformes totais, cloro residual livre e turbidez nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2014. Apenas em maio e agosto a quantidade mínima de amostras exigida pela Portaria 2.914/11 foi cumprida e submetida à análise. Como essa quantidade mínima é a mesma para os três parâmetros acima mencionados, é imprescindível que os requisitos que constituem a Portaria sejam prioridade, a fim de tornar o controle da qualidade da água um processo mais rigoroso e menos questionável do ponto de vista da saúde pública.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

Os indicadores de desempenho são importantes ferramentas de diagnóstico e de auxílio à gestão do saneamento básico em uma determinada localidade. No contexto deste trabalho, os indicadores avaliados apresentam uma perspectiva de como a população está sendo assistida sob alguns dos diferentes aspectos do abastecimento de água e em que áreas a concessionária responsável pelo abastecimento deve intervir para prover um serviço de melhor qualidade aos seus usuários.

Alguns dos indicadores explorados neste trabalho apresentaram resultados muito positivos. O indicador de atendimento urbano de água já atinge um valor (98,14%) bem próximo da universalização do serviço, que é a principal meta proposta no PMSB-CG. Já o indicador de hidrometração mostra que 95,2% das ligações de água são micromedidas, o que é muito importante para reduzir as perdas por faturamento.

Os indicadores de qualidade, apesar de algumas inconsistências, apresentaram resultados bastante satisfatórios. Um dos parâmetros que merecem maior atenção por parte da concessionária é o indicador de conformidade da quantidade de amostras de cloro residual, turbidez e coliformes, tendo em vista que, a partir dos resultados obtidos neste trabalho, nem sempre o mínimo estabelecido pela Portaria 2.914/11 está sendo cumprido.

O indicador de frequências de paralisações no sistema também pode apresentar melhores resultados no futuro mediante alguns ajustes e um plano de metas pré-estabelecido.

Considerando os méritos e as deficiências atuais do sistema de abastecimento de água de Campina Grande e mediante o cálculo de um índice que represente a qualidade do serviço, foi possível classificá-lo como **REGULAR**.

Embora o uso da classificação nominal para enquadrar a qualidade do serviço pareça subjetivo, há de se reconhecer, por meio da análise dos dados e discussões apresentados neste trabalho, que o serviço de abastecimento de água prestado pela concessionária na cidade de Campina Grande precisa vencer algumas etapas para atingir um nível de qualidade superior. Por essa razão, são feitas as recomendações apresentadas no item 5.2.

5.2 Recomendações

Tendo em vista que o estudo de indicadores de desempenho é um tema que pode ser explorado sob variados aspectos, seria interessante que a concessionária de água, CAGEPA, com base em um conjunto de indicadores, emitisse relatórios periódicos com informações atualizadas sobre o abastecimento de água da cidade de Campina Grande, assim como das outras localidades nas quais ela é responsável pelo serviço.

Relatórios dessa natureza, além de serem uma fonte de consulta tanto para os especialistas na área, que podem citá-los como referência no ambiente acadêmico, quanto para a parcela de usuários que se preocupa e se interessa pelo tema, também melhoram a imagem da empresa do ponto de vista da transparência pública e podem servir de parâmetro para estabelecer metas futuras de gerenciamento.

É importante ressaltar que estudos futuros devem considerar outros tipos de indicadores, tais como indicadores sócio-econômicos, administrativos, de recursos humanos, ambientais, entre outros. Considere-se o presente estudo como um ponto de partida para avaliação do serviço de abastecimento prestado em Campina grande e que possibilitará uma maior exploração do tema sob diferentes vertentes.

REFERÊNCIAS

ABAR. Associação Brasileira de Agências de Regulação. Histórico. Disponível em: <www.abar.org.br>. Acessado em 07 de Maio de 2015.

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Perdas em sistemas de abastecimento de água: diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate. Setembro/2013. 45f.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Monitoramento dos Volumes dos Açudes. Disponível em: <www.aesa.pb.gov.br>. Acessado em 02 de Março de 2015.

ANA. Agência Nacional de Águas. Ações, Programas e Projetos. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acessado em 07 de Maio de 2015.

ANA. Agência Nacional de Águas. Brasil precisa investir R\$ 22 bilhões até 2015 para garantir abastecimento de água. 2011. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acessado em 07 de Maio de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2914, de 12 de Dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: <www.bvsms.saude.gov.br>. Acessado em 27 de Março de 2015.

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014.

CAGEPA. Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Lista de Análises Realizadas. Disponível em: <www.cagepa.pb.gov.br>. Acessado em 30 de Março de 2015.

CAMINHA, M. J. **Degradação da qualidade de água do sistema de drenagem de sub-bacias urbanas de Campina Grande – Paraíba.** 2014. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2014.

CARVALHO, B. E. F. C. **A avaliação de desempenho da prestação de serviços de abastecimento de água independe da perspectiva, se usuário ou prestador?** 2013. 172p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

COSTA, S. A. B. et al. **Indicadores em saneamento: avaliação da prestação dos serviços de água e de esgoto em Minas Gerais.** Revista UFMG, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 334-357, Jul/Dez de 2013.

FURUSAWA, R. T. **Contribuição ao dimensionamento de rede de distribuição de água por critério de custo global.** 2011. 207p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <www.ibge.com.br>. Acessado em: 27 de Março de 2015.

Instituto Trata Brasil. **Água: PB perde 36% em faturamento.** INTER JORNAL/ONLINE. Disponível em: <www.tratabrasil.org.br>. Acessado em 27 de Março de 2015.

KHANNA, N. Measuring environmental quality: an index of pollution. **Ecological Economics**, v. 35, n. 2, p. 191-202, nov. 2000.

LEAL, E. S. **Modelagem da degradação de cloro residual livre em sistemas de adução de água de abastecimento de porte médio.** 2012. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2012.

Lei 11.445/2007 de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acessado em 16 de Dezembro de 2015.

Lei 12.862/2013 de 17 de Setembro de 2013. Altera a Lei 11.445, de 5 de Janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, com o objetivo de incentivar a economia no consumo de água. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acessado em 10 de Junho de 2015.

MENESES, R. A. **Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: o caso de Campina Grande.** 2011. 144p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2011.

Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, mais saúde, qualidade de vida e cidadania.** Disponível em: <www.cidades.gov.br>. Acessado em 16 de Dezembro de 2015.

MUELLER, C.; TORRES, M.; MORAIS, M. **Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos.** Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 1997.

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

SALGADO, S. R. T. **Estudo dos parâmetros de decaimento do cloro residual em sistema de distribuição de água tratada considerando vazamento.** 2008. 145p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SARZEDAS, G. L. **Planejamento para substituição de tubulações em sistemas de abastecimento de água. Aplicação na rede de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo.** 2009. 113p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SHIELDS, D.; SOLAR, S.; MARTIN, W. The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. **Ecological Indicator**, v. 2, n. 1-2, p. 149-160, nov. 2002.

SILVA, J. M. G. P. Notas de aula: **Saneamento I**. UFPI, 74f.

SILVA, N. A. S. & JÚNIOR, E. L. **Indicadores de gestão para sistemas de abastecimento de água**. UNICAMP.

UFCG. Abastecimento de Água. Disponível em: <www.dec.ufcg.edu.br/saneamento>. Acessado em 16 de Dezembro de 2015.

UFRRJ. Saneamento Básico. Abastecimento de água. Agosto de 2007.

United Nations Development Programme, UNDP (2006). **Human Development Report 2006: Beyond scarcity. Power, poverty and the global water crisis**. Technical Report. United Nations Development Programme, New York.

VASCONCELOS, R. F. V.; PATRÍCIO, M. C. M.; SILVA, V. M. A. Conflito ambiental: Ocupação indevida nas áreas demarcadas pelo DNOCS às margens do açude Epitácio Pessoa, Boqueirão – PB. **Revista Polêmica**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, 2012.

VON SPERLING, T. L. **Estudo da utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário**. 2010. 134p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.