



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

VALQUÍRIA DOS SANTOS LIMA

**DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO RURAL NO CEARÁ:
UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A ATUAÇÃO DO SISAR NAS
COMUNIDADES RURAIS CEARENSES**

**FORTALEZA
2017**

VALQUÍRIA DOS SANTOS LIMA

**DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO RURAL NO CEARÁ:
UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A ATUAÇÃO DO SISAR NAS
COMUNIDADES RURAIS CEARENSES**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L711d Lima, Valquíria dos Santos.

Diagnóstico do saneamento rural no Ceará : Um olhar crítico sobre a atuação do SISAR nas comunidades rurais cearenses / Valquíria dos Santos Lima. – 2017.

66 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti .

1. saneamento rural. 2. SISAR. 3. sistema de abastecimento de água. 4. sistema de esgotamento sanitário. I. Título.

CDD 628

VALQUÍRIA DOS SANTOS LIMA

**DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO RURAL NO CEARÁ:
UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A ATUAÇÃO DO SISAR NAS
COMUNIDADES RURAIS CEARENSES**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti

Aprovada em ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Alceu de Castro Galvão Júnior

Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE

Esp. Máira Gadelha Alves Brandão
Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE

AGRADECIMENTOS

A Deus, no qual estão ocultos todos os tesouros da sabedoria e do conhecimento. Sem Ele, eu nada poderia fazer.

Aos meus pais, Pedro e Maria Augusta, e à minha irmã, Vanessa, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti, pela orientação, pelo incentivo para a execução deste trabalho e, mais do que isso, pela confiança e pela relação amigável desenvolvida.

Aos membros da Banca Examinadora, Dr. Alceu de Castro Galvão Júnior e Maíra Gadelha Alves Brandão, pelas importantes contribuições para a elaboração deste trabalho.

Aos responsáveis técnicos, administrativos e sociais de todas as bacias de atuação do SISAR, pela cooperação nesta pesquisa e pelos esforços realizados em prol do saneamento rural no Ceará.

A toda a equipe técnica da Gerência de Saneamento Rural – GESAR (CAGECE), em especial a Sérgio Ponte, a Atila Telles, a Gardênia Sousa e a Nigéria Diniz, que gentilmente disponibilizaram todos os dados necessários para a construção deste trabalho.

Aos amigos Vinicius, Suerda, Deiby, Ana Paula, Ariadne, Diego, Vanessa e Letícia, que, com suas amizades, tornaram minha jornada acadêmica mais prazerosa e repleta de sorrisos. Vocês fizeram parte da minha formação e serão levados por toda a vida!

À grande amiga Juliane Batista, por todo apoio concedido e por me ajudar a compreender quem eu sou e onde posso chegar. Sua contribuição foi determinante!

Aos professores do Curso de Engenharia Ambiental, por todos esses anos de transmissão segura e paciente de conhecimento.

A todos os que, de alguma forma, contribuíram para tornar possível a realização deste trabalho.

“Com a minha experiência aprendi pelo menos isso: que se uma pessoa avançar confiantemente na direção de seus sonhos, e se esforçar por viver a vida que imaginou, há de se encontrar com um sucesso inesperado nas horas rotineiras.”
(THOREAU, 2010)

DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO RURAL NO CEARÁ: UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A ATUAÇÃO DO SISAR NAS COMUNIDADES RURAIS CEARENSES

RESUMO: O estado do Ceará possui uma população rural de 2.105.824 habitantes. Boa parte dessa população reside no semiárido, possui baixo nível de escolaridade e vive sob condições de extrema pobreza, sendo muitas vezes privada do acesso a serviços básicos, como abastecimento de água e esgotamento sanitário. Nesse contexto, o Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR surge como uma alternativa institucional para dar suporte técnico, administrativo e social a sistemas de saneamento instalados para o atendimento de comunidades rurais no Ceará. Esta pesquisa teve como principal objetivo realizar um diagnóstico acerca da atuação SISAR quanto à prestação de serviços de saneamento básico no meio rural, com ênfase nos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Para alcançar o objetivo proposto, foram analisados relatórios, planilhas e tabelas fornecidos pela Gerência de Saneamento Rural da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (GESAR-CAGECE), além de estudo da legislação pertinente, de periódicos, de teses, de dissertações e de outras fontes de pesquisa. Os principais pontos fortes do modelo de gestão do SISAR são a autossustentabilidade social, a realização da gestão compartilhada dos sistemas com a comunidade e a prática de tarifas compatíveis com a capacidade de pagamento da população. Como pontos fracos, elencam-se aqueles que dizem respeito à falta de sustentabilidade financeira. Constatou-se que, dentre os sistemas de abastecimento de água gerenciados pelo SISAR, predominam aqueles que operam para o atendimento de pequenas comunidades com até 193 ligações. Quando analisados os sistemas de esgotamento sanitário mantidos pelo SISAR, observou-se um índice de cobertura de 0,66%, indicando que 13.986 pessoas residentes no meio rural cearense são beneficiadas pelo SISAR com esse serviço. Com os dados obtidos para este trabalho conclui-se que o SISAR constitui uma organização importante para a meio rural cearense, uma vez que contribui para a ampliação da oferta dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nesse meio. A atuação do SISAR é fundamental para o estado, visto que seu público-alvo sofre grandes privações quanto à prestação dos serviços de saneamento.

Palavras-chave: saneamento rural; SISAR; sistema de abastecimento de água; sistema de esgotamento sanitário.

DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO RURAL NO CEARÁ: UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A ATUAÇÃO DO SISAR NAS COMUNIDADES RURAIS CEARENSES

ABSTRACT: The state of Ceará has a rural population of 2,105,824 inhabitants. A large part of this population lives in the semi-arid region, has a low level of education and lives under conditions of extreme poverty, often being deprived of access to basic services, such as water supply and sewage service. In this context, the Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR emerges as an institutional alternative to provide technical, administrative and social support to sanitation systems installed to serve rural communities in Ceará. The main objective of this research was to carry out a diagnosis about the SISAR performance regarding the provision of basic sanitation services in rural areas, with emphasis on water supply and sewage services. In order to reach the proposed objective, were analyzed reports, spreadsheets and tables provided by the Gerência de Saneamento Rural da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (GESAR-CAGECE), as well as legislation, periodicals, theses, dissertations and other research sources. The strengths of the SISAR management model are social self-sustainability, the achievement of shared systems management with the community and the practice of tariffs compatible with the population's ability to pay. As weaknesses, those that concern the lack of financial sustainability. It was verified that, among the water supply system managed by SISAR, predominate those operating for the service of small communities with up to 193 connections. When analyzing the sewage systems managed by SISAR, a coverage index of 0.66% was observed, indicating that 13,986 people living in rural areas of Ceará are benefited by SISAR with this service. Through this work it was concluded that SISAR is an important organization for the rural region of Ceará, since its contributes to the expansion of the supply of water supply and sewage services in this local. The performance of SISAR is fundamental for the state, seeing its target public suffers great privations regarding the provision of sanitation services.

Keywords: rural sanitation; SISAR; water supply system; sewage system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Prestação de serviços públicos de água e esgoto no estado do Ceará ...	23
Figura 2 - Estrutura formal de organização do SISAR no estado do Ceará	25
Figura 3 - Financiadores dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário gerenciados pelo SISAR no estado do Ceará	26
Figura 4 - Mapa de distribuição das unidades do SISAR no estado do Ceará	31
Figura 5 - Sistema de abastecimento de água Cristais – SISAR Metropolitan	32
Figura 6 - Evolução do SISAR no estado do Ceará quanto ao número de ligações totais	34
Figura 7 - Distribuição de usuários nas bacias do SISAR no estado do Ceará	38
Figura 8 - Polígono de frequências do número de ligações totais por sistema de abastecimento de água do SISAR no estado do Ceará	40
Figura 9 - Percentual de economias cadastradas para o abastecimento de água pelo SISAR no estado do Ceará	42
Figura 10 - Tarifa média praticada pelas bacias do SISAR no estado do Ceará no ano de 2017	42
Figura 11 - Tipos de tecnologias utilizadas para o tratamento de água pelo SISAR no estado do Ceará	44
Figura 12 - Tipos de fontes utilizadas para o abastecimento pelo SISAR no estado do Ceará.....	45
Figura 13 - Tipos de fontes utilizadas nas bacias do SISAR no estado do Ceará.....	45
Figura 14 – Salinidade da água bruta utilizada nas bacias do SISAR no estado do Ceará	46
Figura 15 - Análise da qualidade da água tratada pelos sistemas gerenciados pelo SISAR no estado do Ceará no período de julho de 2016 a junho de 2017	48
Figura 16 - Índice de Perdas na Distribuição – IPD (%) e volume de água produzido (m ³) nas bacias gerenciadas pelo SISAR no estado do Ceará	50
Figura 17 - Número de economias atendidas com os serviços de água e “água + esgoto” ofertados pelo SISAR no estado do Ceará	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Atribuições do SISAR e das associações comunitárias filiadas ao SISAR	24
Quadro 2 - Descrição das bacias de atuação do SISAR no estado do Ceará	30
Quadro 3 - Municípios atendidos pelo SISAR no estado do Ceará	35
Quadro 4 - Sistemas esgotamento sanitário mantidos pelo SISAR no estado do Ceará	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição do número e da área dos estabelecimentos rurais do Ceará, segundo grupos de área total	28
Tabela 2 - Atuação do SISAR quanto ao gerenciamento de sistemas de abastecimento de água no estado do Ceará	37
Tabela 3 - Distribuição de frequências do número de ligações totais por sistema de abastecimento de água gerenciado pelo SISAR no estado do Ceará	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ARCE	Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará
BAC	Bacia do Acaraú
BAJ	Bacia do Alto Jaguaribe
BBA	Bacia do Banabuiú
BBJ	Bacia do Baixo Jaguaribe
BCL	Bacia do Curu e Litoral
BME	Bacia Metropolitana
BPA	Bacia do Parnaíba
BSA	Bacia do Salgado
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
COEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
FS	Fossa séptica
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GESAR	Gerência de Saneamento Rural
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPD	Índice de Perdas na Distribuição
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
LE	Lagoa de Estabilização
OMS	Organização Mundial de Saúde
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PRODETUR	Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SISAR	Sistema Integrado de Saneamento Rural
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas
SRH	Secretaria dos Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	Considerações sobre saneamento, saúde pública e qualidade de vida	16
3.2	Saneamento no Brasil – base legal, desafios e perspectivas	17
3.3	Saneamento no Ceará	20
3.4	SISAR – Uma alternativa para o saneamento rural no Ceará	22
3.4.1	Contexto da criação do SISAR	22
3.4.2	Organização e funcionamento do SISAR	23
3.4.3	Abrangência do modelo de gestão	25
3.5	População rural do Ceará	27
4	METODOLOGIA	30
4.1	Área de estudo	30
4.2	Mecanismos de obtenção e levantamento de dados	32
4.3	Classificação da pesquisa	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1	Diagnóstico da atuação do SISAR quanto aos serviços de abastecimento de água	34
5.1.1	Evolução do SISAR	34
5.1.2	Perfil das bacias do SISAR	37
5.1.3	Atuação do SISAR – análise dos sistemas gerenciados	39
5.1.3.1	Número de ligações por sistema	39
5.1.3.2	Categoria de usuários e cobrança de tarifas	41
5.1.3.3	Tecnologias de tratamento e tipos de fonte de abastecimento	43
5.1.3.4	Qualidade da água tratada	48
5.1.3.5	Perdas de água na distribuição	49
5.2	Diagnóstico da atuação do SISAR quanto aos serviços de esgotamento sanitário	51
5.2.1	Atuação do SISAR	51
5.2.2	Tecnologias de tratamento e qualidade dos efluentes tratados	52

5.2.3 População atendida	54
6 CONCLUSÃO	57
7 RECOMENDAÇÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXO	66
ANEXO A - Proporção da população extremamente pobre rural por município	66

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle, no meio físico do homem, de todos os fatores que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. Nesse contexto, a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, conceitua saneamento básico 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 de manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas (BRASIL, 2007).

De acordo com essa Lei Federal nº 11.445/2007, os serviços públicos de saneamento básico devem ser prestados com base em 13 princípios fundamentais, dentre eles o princípio de universalização ao acesso. Entende-se por universalização, a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico (BRASIL, 2007), incluindo aqueles instalados em localidades de pequeno porte. Na Política Federal de Saneamento Básico são consideradas localidades de pequeno porte as vilas, os aglomerados rurais, os povoados, os núcleos, os lugarejos e as aldeias (BRASIL, 2007).

O atendimento à demanda de comunidades difusas e de pequeno porte, com ênfase nas comunidades rurais, é um importante desafio a ser vencido. De acordo com o IBGE (2010), cerca de $\frac{1}{4}$ (um quarto) da população cearense reside no meio rural. Esse percentual se encontra discretamente acima daquele observado para o Brasil, onde a população rural é representada por 15,28% do contingente populacional (PNAD, 2015).

É necessário que, no processo de planejamento da prestação dos serviços públicos de saneamento básico, haja a identificação e a inclusão da população rural, visando ao atendimento de suas necessidades com atenção e respeito às peculiaridades do setor e permitindo o acompanhamento dos indicadores e melhor aplicação das políticas públicas (CEARÁ, 2016). Esta consideração deve ser feita por que, muitas vezes, a população rural se encontra dispersa no território e, além disso, possui baixa capacidade de pagamento, tornando inviável a sua incorporação

ao rol de clientes das empresas privadas prestadoras de serviços de saneamento, sendo necessária, então, a adoção de soluções alternativas.

Recentemente, no estado do Ceará, foi sancionada a Lei Complementar nº 162, de 20 de junho de 2016, que instituiu a Política Estadual de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado do Ceará. Essa lei tem o objetivo de disciplinar a atuação do estado no âmbito dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Nessa lei estadual complementar de 2016 é possível observar a existência da preocupação em assegurar o acesso das comunidades rurais a esses serviços, uma vez que nessa lei é também estabelecida uma política estadual para o saneamento rural. Essa política visa a ampliação do acesso aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nas zonas rurais e nas localidades de pequeno porte e a melhoria da qualidade de vida das pessoas (CEARÁ, 2106). Fica assim juridicamente reconhecida, no estado do Ceará, a necessidade de apoiar e de investir em iniciativas para o saneamento que considerem as áreas rurais.

Deve-se pontuar também o avanço dessa lei quanto ao reconhecimento do modelo associativo, através de entidades gestoras, como forma sustentável de gestão do saneamento rural, considerando essas entidades como parte integrante do Sistema Estadual de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário.

O SISAR é uma federação de associações de comunidades rurais que atua no estado do Ceará como uma entidade gestora, com o objetivo de garantir a operação de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, cumprindo as determinações do estatuto social. O SISAR, que atua no estado do Ceará desde o ano de 1996 e já atende a 143 municípios cearenses, vem se destacando nacional e internacionalmente como uma alternativa de gestão na área de saneamento para localidades rurais ou de pequeno porte. Nesse sentido, o presente trabalho busca avaliar a atuação do SISAR para identificar seus pontos fortes e fracos, bem como reconhecer e elencar as oportunidades e perspectivas para seu futuro.

2 OBJETIVOS

O estudo de que trata a presente monografia de conclusão de curso de graduação em Engenharia Ambiental tem o objetivo precípua de realizar diagnóstico acerca da atuação do Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR acerca da prestação de serviços de saneamento básico no meio rural do estado Ceará, com ênfase no abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Considerações sobre saneamento, saúde pública e qualidade de vida

A Organização Mundial de Saúde – OMS define saúde pública como a ciência e a arte de promover, proteger e recuperar a saúde por meio de medidas de alcance coletivo e de motivação da população. De acordo com Philippi Jr. e Malheiros (2010), as ações de saúde pública compreendem a medicina preventiva e social e as atividades de saneamento do meio.

Mota (2012) define saneamento como o conjunto de medidas visando a preservar ou a modificar as condições do meio ambiente, com a finalidade de prevenir doenças e promover saúde. Para esse autor, o saneamento tem um caráter preventivo porque objetiva proporcionar ao homem um ambiente onde estejam garantidas as condições necessárias para a promoção de sua saúde e de sua qualidade de vida. Nesse contexto, Barroso (2002) afirma que o saneamento é um dos mais importantes aspectos da saúde pública mundial. Esse autor estima que 80% das doenças e mais de 1/3 da taxa de mortalidade em todo o mundo tenham relação com a oferta inadequada de serviços de saneamento básico.

A falta de saneamento básico desencadeia uma série de desvantagens para o sistema de saúde pública, ocasionando surtos de doenças de veiculação hídrica, parasitoses intestinais e diarreias (TEIXEIRA et al., 2006), e para o sistema educacional, reduzindo o desenvolvimento intelectual de crianças afetadas por verminoses e por quadros de diarreia, por exemplo.

Num primeiro momento, o saneamento tinha o propósito de executar duas atividades básicas, ou seja, o abastecimento de água potável e o esgotamento sanitário (MOTA, 2012). Com o crescimento da população e com o aumento dos problemas ambientais, o saneamento passou, no entanto, a contemplar novas atividades, como o manejo de resíduos sólidos e a drenagem com o manejo das águas pluviais, isso especificamente em relação à limpeza urbana.

Lisboa et al. (2013) defendem a ideia de que os serviços de saneamento básico são essenciais para a promoção da saúde pública e apontam a necessidade de realizar intervenções contínuas para suprir as carências na prestação dos serviços de saneamento em defesa do ambiente, promoção da saúde pública e melhoria das condições sanitárias.

3.2 Saneamento no Brasil – base legal, desafios e perspectivas

No ano de 2007, a Presidência da República, através da subchefia de assuntos jurídicos da Casa Civil, instituiu o marco legal que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil. Na Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, o saneamento básico ficou definido como o conjunto de serviços, de 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 (BRASIL, 2007).

Essa Lei Federal nº 11.445/2007 consagra o saneamento como serviço público (GALVÃO Jr.; XIMENES, 2008) e enumera 13 princípios que devem nortear sua organização e prestação. Sunfeld (1995, p. 18) define princípios como as "[...] ideias centrais de um sistema, ao qual dão sentido lógico, harmonioso, racional, permitindo a compreensão de seu modo de se organizar". De acordo com Brasil (2007), são princípios da Política Federal de Saneamento Básico:

I - universalização do acesso;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade;

XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos; e

XIII - adoção de medidas de fomento à moderação do consumo de água.

Um dos maiores desafios enfrentados na prestação dos serviços públicos de saneamento básico é sua universalização. A lei em questão (BRASIL, 2007) conceitua “universalização” como a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, incluindo aqueles instalados em localidades de pequeno porte. Os principais fatores que dificultam a ampliação do acesso aos serviços de saneamento a todos os domicílios são a questão orçamentária, a ocorrência de regiões com baixa densidade demográfica (PHILIPPI Jr.; MALHEIROS, 2010) e a desigualdade social (MOTTA, 2009).

Galvão Jr. et al. (2010) acrescentam que o saneamento básico é um setor que requer planejamento e a falta dele compromete a qualidade de vida das populações e favorece a manutenção das desigualdades sociais. De acordo com os autores, a realidade de boa parte dos municípios brasileiros apresenta os efeitos da falta de planejamento efetivo, falta de controle e falta regulação dos serviços públicos de saneamento, resultando em graves problemas ambientais e sanitários.

O estudo intitulado “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015”, elaborado pelo Ministério das Cidades, retrata as características e a situação da prestação dos serviços de saneamento básico nos municípios brasileiros. Elaborado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA e recentemente publicado, esse estudo condensa os principais indicadores relativos aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Brasil.

Resultados divulgados por Brasil (2017) indicam que, no ano de 2015, os prestadores de serviços de saneamento atenderam a uma população de 164,76 milhões de pessoas, no caso dos serviços de água, e de 99,43 milhões no caso dos serviços de esgotos (respectivamente, 83,3% e 50,3% do total do país). Ressalta-se que o último índice apresentado refere-se apenas à coleta de esgotos, não compreendendo seu tratamento e disposição final adequados. Quando a análise é realizada considerando exclusivamente a população urbana, os percentuais apresentados sobem para 93,1%, no caso dos serviços de água, e para 58,0% no caso dos serviços de coleta de esgotos.

É desejável que os estudos realizados considerem, de forma independente, os meios rural e urbano, uma vez que eles atendem a públicos distintos e com características heterogêneas. Albuquerque Neto (2011) reconhece a necessidade de o Estado amparar as ações de saneamento básico nas áreas rurais, demandando inclusive uma legislação específica e diferenciada do meio urbano. De acordo com estudos divulgados pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA e elaborados com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, apenas 34,51% dos domicílios rurais brasileiros estão ligados à rede de distribuição de água e somente 5,45% dos domicílios rurais possuem coleta de esgoto ligada à rede geral (FUNASA, 2017).

No artigo 48 da Lei Federal nº 11.445/2007 são estabelecidas as diretrizes da Política Federal de Saneamento Básico, dentre as quais se destacam a “[...] prioridade para as ações que promovam a equidade social e territorial no acesso ao saneamento básico [...]” e a “[...] garantia de meios adequados para o atendimento da população rural dispersa, inclusive mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares”. A população rural torna a ser considerada no artigo 49, que estabelece “[...] proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos

urbanos isolados [...]” como um dos objetivos da Política Federal de Saneamento Básico.

Observa-se ainda que, de acordo com o artigo 10 da mencionada Lei 11.445/2007, “[...] localidades de pequeno porte, predominantemente ocupadas por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários [...]” podem ser atendidas com a prestação de serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular. De acordo com o artigo 10 da mesma lei, o poder público pode, nos termos de lei, autorizar a prestação dos serviços públicos de saneamento básico para usuários organizados em cooperativas ou em associações por meio de contratos, convênios, termos de parceria ou por meio de outros instrumentos.

Assim, pode-se afirmar que, na Lei Federal nº 11.445/2007, fica reconhecida a necessidade de atender à demanda da população rural e de localidades de pequeno porte no que tange à prestação dos serviços de saneamento básico.

3.3 Saneamento no Ceará

Acerca do saneamento no estado do Ceará, Botto (2013) elenca alguns fatores que dificultam o acesso ao saneamento básico, a saber: i) a condição de pobreza e exclusão territorial no campo, no litoral e na cidade, ii) a precariedade das condições de moradia e estágio progressivo de degradação ambiental, iii) a irregularidade fundiária, iv) a formação de áreas de ocupação desordenada nas zonas de transição urbano-rural, v) a fragmentação e o isolamento das comunidades e vi) a discrepância entre o crescimento demográfico e a acessibilidade às redes de infraestrutura.

Reconhecendo a importância da prática de políticas públicas que visem promover a ampliação da oferta dos serviços de saneamento, o estado do Ceará regulamentou, mediante o Decreto nº 32.024/2016 e a Lei Complementar nº 162/2016. Por meio dessa lei foi instituída a Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Estado do Ceará, o Sistema Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, o Sistema Estadual de Informações em Saneamento e criado o Fundo Estadual de Saneamento.

A Lei Complementar nº 162/2016 é importante porque fortalece e organiza o setor saneamento, adéqua o Estado ao marco regulatório nacional e institucionaliza instrumentos que tornarão os investimentos mais eficientes e eficazes, constituindo-se uma lei inovadora em relação ao cenário brasileiro (CEARÁ, 2017) .

Dados recentes relativos ao saneamento no Ceará podem ser consultados no “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015”, elaborado com base em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS e publicado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades. Os dados apresentados nesse documento revelam que o índice de atendimento total de água e o índice de coleta de esgoto no estado do Ceará são 64,04% e 35,38%, respectivamente. Ressalta-se que, apesar de esse documento não apresentar dados específicos acerca dos serviços de saneamento no meio rural, sabe-se, através de FUNASA (2017), que apenas 37% dos domicílios rurais do Ceará estão ligados à rede de distribuição de água.

Dessa forma, observa-se que há um grande déficit na oferta dos serviços de saneamento no Ceará, principalmente no meio rural, sendo necessária e urgente a adoção de medidas de intervenção em saneamento básico no que diz respeito às questões ambientais, tecnológicas e de gestão.

Legalmente, os municípios brasileiros têm a responsabilidade de prover serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário aos seus habitantes. Nas zonas urbanas dos municípios, os serviços públicos de saneamento são, geralmente, repassados a empresas privadas ou são providos pelos governos municipais, por meio dos Serviços Autônomos de Água e Esgoto – SAAEs ou de departamentos (GARRIDO et al., 2016). A provisão de serviços de água e esgoto nas zonas rurais é realizada por SAAEs, prefeituras municipais, organizações sociais e, em menor número, empresas privadas, sendo, muitas vezes, deixada em segundo plano.

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE detém a delegação dos serviços públicos de saneamento básico na maior parte estado do Ceará e atua em 151 municípios, atendendo a um total de 304 localidades (CAGECE, 2017). A CAGECE se dedica, principalmente, ao atendimento da população urbana, uma vez que os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no meio rural não possuem sustentabilidade econômico-financeira (GARRIDO et al., 2016). A falta

de sustentabilidade desses sistemas no meio rural deve-se à baixa capacidade de pagamento da população rural e sua alta dispersão no território.

No contexto das organizações sociais criadas para o atendimento da demanda da população rural pelos serviços de saneamento, o Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR se destaca enquanto organização sem fins lucrativos (GARRIDO et al., 2016). O SISAR é formado por associações de comunidades beneficiadas com sistemas de abastecimento de água e/ou de esgotamento sanitário e atua como uma solução alternativa para o saneamento rural no Ceará (ALVES et al., 2016).

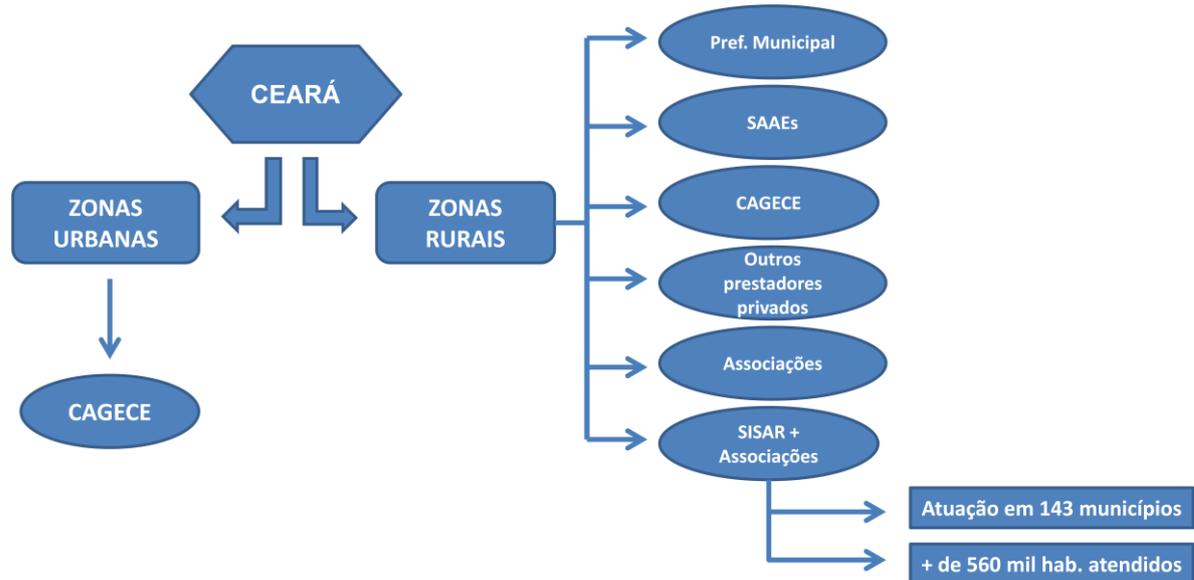
3.4 SISAR – Uma alternativa para o saneamento rural no Ceará

3.4.1 Contexto da criação do SISAR

Algumas localidades rurais são beneficiadas com programas de desenvolvimento rural e com investimentos em sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário a serem operados e gerenciados pela própria comunidade a baixo custo. É comum, porém, de acordo com Garrido et al. (2016), observar que, após um tempo de funcionamento, muitos desses sistemas entram em colapso devido às dificuldades em mantê-los sem um apoio técnico-profissional externo. A falta de sustentabilidade econômico-financeira desses sistemas inviabiliza a participação de empresas na gestão deles, como é o caso da participação da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE.

Nesse contexto, o SISAR surge como uma alternativa institucional para dar suporte técnico, administrativo e social a sistemas abastecimento de água e de esgotamento sanitário operados por comunidades rurais no Ceará (ALBUQUERQUE NETO, 2011). A Figura 1 apresenta o papel do SISAR no contexto da prestação de serviços públicos de água e esgoto no estado do Ceará.

Figura 1 - Prestação de serviços públicos de água e esgoto no estado do Ceará



Fonte: Elaborado pela autora

O SISAR foi criado no ano de 1996 com apoio da CAGECE, do governo estadual do Ceará, do Banco KfW, das prefeituras e das comunidades, a partir da necessidade de um modelo de gestão que apoiasse as comunidades na manutenção e no gerenciamento dos sistemas implantados (CORTEZ, 2017).

Para Albuquerque Neto (2011), as principais desvantagens desse modelo de gestão dizem respeito à qualificação da equipe técnica e à autossustentabilidade financeira. Para amenizar essas dificuldades, a CAGECE fornece assistência ao SISAR por meio da Gerência de Saneamento Rural – GESAR realizando capacitação técnica, inovação tecnológica, manutenção de equipamentos, análise laboratorial, gestão de perdas e avaliação de desempenho dos serviços na busca pela eficiência, sendo também disponibilizados veículo e infraestrutura física (GARRIDO et al., 2016).

3.4.2 Organização e funcionamento do SISAR

Para Ataíde et al. (2012), o SISAR também pode ser compreendido como uma federação de associações comunitárias rurais. Sabe-se que as localidades beneficiadas com programas de desenvolvimento rural e com investimentos em sistemas de saneamento tendem a se organizar, por meio de associações

comunitárias, para o maior envolvimento e participação dos usuários. Boa parte dessas associações comunitárias filia os sistemas operados pela comunidade ao SISAR para receber dele suporte técnico, administrativo e social. Assim sendo, o SISAR consiste numa federação de associações que realiza a gestão compartilhada com as associações comunitárias para garantir a operação e a manutenção de sistemas de abastecimento de água (GARRIDO et al., 2016).

Fala-se em “gestão compartilhada” porque o SISAR e as associações comunitárias filiadas dividem atribuições. O SISAR dedica-se à execução de ações ligadas ao gerenciamento dos sistemas, ações de manutenção mais complexas e mobilização das associações, enquanto isso a associação comunitária realiza a supervisão da operação das unidades, a manutenção mais simples, a leitura de medidores e a entrega das contas (GARRIDO et al., 2016). O Quadro 1 sintetiza as atribuições do SISAR, bem como das associações comunitárias filiadas.

Quadro 1 - Atribuições do SISAR e das associações comunitárias filiadas ao SISAR

Associações	SISAR
<ul style="list-style-type: none"> - Supervisão da operação dos sistemas; - Manutenções simples; - Leitura de medidores; e - Entrega das contas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenções complexas; - Controle da qualidade da água; - Fornecimento de insumos em geral; - Faturamento e cobrança; - Realização de pequenas obras de expansão; e - Trabalho social, educativo e de mobilização.

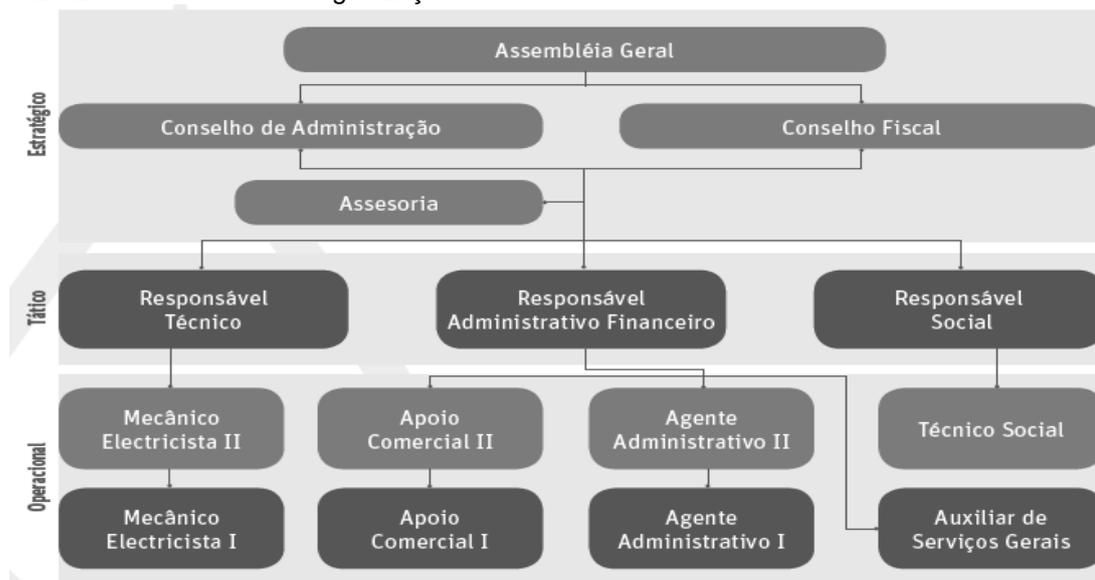
Fonte: Elaborado pela autora a partir de Garrido et al. (2016).

Ressalta-se que, nesse modelo de gestão, a operação do sistema é de responsabilidade da comunidade. De acordo com Castro (2015), o serviço de operação é feito por membro da comunidade, escolhido para atuar, não como um funcionário do SISAR, mas como um operador colaborador da comunidade. O operador escolhido pela comunidade é capacitado através de treinamento e recebe uma gratificação pelo seu serviço.

Através de sua associação, a comunidade rateia custos de pagamento do operador, de pagamento da energia elétrica consumida e do valor a ser enviado ao

SISAR para a realização das manutenções preventiva e corretiva e para o suporte à associação no gerenciamento do sistema (ALBUQUERQUE NETO, 2011). Ressalta-se que o SISAR atua com estrutura bastante reduzida e conta apenas com uma estrutura de apoio no escritório para a confecção de contas, planejamento e gerenciamento das atividades a serem realizadas. O SISAR possui uma estrutura formal de organização bastante simples, que segue apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura formal de organização do SISAR no estado do Ceará



Fonte: Rocha (2013)

O rateio dos custos pela comunidade e a estrutura reduzida do SISAR colaboram para que o valor cobrado nas contas seja muito abaixo do valor normal cobrado por uma conta de água operada pela concessionária estadual.

De acordo com Rocha (2013), o modelo de gestão do SISAR possui boa aceitação e sustentabilidade social, uma vez que o permanente processo de capacitação em associativismo fortalece a estrutura das associações locais. Fortalecido, o SISAR vem se destacando em nível nacional e hoje seu modelo de gestão serve como inspiração para outras experiências na região do semiárido brasileiro, sendo também referência internacional em gestão do saneamento rural.

3.4.3 Abrangência do modelo de gestão

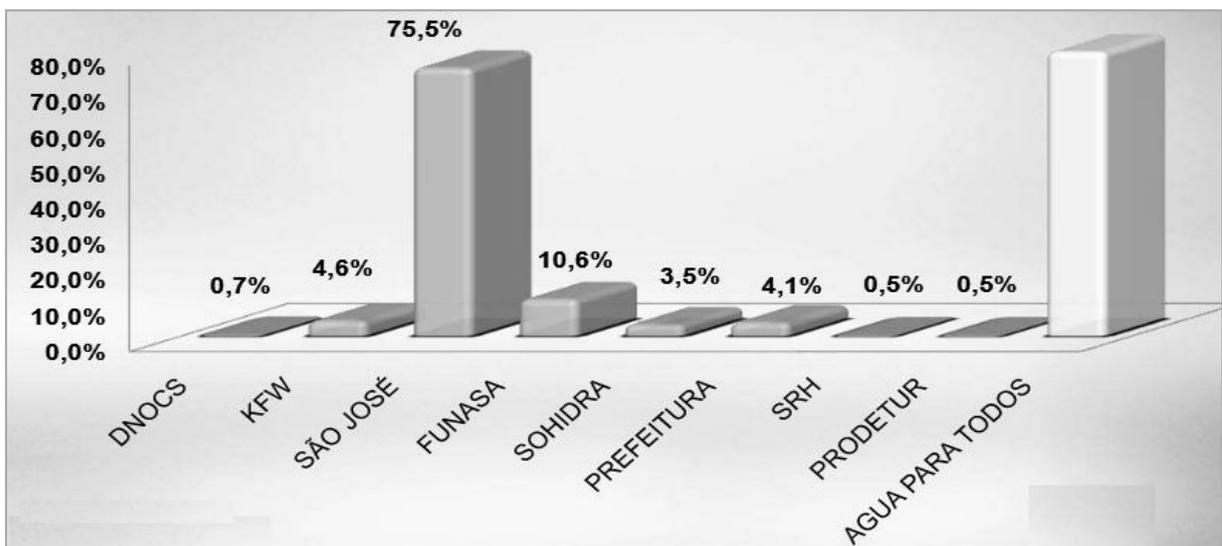
O SISAR foi criado no ano de 1996 com sede no município de Sobral/CE, inicialmente para a provisão de serviços de água e esgoto nas comunidades rurais

da Bacia do Acaraú. Devido, no entanto, ao seu sucesso, esse modelo de gestão foi replicado em todo o estado (SANTOS; OLIVEIRA, 2016). Atualmente, o Ceará conta com 8 (oito) SISARs, juridicamente independentes, que compartilham da mesma filosofia.

O SISAR realiza a gestão de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário através de unidades de negócio, cujo recorte compreende todo o estado do Ceará, considerando sua antiga divisão em oito bacias hidrográficas. Cada unidade de negócio ou bacia de atuação possui sede própria e, atualmente, os municípios de Acopiara, Quixadá, Russas, Itapipoca, Fortaleza, Crateús, Juazeiro e Sobral são as sedes das bacias do SISAR.

O SISAR atende a 143 municípios cearenses, beneficiando mais de 560 mil habitantes organizados através de associações comunitárias filiadas ao SISAR. O agrupamento de todas as associações comunitárias das localidades participantes forma cada unidade do SISAR (FREITAS et al., 2015). De acordo com Santos e Oliveira (2016), os sistemas, operados pelas comunidades e gerenciados pelo SISAR, foram implantados a partir de diversas fontes de recursos, dentre elas, o Projeto São José, Banco KfW, FUNASA, DNOCS, SOHIDRA, SRH, PRODETUR, Programa Água para Todos e Prefeituras. A Figura 3 apresenta a participação dos financiadores envolvidos na implantação dos sistemas de saneamento gerenciados pelo SISAR.

Figura 3 - Financiadores dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário gerenciados pelo SISAR no estado do Ceará



Fonte: Cortez (2013)

O SISAR atua no estado do Ceará buscando a ampliação da oferta de serviços de saneamento básico para a população rural cearense. Para compreender a importância dessa organização e os desafios dos seus objetos, faz-se necessário conhecer o público-alvo beneficiado com os serviços ofertados por ela.

3.5 População rural do Ceará

De acordo com estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), o estado do Ceará tinha, no ano de 2010, uma população de 8.452.381 habitantes. Essa população não está igualmente distribuída ao longo do território do estado, havendo um maior adensamento populacional na região metropolitana de Fortaleza e nas zonas urbanas dos municípios. Dados publicados pelo IPECE (2016) revelam que 74,07% da população do estado do Ceará se concentram nas zonas urbanas, enquanto o percentual restante reside no meio rural. Assim, o Ceará possui uma população rural de 2.105.824 habitantes.

O estado do Ceará possui 93% do seu território inserido na região do semiárido (IPECE, 2017), por isso apresenta características físicas desse tipo de região, não apresentando rios perenes. Essas características lhe conferem alto grau de vulnerabilidade a secas e a população sofre severas limitações.

De acordo com o IPECE (2017), a população rural do estado do Ceará apresenta valores críticos de renda média domiciliar. O estado apresentou, em 2010, um valor de renda média domiciliar *per capita* de R\$ 220,43 e um valor de renda domiciliar *per capita* mediana de R\$150,00. A mediana é a medida de posição que corta a distribuição dos dados ao meio, ou seja, 50% dos domicílios rurais possuem renda domiciliar *per capita* inferior a R\$150,00 e 50% detêm renda acima desse valor. No Anuário Estatístico do Ceará, o IPECE (2016) afirma ainda que 36,88% da população rural do estado do Ceará vive em situação de extrema pobreza. Isso significa dizer que 776.654 pessoas vivem no meio rural cearense com valor de renda familiar mensal inferior a R\$70,00 por pessoa (ANEXO A - Proporção da população extremamente pobre rural por município).

Dentre as formas de obtenção de renda no meio rural cearense, destaca-se a atividade agropecuária (MENDONÇA et al., 2010). De acordo com os autores, 74,7% dos chefes das famílias rurais no Ceará dedicam-se à esta atividade, no entanto, de acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária -

INCRA (2017) a estrutura de distribuição dos estabelecimentos agropecuários no estado é bastante concentrada. A partir da Tabela 1, que apresenta dados de cadastro de imóveis rurais, é possível concluir que 11% dos estabelecimentos com mais de dois MFs (Módulo Fiscal) ocupam mais de metade da área total de imóveis rurais, enquanto os imóveis rurais com menos de dois MFs ocupam pouco mais de 44%, apesar de representarem 89% do total de estabelecimentos do estado. Vale ressaltar que o Módulo Fiscal – MF é uma unidade de medida de área (expressa em hectares), fixada diretamente para cada município, que corresponde à área mínima necessária a uma propriedade rural para que sua exploração seja economicamente viável (EMBRAPA, 2017).

Tabela 1 - Distribuição do número e da área dos estabelecimentos rurais do Ceará, segundo grupos de área total

Classes de Área Total	Total de imóveis	Percentual de imóveis	Total de área (ha)	Percentual de área
Mais de 0 a 0,5 MF	129.511	62%	1.055.919,47	10%
Mais de 0,5 a menos de 1 MF	32.485	16%	1.198.435,65	11%
De 1 a 2 MF	24.183	12%	2.401.596,62	23%
Mais de 2 a 3 MF	8.866	4%	1.108.211,24	11%
Mais de 3 a 4 MF	4.369	2%	760.628,81	7%
Mais de 4 a 5 MF	2.563	1%	571.191,45	5%
Mais de 5 a 6 MF	1.607	1%	439.836,07	4%
Mais de 6 a 10 MF	2.989	1%	1.109.412,44	11%
Mais de 10 a 15 MF	1.156	1%	661.232,55	6%
Mais de 15 a 20 MF	410	0%	313.357,70	3%
Mais de 20 a 50 MF	436	0%	554.235,70	5%
Mais de 50 a 100 MF	75	0%	203.033,96	2%
Mais de 100 a 200 MF	14	0%	57.373,11	1%
Mais de 200 a 400 MF	6	0%	60.015,43	1%
Mais de 400 a 600 MF	0	0%	0	0%
Mais de 600 MF	0	0%	0	0%
Total	208.670	100%	10.494.480	100%

Fonte: Adaptado de INCRA (2017)

Outra importante forma de obtenção de renda no meio rural é mediante o cadastramento em programas sociais (MENDONÇA et al., 2010). Um estudo elaborado por IPECE (2013) aponta que o Bolsa Família, um programa de transferência de renda direta para o cidadão, tem se constituído como uma importante fonte de renda para a população rural cearense. O estudo mostra que, além de possibilitar o acesso à renda pela população mais pobre, esse programa tem colaborado também para injetar recursos no comércio local, buscando dinamizar

a economia dos municípios, que vêm passando um forte processo de estiagem desde 2012. Dados apresentados pelo IPECE (2016) indicam que no meio rural também há um grande número de beneficiários da Previdência Social. O estudo mostra que, no ano de 2015, 776.385 (38,67%) pessoas residentes no meio rural possuíam benefícios ativos da previdência.

Observa-se ainda que o meio rural também é caracterizado por abrigar uma população com baixo nível de escolaridade. De acordo com Mendonça et al.(2010) a maioria dos chefes das famílias rurais no Ceará possui, no máximo, 1 ano de estudo, o que colabora para os baixos indicadores apresentados sobre renda domiciliar.

De acordo com Schweizer e Nieradtka (2001), nas áreas atendidas pelo SISAR não há regularidade de atendimento médico-hospitalar e os agentes de saúde constituem-se atores sociais importantes nessas comunidades rurais.

Esses e outros indicadores apoiam a ideia de que as populações rurais possuem menor capacidade de pagamento e, muitas vezes, encontram-se privadas de serviços como saneamento, saúde e energia elétrica, entre outros.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

Situado na região Nordeste do Brasil, o estado do Ceará possui uma área total de 148.886,3 km², tendo como estados limítrofes o Piauí a oeste, o Rio Grande do Norte e a Paraíba a leste, Pernambuco ao sul e o Oceano Atlântico ao norte (IPECE, 2017). O clima predominante no estado do Ceará é o Tropical Quente Semiárido, caracterizado por altas taxas de evapotranspiração, além de escassez e irregularidade pluviométrica, condições que tornam o estado suscetível ao fenômeno das secas (IPECE, 2017).

Os recursos hídricos do estado do Ceará além de serem escassos e intermitentes, apresentam sinais de poluição decorrentes de seu mau uso. O mau uso dos recursos hídricos apresenta reflexos na saúde da população, que, muitas vezes, não dispõe de serviços de saneamento básico adequados.

O presente trabalho se propõe realizar um diagnóstico da prestação de serviços de saneamento básico no meio rural, com ênfase nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário gerenciados pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR. Para tanto, pode-se elencar, como área de estudo, o território do estado do Ceará, com recorte na zona rural dos 143 municípios cearenses atendidos pelo SISAR.

O SISAR realiza a sua gestão através de unidades de negócio, unidades também denominadas bacias, e cada SISAR possui sede própria em um município pertencente à bacia. No Quadro 2 são listadas as unidades de negócio, as bacias hidrográficas nas quais estão inseridas e seus respectivos municípios-sede.

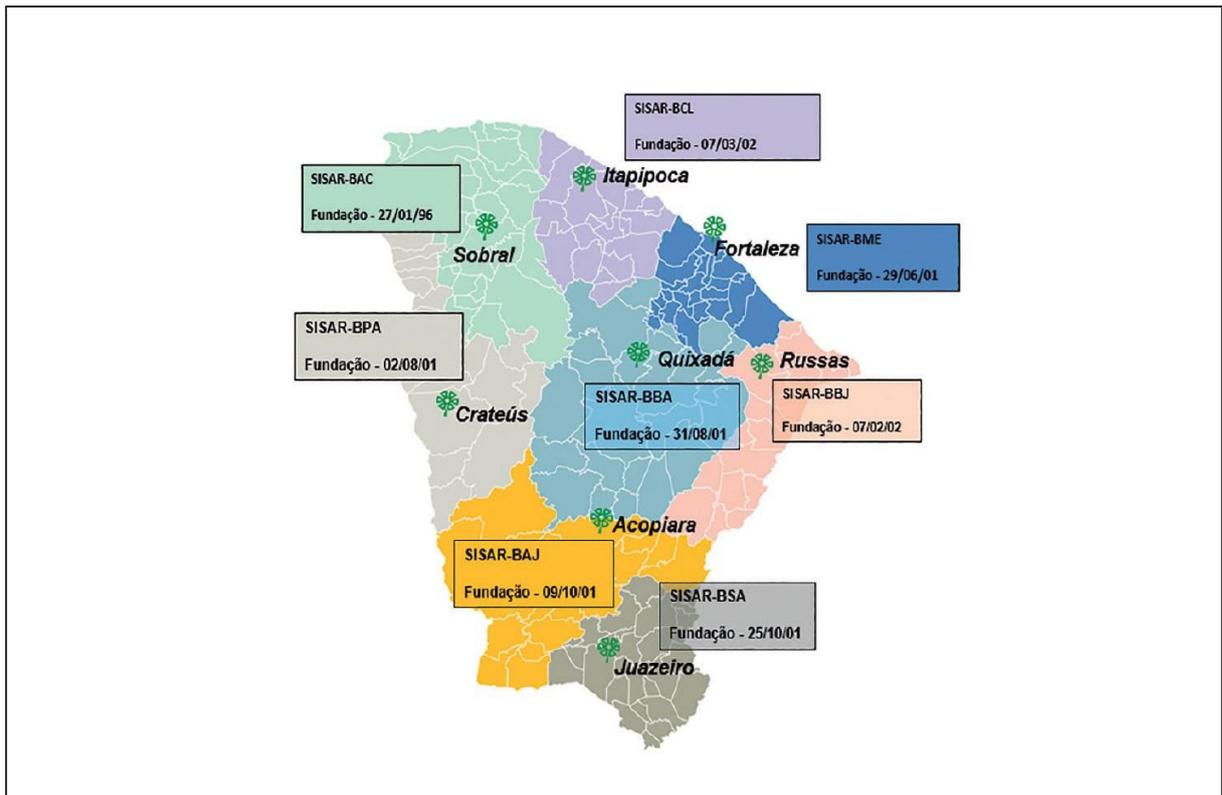
Quadro 2 - Descrição das bacias de atuação do SISAR no estado do Ceará

Unidade de Negócio	Bacia Hidrográfica	Município Sede
SISAR-BAC	Bacia do Acaraú	Sobral
SISAR-BAJ	Bacia do Alto Jaguaribe	Acopiara
SISAR-BBA	Bacia do Banabuiú	Quixadá
SISAR-BBJ	Bacia do Baixo Jaguaribe	Russas
SISAR-BCL	Bacia do Curu e Litoral	Itapipoca
SISAR-BME	Bacia Metropolitana	Fortaleza
SISAR-BPA	Bacia do Parnaíba	Crateús
SISAR-BSA	Bacia do Salgado	Juazeiro do Norte

Fonte: Dados fornecidos pela GESAR-CAGECE (2017)

As unidades de negócio do SISAR foram precisamente delimitadas de forma que suas fronteiras coincidem com o antigo recorte de bacias hidrográficas do Ceará, que divide o estado em oito bacias. A Figura 4 apresenta o mapa de distribuição das unidades do SISAR, com suas respectivas datas de fundação.

Figura 4 – Mapa de distribuição das unidades do SISAR no estado do Ceará



Fonte: Fornecidos pela GESAR-CAGECE (2017)

O SISAR gerencia, em suas oito bacias de atuação, sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário visando promover o atendimento da demanda de comunidades rurais do Ceará.

Entende-se por “sistema de abastecimento de água” o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição (BRASIL, 2007) e, por “sistema de esgotamento sanitário”, o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente (BRASIL, 2007). A Figura 5 ilustra o sistema Cristais, gerenciado pelo SISAR para abastecimento de água potável.

Figura 5 – Sistema de abastecimento de água Cristais – SISAR Metropolitano



Fonte: Arquivo GESAR-CAGECE

4.2 Mecanismos de obtenção e levantamento de dados

Para a realização deste diagnóstico serão analisados dados referentes aos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário gerenciados pelo SISAR para o atendimento da demanda de comunidades rurais cearenses. Assim, o SISAR, em suas oito bacias de atuação, é o objeto de estudo desta pesquisa.

Os dados analisados e apresentados nesta pesquisa foram obtidos junto à Gerência de Saneamento Rural da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (GESAR-CAGECE) sob a forma de relatórios, de planilhas e de tabelas. Adicionalmente, foram consultados textos legislativos, publicações periódicas, teses e dissertações universitárias, entre outras fontes de pesquisa.

Sobre os sistemas de abastecimento de água foram analisados o número de usuários e de municípios beneficiados, o porte dos sistemas, as categorias de usuários beneficiados, a existência de mecanismos de cobrança, as tecnologias de tratamento utilizadas, os tipos de fontes utilizadas, a qualidade da água tratada e a ocorrência de perdas de água na distribuição. Acerca dos sistemas de esgotamento sanitário foram analisadas a quantidade de bacias beneficiadas, as tecnologias de tratamento utilizadas, o número de usuários e de municípios beneficiados e a existência de mecanismos de cobrança, bem como a existência de sistemas de reuso de efluentes.

4.3 Classificação da pesquisa

Do ponto de vista da sua natureza, este trabalho pode ser considerado como pesquisa aplicada, uma vez que envolve verdades e interesses locais relativos à atuação do SISAR quanto à prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, objetivando gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.

Quando analisado sob o ponto de vista de seus objetivos, este trabalho assume a forma de levantamento de dados e pode ser considerado como pesquisa descritiva, uma vez que os dados acerca da prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira neles. Os dados foram obtidos pelo pesquisador por meio de técnicas padronizadas de coleta de dados.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, o trabalho pode ser considerado como pesquisa documental e estudo de caso. A classificação como pesquisa documental deve-se ao fato de se basear em materiais que não receberam ainda um tratamento analítico e em materiais que foram reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. Os documentos consultados foram relatórios, planilhas e tabelas fornecidas pela Gerência de Saneamento Rural da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (GESAR-CAGECE) referentes à atuação do SISAR quanto à prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, bem como legislação, periódicos, teses e dissertações, entre outras fontes de pesquisa. A classificação como estudo de caso deve-se ao fato do trabalho envolver o estudo profundo e exaustivo do SISAR, permitindo, desse modo, o seu amplo e detalhado conhecimento.

Sob o ponto de vista da abordagem do problema, o trabalho pode ser classificado como pesquisa quantitativa, uma vez que considera dados relativos à prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário que podem ser quantificados, traduzidos em números, classificados e analisados com o uso de recursos e de técnicas estatísticas.

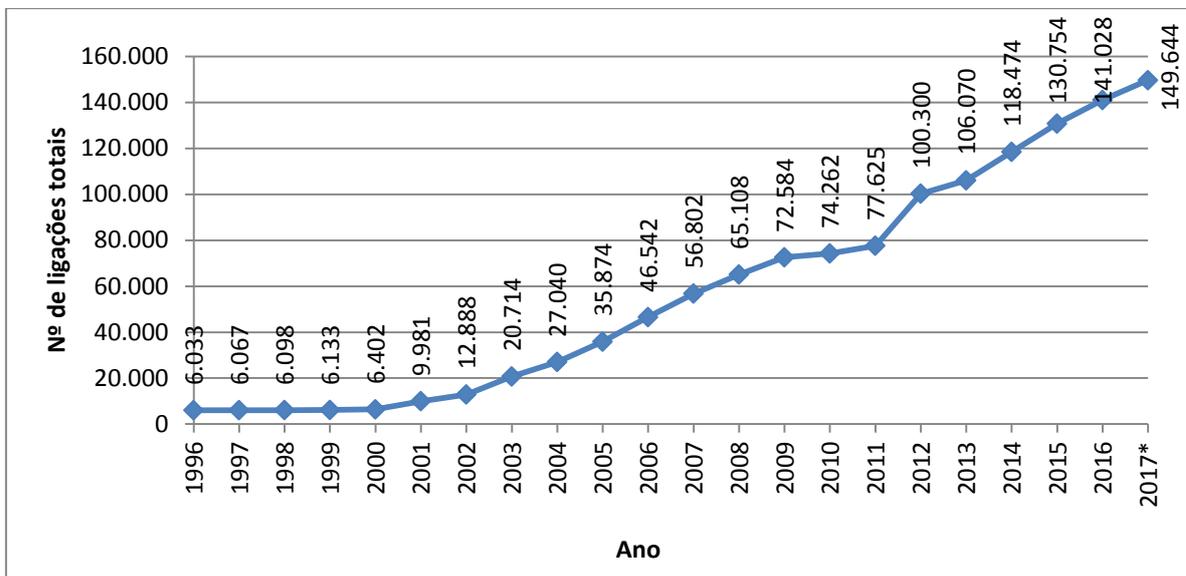
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Diagnóstico da atuação do SISAR quanto aos serviços de abastecimento de água

5.1.1 Evolução do SISAR

O SISAR iniciou sua atuação quanto à prestação dos serviços de abastecimento de água em 27 de janeiro de 1996, atuando inicialmente apenas na Bacia do Acaraú, com sede em Sobral. No ano de 2001 foram fundados os SISARs de Fortaleza, Crateús, Quixadá, Acopiara e Juazeiro, e no ano de 2002 foram fundados os SISARs de Russas e Itapipoca. De modo geral, têm-se observado um incremento ao longo dos anos no número de economias interligadas à rede de distribuição de água, conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Evolução do SISAR no estado do Ceará quanto ao número de ligações totais



*O dado apresentado refere-se ao ano de 2017 até o mês de junho

Fonte: A Autora

Utilizando método estatístico, é possível calcular a taxa percentual de crescimento anual do SISAR, que indica o ritmo de crescimento dado pelo incremento médio anual do número de ligações totais. Para Neder (2017), essa variável se baseia na hipótese de uma taxa constante de crescimento ou na hipótese

de que os valores individuais formam uma progressão geométrica. Seu cálculo pode ser realizado a partir da Equação 1.

$$R = \left(\sqrt[n]{\frac{x_f}{x_i}} \right) - 1 \quad (1)$$

onde:

R = taxa de crescimento geométrica média,

n = número de períodos de tempo,

x_f = valor no período final, e

x_i = valor no período inicial

Utilizando a Equação 1 e os dados contidos na Figura 6, conclui-se que o SISAR apresentou uma taxa de crescimento geométrico média de 16,55%, que representa o crescimento percentual anual desde a sua fundação (1996) até o presente ano (2017). Considerando o período de um ano, observa-se que o período de menor crescimento ocorreu de 1997 a 1998 (0,51%) e que o período de maior crescimento ocorreu de 2011 a 2012 (29,21%). O período de maior crescimento pode ser justificado pelo aporte de investimentos recebidos através dos Programas KfW Ceará II e III, que, juntos, perfazem recursos na ordem de R\$ 69,8 milhões (CEARÁ, 2013).

Apesar de apresentar boa taxa de crescimento, Albuquerque Neto (2011) afirma que ainda há grande demanda reprimida e que a oferta de novas ligações encontrará demanda adequada. Atualmente o SISAR atende a 143 municípios cearenses quanto à prestação dos serviços de abastecimento de água. Os municípios atendidos pelo SISAR seguem listados em ordem alfabética no Quadro 3.

Quadro 3 - Municípios atendidos pelo SISAR no estado do Ceará

Municípios atendidos pelo SISAR			
Aquiraz	Caucaia	Jardim	Pentecoste
Acaraú	Cedro	Jati	Pereiro
Acopiara	Choró	Jijoca de Jericoacora	Piquet Carneiro
Aiuaba	Coreaú	Juazeiro do Norte	Pires Ferreira
Alcântaras	Crateús	Lavras da Mangabeira	Porteiras
Altaneira	Crato	Madalena	Potengi
Alto Santo	Croatá	Maranguape	Quiterianópolis

Continua

Continuação

Municípios atendidos pelo SISAR			
Antonina do Norte	Cruz	Marco	Quixadá
Aracati	Ererê	Martinópolis	Quixeré
Aracoiaba	Farias Brito	Massapê	Redenção
Ararendá	Forquilha	Mauriti	Reriutaba
Araripe	Fortim	Meruoca	Russas
Aratuba	General Sampaio	Milagres	Saboeiro
Arneiroz	Graça	Milhã	Salitre
Assaré	Granjeiro	Miraíma	Santa Quitéria
Baixio	Guaiúba	Missão Velha	Santana do Acaraú
Banabuiú	Guaraciaba do Norte	Mombaça	São Benedito
Barreira	Hidrolândia	Mons. Tabosa	S. João do Jaguaribe
Barro	Horizonte	Moraújo	São Luiz do Curu
Baturité	Ibaretama	Morrinhos	Senador Pompeu
Beberibe	Ibiapina	Mucambo	Sobral
Bela Cruz	Ibicuitinga	Mulungu	Tabuleiro do Norte
Boa Viagem	Icó	Nova Olinda	Tauá
Brejo Santo	Iguatu	Nova Russas	Tejuçuoca
Camocim	Independência	Novo Oriente	Tianguá
Campos Sales	Iracema	Ocara	Trairi
Canindé	Irauçuba	Orós	Tururu
Capistrano	Itapajé	Pacajus	Ubajara
Caridade	Itapipoca	Pacoti	Umari
Cariré	Itapiúna	Pacujá	Umirim
Caririaçu	Itarema	Palmácia	Uruburetama
Cariús	Itatira	Paracuru	Uruoca
Carnaubal	Jaguaretama	Paraipaba	Varjota
Cascavel	Jaguaribara	Paramoti	Várzea Alegre
Catarina	Jaguaribe	Pedra Branca	Viçosa do Ceará
Catunda	Jaguaruana	Penaforte	

Fonte: Dados fornecidos pela GESAR-CAGECE (2017)

É preciso salientar que o SISAR não atua com serviços de abastecimento de água em 38 municípios do estado do Ceará. Sugere-se a focalização desses municípios não atendidos pelo SISAR como objeto de estudo para pesquisas posteriores, a fim de diagnosticar que soluções têm sido adotadas para o atendimento da demanda de sua população rural. Caso existam sistemas de abastecimento de água sendo operados pelas comunidades rurais, é importante analisar a existência de interesse da comunidade em se filiar ao sistema do SISAR para receber dele suporte técnico, administrativo e social.

5.1.2 Perfil das bacias do SISAR

De acordo com o relatório concedido pela GESAR-CAGECE referente ao mês de junho de 2017, o SISAR beneficia, quanto ao abastecimento de água, uma população aproximada de 565.654 pessoas (26,86% da população rural do Ceará), estimada com base no número de economias com acesso à rede de distribuição de água. Por economias, no caso, entende-se moradias, apartamentos, unidades comerciais, salas de escritório, indústrias, órgãos públicos e similares, existentes numa determinada edificação, atendidas através de uma única ligação de água e/ou de esgoto (CEARÁ, 2010).

O SISAR conta com 933 sistemas em operação, os quais suprem a demanda das quase 150 mil economias interligadas à rede de distribuição de água, distribuídas em 1.416 localidades. A Tabela 2 apresenta dados fornecidos pela GESAR-CAGECE (2017) e sintetiza estas e outras informações referentes ao abastecimento de água realizado pelo SISAR no Ceará.

Tabela 2 – Atuação do SISAR quanto ao gerenciamento de sistemas de abastecimento de água no estado do Ceará

SISAR/SEDE	MUNICÍPIOS	SISTEMAS	LOC. ATENDIDAS	LIG. TOTAIS	POP.*	% LIG ATIVAS
BAC/Sobral	30	138	166	30.483	115.226	87%
BAJ/Acopiara	16	120	226	15.342	57.993	80%
BBA/Quixadá	21	130	209	18.604	70.323	76%
BBJ/Russas	13	56	133	12.631	47.745	81%
BCL/Itapipoca	17	92	143	14.681	55.494	78%
BME/Fortaleza	16	62	92	8.342	31.533	83%
BPA/Crateús	16	183	249	26.867	101.557	86%
BSA/J. do Norte	21	152	198	22.694	85.783	82%
Total	150	933	1.416	149.644	565.654	82%

* População estimada com base na taxa de ocupação do meio rural (3,78 pessoas/residência)

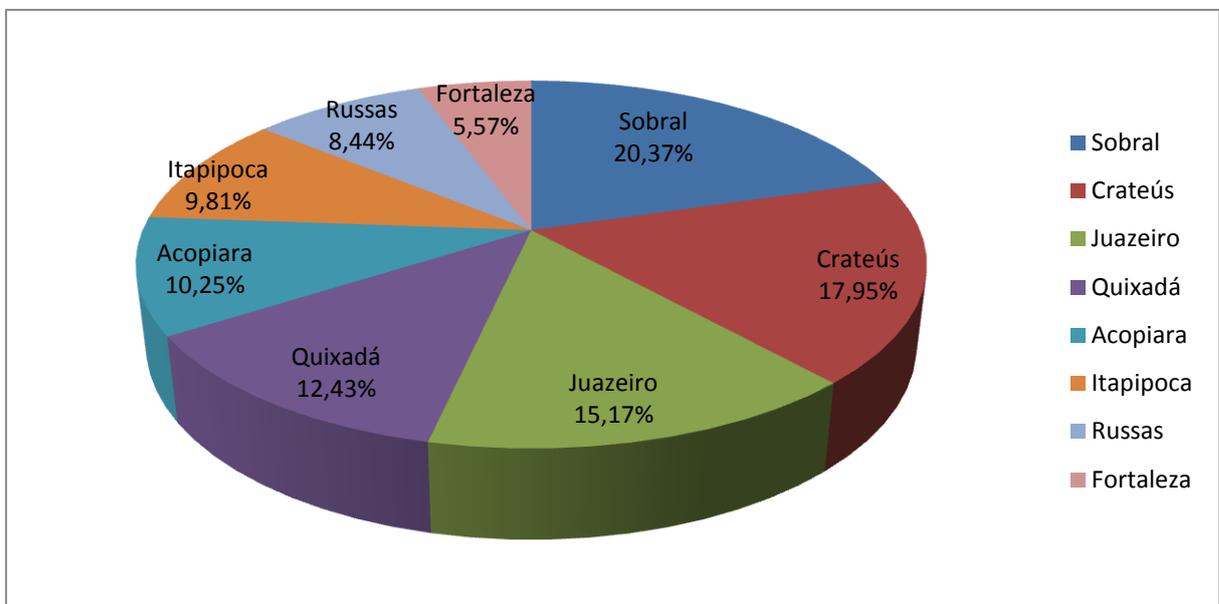
Fonte: Dados fornecidos pela GESAR-CAGECE (2017)

Embora, no somatório dos municípios, o total seja 150, a contagem correta sugere que a prestação do serviço de abastecimento de água ocorra em apenas 143 municípios, pois alguns municípios são atendidos por dois SISARs simultaneamente. Os municípios atendidos por dois SISARs são: Caridade (atendido pelos SISARs

BBA e BME), Croatá (atendido pelos SISARs BAC e BPA), Itarema (atendido pelos SISARs BAC e BCL), Irauçuba (atendido pelos SISARs BAC e BCL), Morrinhos (atendido pelos SISARs BAC e BCL), Santa Quitéria (atendido pelos SISARs BAC e BSA) e Tianguá (atendido pelos SISARs BAC e BPA).

Da Tabela 2, observa-se que o maior SISAR, em termos de ligações totais, é aquele com sede em Sobral (SISAR BAC) e o menor é aquele com sede em Fortaleza (SISAR BME), contando com, respectivamente, 30.483 e 8.342 economias interligadas à rede de distribuição de água. A Figura 7 permite visualizar a contribuição de cada SISAR para o número de ligações totais.

Figura 7 - Distribuição de usuários nas bacias do SISAR no estado do Ceará



Fonte: A Autora

O SISAR BAC foi o primeiro que foi fundado e é, portanto, o mais experiente, no entanto o SISAR BME, o segundo fundado, é o que possui menor número de ligações. A timidez do porte do SISAR BME deve-se ao fato de estar localizado na Bacia Metropolitana, onde há prevalência de população urbana.

Na Tabela 2 é possível verificar que o número de ligações totais varia consideravelmente nos oito SISARs. Com o uso de técnicas de estatística descritiva é possível verificar que as bacias do SISAR possuem em média 18.707 ligações e uma mediana de 16.973 ligações.

5.1.3 Atuação do SISAR – análise dos sistemas gerenciados

5.1.3.1 Número de ligações por sistema

Conforme relatório analisado referente ao mês de junho de 2017, existem instalados, nas oito bacias de atuação do SISAR, 933 sistemas de abastecimento de água para o atendimento das necessidades de comunidades rurais. Esses sistemas operam com tecnologias de tratamento distintas, bem como atendem a demandas distintas. A Tabela 3 apresenta a distribuição de frequências do número de ligações totais por sistema de abastecimento de água gerenciado pelo SISAR.

Tabela 3 – Distribuição de frequências do número de ligações totais por sistema de abastecimento de água gerenciado pelo SISAR no estado do Ceará

Classes (nº de ligações totais)	f_{absoluta}	f_{relativa}	f_{acumulada}	f_{acumulada (relativa)}
Até 193	725	0,7771	725	0,7771
193 a 546	188	0,2015	913	0,9786
546 a 899	15	0,0161	928	0,9946
899 a 1.252	3	0,0032	931	0,9979
1.252 a 1.605	0	0,0000	931	0,9979
1.605 a 1.958	0	0,0000	931	0,9979
1.958 a 2.311	0	0,0000	931	0,9979
2.311 a 2.664	0	0,0000	931	0,9979
2.664 a 3.017	0	0,0000	931	0,9979
3.017 a 3.370	0	0,0000	931	0,9979
3.370 a 3.723	0	0,0000	931	0,9979
3.723 a 4.076	0	0,0000	931	0,9979
4.076 a 4.429	1	0,0011	932	0,9989
4.429 a 4.782	1	0,0011	933	1,0000
Total	933	1,0000		

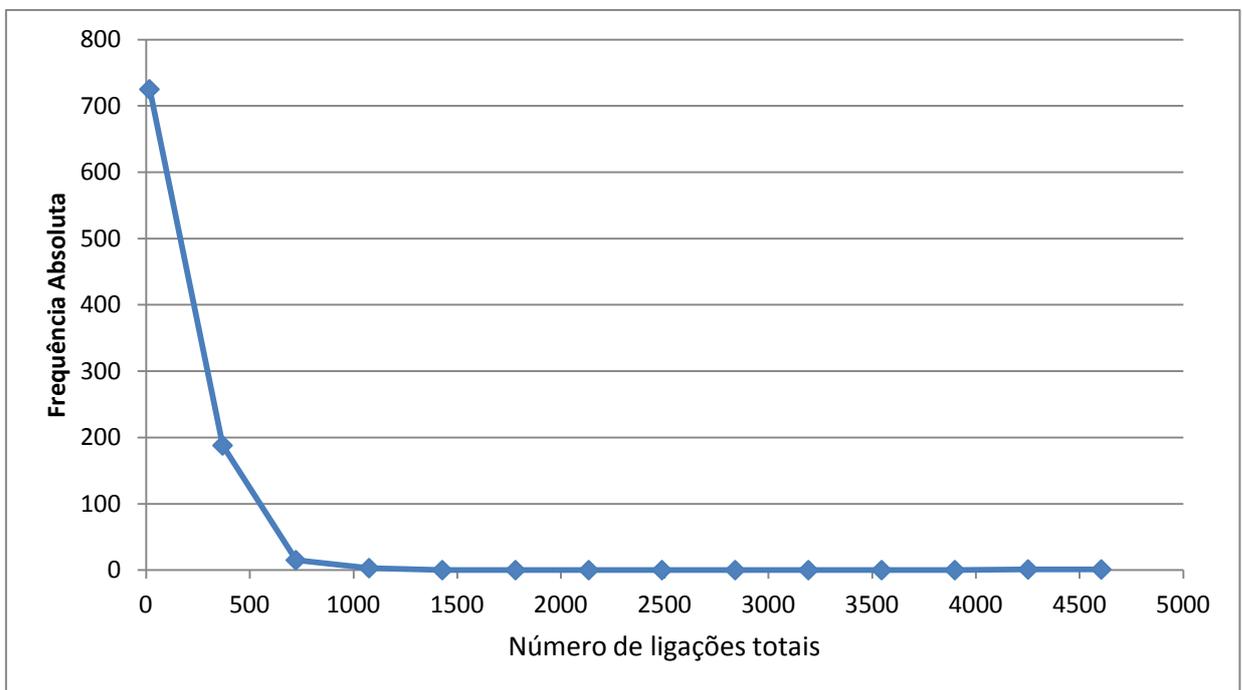
Fonte: A Autora

De acordo com Guedes et al. (2013), o SISAR atua como alternativa de gestão na área de saneamento para localidades rurais ou de pequeno porte. Os dados da Tabela 3 concordam com a afirmação de Guedes et al. (2013) e revelam o

predomínio de sistemas que atendem um número reduzido de economias. Para essa verificação, os sistemas de abastecimento de água gerenciados pelo SISAR foram divididos em 14 intervalos de classe conforme a quantidade de ligações totais.

A primeira classe da tabela de distribuição de frequências, que agrupa sistemas com até 193 ligações, é a classe com maiores frequências absoluta e relativa (frequência absoluta = 725 sistemas; frequência relativa = 77,71%), daí o motivo de se perceber o predomínio de sistemas que operam para o atendimento de pequenas comunidades. Da mesma tabela se observa ainda que 97,86% dos sistemas gerenciados pelo SISAR operam para o atendimento de até 546 usuários ligados à rede de distribuição de água e apenas 0,21% dos sistemas operam para o atendimento de uma demanda superior a 1.500 usuários. A Figura 8 apresenta o polígono de frequências do número de ligações totais por sistema de abastecimento de água gerenciado pelo SISAR.

Figura 8 - Polígono de frequências do número de ligações totais por sistema de abastecimento de água do SISAR no estado do Ceará



Fonte: A Autora

O polígono de frequências representado na Figura 8 expressa uma distribuição de frequência em forma de joga invertido, indicando a dominância dos sistemas de pequeno porte (concentração de frequências à esquerda). Para Albuquerque Neto

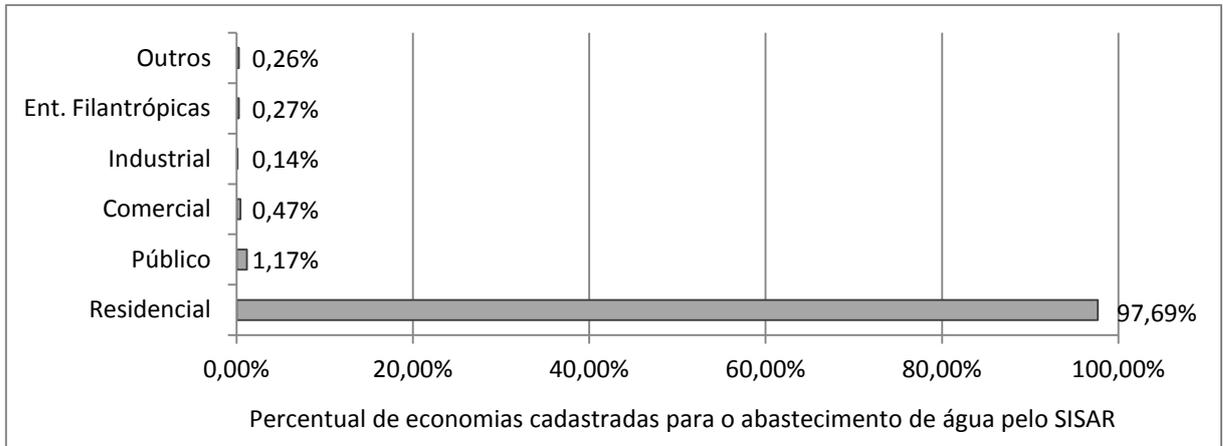
(2011), os SISARs mais rentáveis são aqueles que operam atendendo a um maior número de usuários (em comunidades maiores ou em mais comunidades), obtendo, conseqüentemente, receitas maiores, quando seu custo fixo é similar ao dos SISARs que operam em comunidades menores. São, no entanto, poucos os sistemas robustos que atendem a um número maior de economias. Nesse contexto, três grandes sistemas se destacam, a saber:

- Complexo Batente, instalado no município de Ocara (SISAR BBA) para o atendimento de 30 localidades, com 4.610 ligações totais;
- Lagoa do Mato, instalado no município de Itatira (SISAR BBA) para o atendimento da localidade de Lagoa do Mato, com 1.883 ligações totais; e
- Complexo Cajazeiras, instalado no município de Aracati (SISAR BBJ) para o atendimento de quatro localidades, com 980 ligações totais.

5.1.3.2 Categoria de usuários e cobrança de tarifas

De modo geral, verifica-se, entre os usuários de todas as bacias do SISAR, a predominância de economias do tipo residencial (97,69%), seguidas daquelas do tipo público (1,17%). O percentual de economias atendidas pelo SISAR classificadas como “categoria industrial” é baixo (0,14%), no entanto não foram disponibilizados registros acerca do volume de água consumido mensalmente por essas economias e, sem essa informação, não se consegue analisar a real importância dessa categoria. Sabe-se apenas que o SISAR com maior percentual de economias industriais é aquele com sede em Sobral (SISAR BAC), que atende à demanda de 139 indústrias situadas na bacia. A Figura 9 sintetiza essas informações e apresenta o mapeamento de economias cadastradas para o abastecimento de água pelo SISAR.

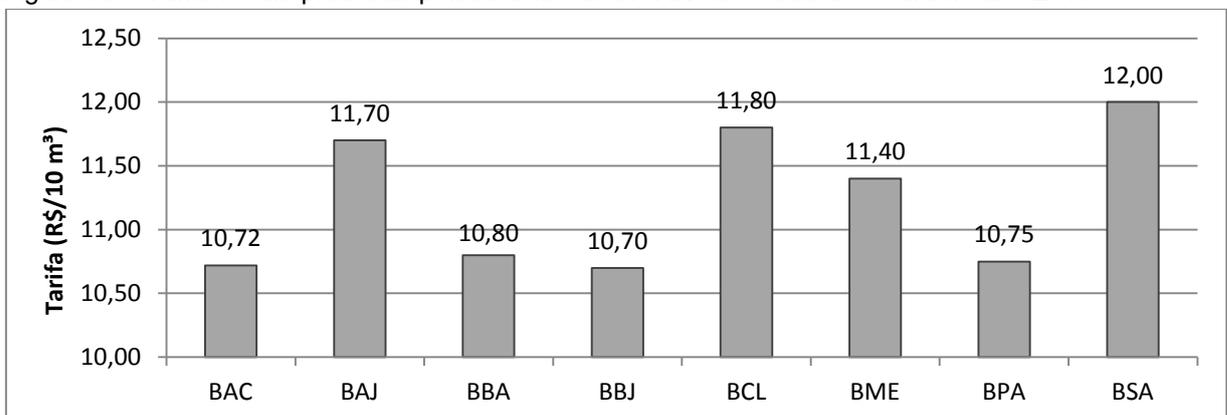
Figura 9 – Percentual de economias cadastradas para o abastecimento de água pelo SISAR no estado do Ceará



Fonte: A Autora

Ressalta-se que todas as bacias possuem um sistema de diferenciação de tarifas por tipo de usuário e por faixa de consumo, com o intuito de estimular o uso sustentável e racional da água ofertada. De modo geral, as tarifas praticadas pelo SISAR podem ser consideradas baixas quando comparadas àquelas praticadas pelas grandes companhias de saneamento. É importante salientar que as tarifas praticadas pelo SISAR levam em consideração a capacidade de pagamento da população atendida, no entanto a Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2017) pontua que a cobrança de valores muito baixos pode comprometer a cobertura e a qualidade dos serviços prestados, não atendendo à cobertura das amortizações dos investimentos, custo de operação e manutenção e acúmulo de reservas para a expansão dos sistemas. A tarifa média praticada pelas bacias do SISAR no ano 2017 é apresentada na Figura 10.

Figura 10 – Tarifa média praticada pelas bacias do SISAR no estado do Ceará no ano 2017



Fonte: A Autora

A cobrança de tarifa de abastecimento de água é realizada em todas as bacias do SISAR, apresentando o valor médio de R\$ 11,23/10m³. Esse valor é bastante inferior àquele praticado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE e pela média dos demais prestadores de serviços participantes do SNIS em 2015, que apresentaram tarifas médias iguais a R\$ 22,80/10m³ e R\$ 29,60/10m³, respectivamente (BRASIL, 2017).

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas são mecanismos que favorecem a sustentabilidade e o equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços em regime de eficiência. Mesmo assim, no entanto, devido ao custo fixo da prestação dos serviços de saneamento e ao menor poder aquisitivo da população, os sistemas de saneamento rural muitas vezes operam com uma relação custo-benefício insatisfatória (ALBUQUERQUE NETO, 2011).

Estudos realizados por Albuquerque Neto (2011) para a análise de viabilidade financeira dos SISARs revelam que, no ano de 2009, apenas os SISARs BPA e BSA apresentaram uma relação custo-benefício satisfatória, com retorno financeiro para os investimentos. Ressalta-se que o estudo desenvolvido pelo pesquisador se reporta a sete SISARs, uma vez que os dados relativos ao SISAR BAC não estavam disponíveis.

Com o objetivo de melhorar a relação custo-benefício dos SISARs, Albuquerque Neto (2011) realizou, em sua pesquisa, simulações alterando a tarifa média praticada e verificou que um aumento médio de 24% nas tarifas dos SISARs os tornaria economicamente viáveis. Faz-se necessária a realização de um novo estudo atualizado, similar ao realizado por Albuquerque Neto (2011), bem como estudos aprofundados sobre a capacidade de pagamento da população atendida pelo SISAR que verifiquem se o aumento da tarifa pode ser considerado uma alternativa viável para melhorar o desempenho econômico-financeiro da SISAR.

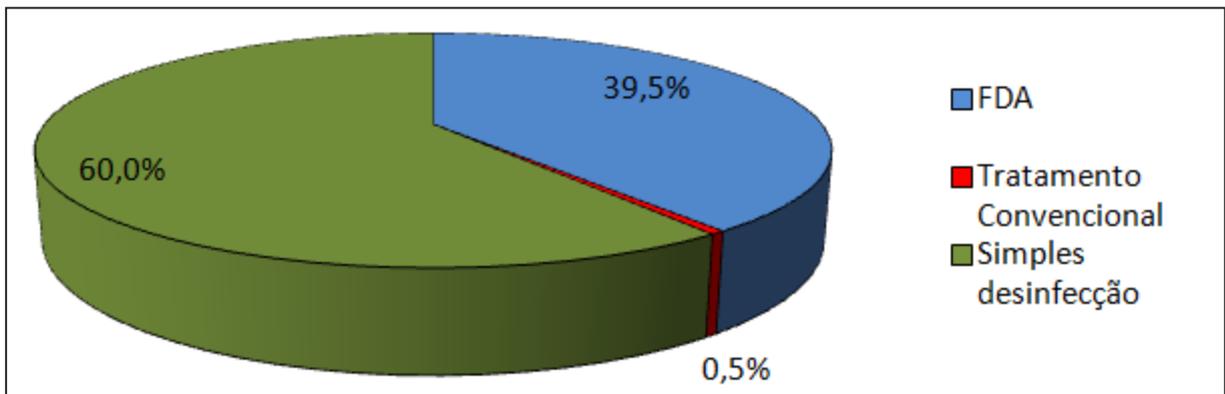
5.1.3.3 Tecnologias de tratamento e tipos de fonte de abastecimento

Os sistemas de abastecimento de água devem ser projetados, gerenciados e mantidos de forma a fornecer água tratada em conformidade com os parâmetros estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde. Ponte et al. (2013) ponderam, no entanto, que essa portaria trata das exigências aos sistemas e das

soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano de maneira bastante sucinta. Nessa portaria, em seu capítulo IV e artigo 24, o Ministério da Saúde apenas estabelece que “Toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração. As águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração”. Essa exigência deixa muito a desejar no que se refere à seleção da tecnologia apropriada (PONTE, 2011).

Os sistemas gerenciados e mantidos pelo SISAR operam com as tecnologias de simples de desinfecção, filtração direta ascendente e tratamento convencional (CORTEZ, 2017), conforme mostrado na Figura 11.

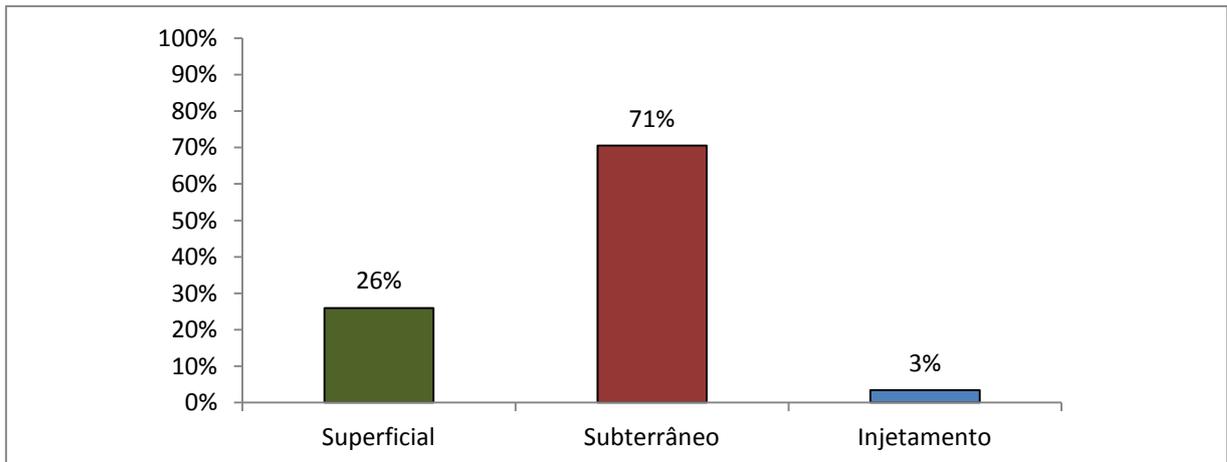
Figura 11 - Tipos de tecnologias utilizadas para o tratamento de água pelo SISAR no estado do Ceará



Fonte: A Autora

As tecnologias utilizadas são escolhidas em razão do tipo de fonte utilizada para o abastecimento e da qualidade da água ali existente. De acordo com Mota (2012), as fontes utilizadas para o abastecimento de água podem ser do tipo superficial (rios, riachos, lagos, lagoas e reservatórios artificiais) ou subterrâneo (poços e olhos d’água, entre outros). O tratamento “Simple Desinfecção” é, no geral, aplicado para fontes de águas subterrâneas, que geralmente possibilitam um tratamento mais simplificado, enquanto a “Filtração Direta Ascendente” e o “Tratamento Convencional” ou “Ciclo Completo” são utilizados no tratamento de águas superficiais, que requerem maior grau de tratamento. A Figura 12 apresenta os tipos de fontes utilizadas para o abastecimento de água pelo SISAR.

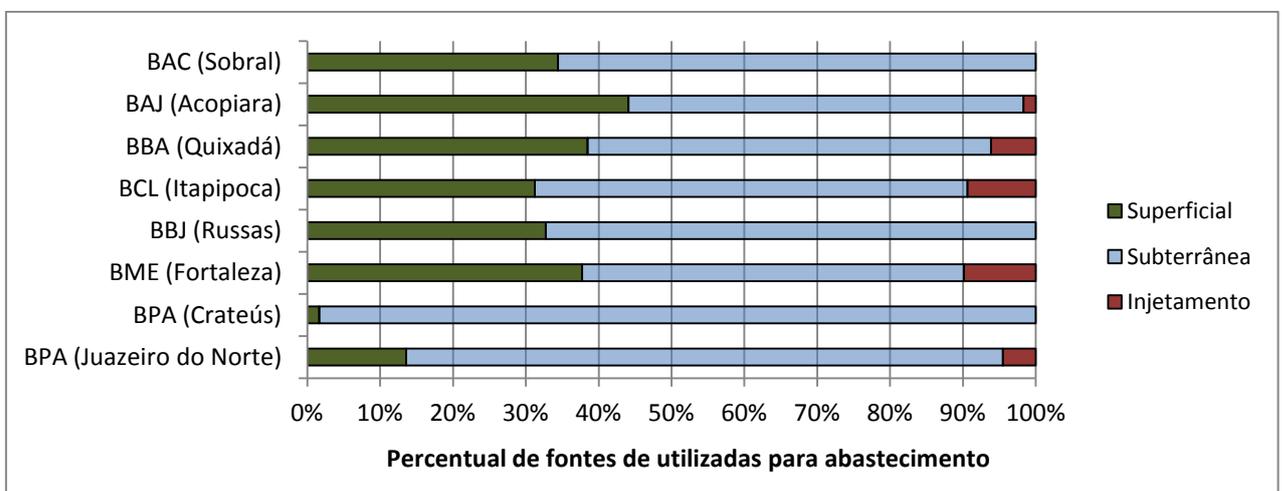
Figura 12 - Tipos de fontes utilizadas para o abastecimento pelo SISAR no estado do Ceará



Fonte: A Autora

A partir da Figura 12, observa-se o predomínio da utilização de mananciais subterrâneos, que representam mais de 70% do total de fontes utilizadas. No geral, os mananciais subterrâneos ofertam águas de melhor qualidade em relação aos mananciais superficiais, o que torna o seu tratamento menos oneroso. Observa-se ainda a existência de um terceiro tipo de fonte de abastecimento de água, o injetamento, que tem sido uma alternativa para o abastecimento de água em localidades em que existem usuários com demanda de água, mas que não dispõem de mananciais para a captação. Assim, esse tipo de fonte consiste no literal injetamento de água tratada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE na rede de distribuição de água do SISAR. A Figura 13 apresenta os tipos de fontes utilizadas em cada uma das bacias do SISAR.

Figura 13 - Tipos de fontes utilizadas nas bacias do SISAR no estado do Ceará

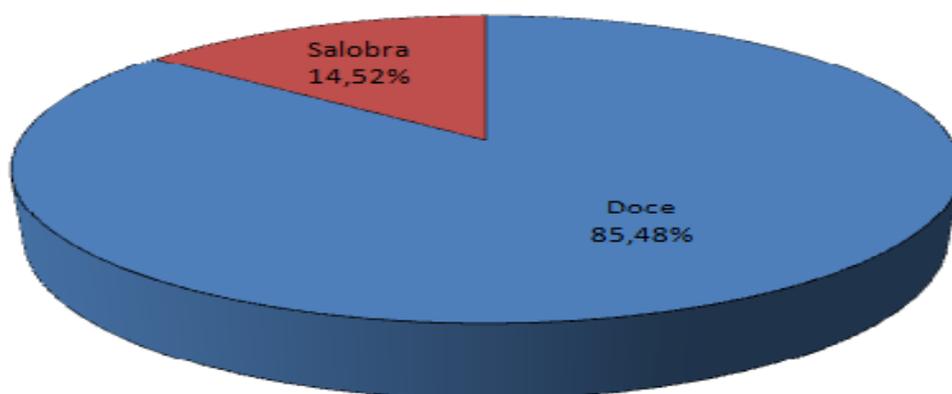


Fonte: A Autora

Em todas as bacias do SISAR há o predomínio da utilização de fontes subterrâneas, com destaque para os SISARs de Crateús e de Juazeiro do Norte. Da Figura 8, observa-se que a técnica de injeção é utilizada nos SISARs BCL (Itapipoca), BBA (Quixadá), BSA (Juazeiro do Norte), BME (Fortaleza) e BPA (Acopiara), contemplado 9, 8, 7, 6 e 2 sistemas, respectivamente. Esses 32 sistemas juntos atendem a 44 localidades, com um total de 2.807 economias interligadas à rede de distribuição de água, beneficiando mais de 10 mil pessoas. O maior sistema que opera com injeção de água da CAGECE é o sistema Catarina, instalado no município de Barreiras (SISAR da Bacia Metropolitana), para o atendimento das localidades de Catarina I (144 ligações) e Catarina II (113 ligações).

A Figura 14 apresenta dados sobre a salinidade da água bruta utilizada para o abastecimento das comunidades rurais atendidas pelo SISAR. A classificação da água quanto à salinidade é feita de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, que classifica as águas em doces, salobras e salinas. De acordo com Brasil (2005), águas doces são aquelas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰, enquanto as águas salobras são aquelas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30‰. Por fim, as águas salinas são aquelas com salinidade igual ou superior a 30‰ (BRASIL, 2005).

Figura 14 – Salinidade da água bruta utilizada nas bacias do SISAR no estado do Ceará



Fonte: A Autora

Verifica-se, a partir da Figura 14, o predomínio de sistemas que utilizam mananciais de águas doces (85,48%) em detrimento dos mananciais de água salobra (14,52%), não havendo uso de mananciais de águas salinas. Os sistemas

que utilizam mananciais de águas doces atendem a 89,7% da população beneficiada com os sistemas gerenciados pelo SISAR (501.483 pessoas), enquanto o percentual restante é atendido por sistemas que utilizam mananciais de águas salobras (64.171 pessoas). Ressalta-se que os SISARs BAJ (Acopiara), BCL (Itapipoca), BAC (Sobral) e BBA (Quixadá) concentram 75% dos sistemas que utilizam fontes de água salobras.

De acordo com o levantamento realizado nesta pesquisa, constata-se que nenhuma das Estações de Tratamento de Água – ETA gerenciadas pelo SISAR possui licença ambiental, no entanto a equipe técnica da Gerência de Saneamento Rural – GESAR (CAGECE) informou que, no mês de setembro de 2017, foram iniciadas as primeiras articulações com o órgão ambiental competente para a emissão das licenças ambientais. A Lei Estadual Complementar nº 162/2016 define que os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, inclusive rurais, devem ter seus processos de licenciamento priorizados pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE.

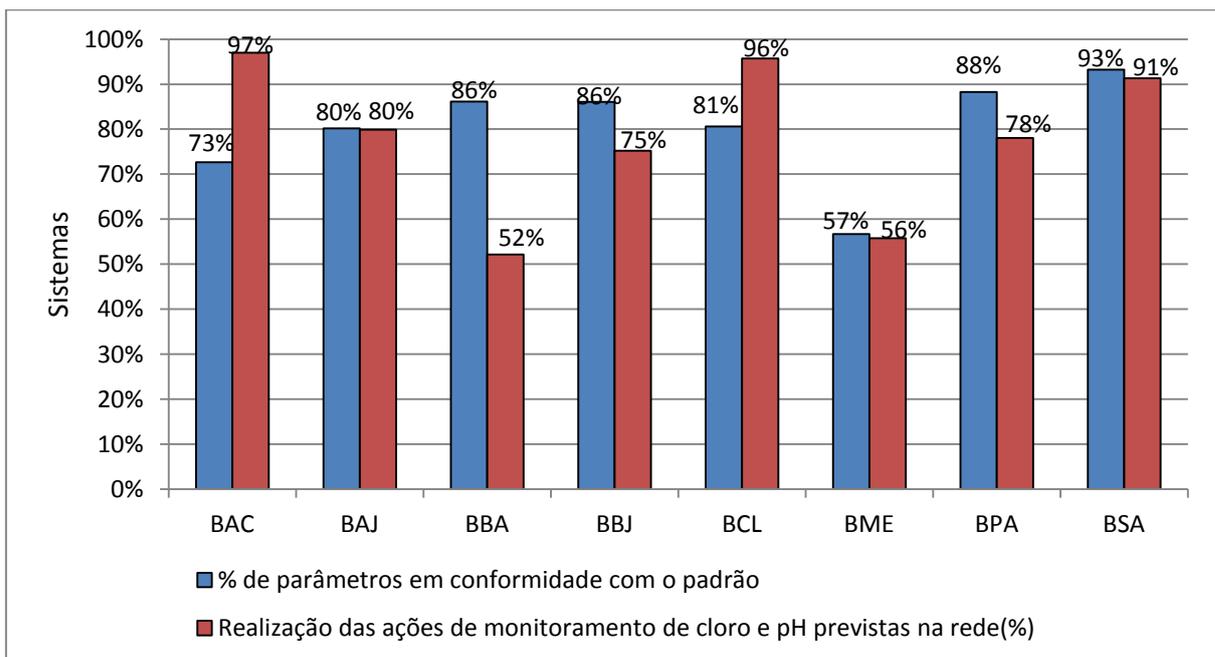
A Lei Estadual Complementar nº 162/2016 define ainda que todo serviço público de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no âmbito do estado do Ceará deverá submeter-se à regulação, com objetivo de estabelecer um regime de eficiência dos serviços públicos. Para Lucchesi (2017), a regulação é uma ferramenta importante, pois visa o atendimento dos interesses públicos, de modo a garantir segurança, preço justo e, principalmente, qualidade na oferta de produtos e de serviços ao usuário.

A Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE é a autarquia responsável pela regulação dos serviços públicos de saneamento básico prestados no estado do Ceará. A ARCE exerce, dentre outras funções, a fiscalização direta em sistemas de abastecimento e o controle da qualidade da água. Até o presente momento, no entanto, não foram iniciadas as atividades da autarquia correspondentes ao exercício de regulação dos serviços prestados pelo SISAR. Conforme Ceará (2017), já estão sendo realizadas as primeiras articulações para a discussão da proposta de regulação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no meio rural, que deverá ocorrer em consonância com parâmetros estabelecidos em lei e com a realidade do saneamento rural no estado do Ceará. Acredita-se que a regulação possa produzir uma melhoria contínua nos serviços ofertados pelo SISAR.

5.1.3.4 Qualidade da água tratada

De acordo a Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, compete ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano exercer o controle da qualidade da água. Nesse sentido, o SISAR realiza análises laboratoriais de cor, turbidez, pH, coliformes totais e cloro residual livre em amostras provenientes das diversas partes dos sistemas, conforme plano de amostragem estabelecido nessa portaria. A Figura 15 reúne dados referentes à média de doze meses consecutivos de análise da qualidade da água tratada nas oito bacias do SISAR.

Figura 15 – Análise da qualidade da água tratada pelos sistemas gerenciados pelo SISAR no estado do Ceará no período de julho de 2016 a junho de 2017



Fonte: A Autora

Acerca do controle da qualidade da água quanto aos parâmetros de cor, turbidez e coliformes totais, o SISAR apresenta como fator limitante a inexistência de laboratórios próprios nas bacias de atuação. O SISAR possui, no entanto, parceria com a CAGECE e as análises de qualidade da água são realizadas por meio de convênios com laboratórios da concessionária a um baixo custo (PONTE, 2012). Das análises realizadas em todos os sistemas no período de julho de 2016 a junho

2017, uma média de 80% dos resultados obtidos estava em conformidade com os parâmetros estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Ressalta-se que o Ministério da Saúde recomenda, através da portaria mencionada, que haja conformidade em, no mínimo, 95% das amostras mensais coletadas.

Os SISARs que apresentaram melhores e piores resultados acerca da qualidade da água tratada foram SISAR BSA (93% dos resultados obtidos estavam em conformidade com aqueles estabelecidos na Portaria) e SISAR BME (57% dos resultados obtidos estavam em conformidade com aqueles estabelecidos na Portaria), respectivamente.

Os parâmetros de cloro residual e de pH devem ser medidos pelo operador na saída do tratamento e na rede de distribuição. O Ministério da Saúde recomenda, na Portaria nº 2.914/2011, que o cloro residual livre seja medido diariamente e que o pH seja medido semanalmente em sistemas com mananciais superficiais ou mensalmente em sistemas com mananciais subterrâneos. No período de julho de 2016 a junho de 2017 ocorreram 78% das medições previstas na saída do tratamento e na rede de distribuição, com destaque para o SISAR BAC, que realizou 97% das medições previstas, e o SISAR BME, que realizou apenas 52% das medições previstas.

Pesquisas desenvolvidas por Guedes et al. (2013) em três sistemas gerenciados pelo SISAR BSA (Juazeiro do Norte) indicaram a existência de coliformes totais e *Escherichia Coli* na rede de distribuição, não sendo detectada a presença de cloro residual após o tratamento da água.

5.1.3.5 Perdas de água na distribuição

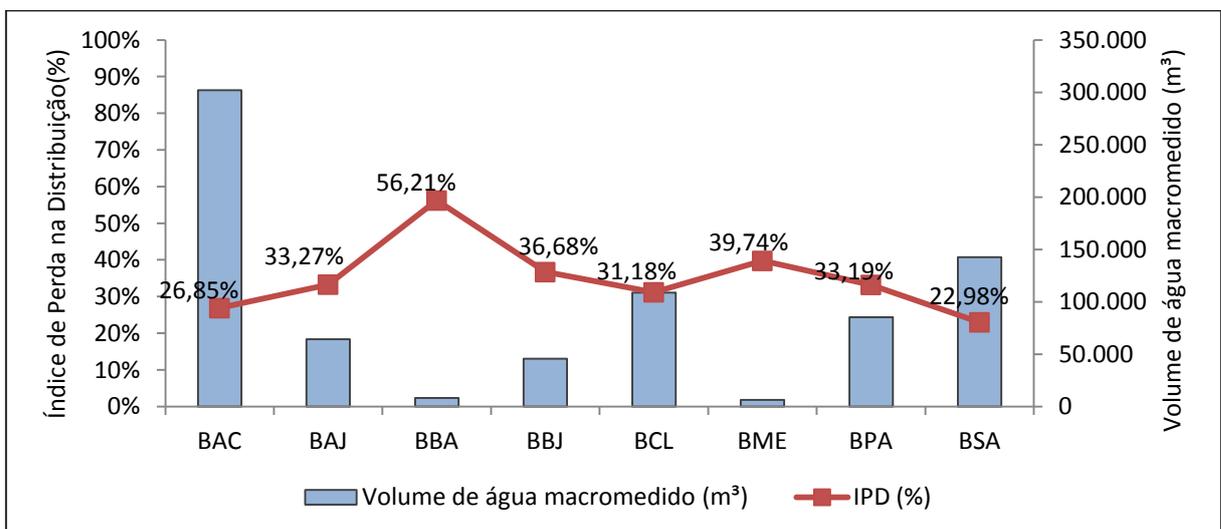
Um dos grandes desafios enfrentados pelos sistemas de abastecimento de água é a ocorrência de perdas em todas as etapas do processo de seu fornecimento. De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013), as perdas nos sistemas de abastecimento de água podem ser conceituadas conforme duas categorias: perdas reais e perdas aparentes. A “perda de água física” ou “real” ocorre quando a operadora de água disponibiliza um volume de água no sistema, mas parte desse volume é desperdiçada antes de chegar às unidades de consumo, não sendo utilizada pelos clientes, enquanto que a “perda de água comercial” ou “aparente” ocorre quando o

volume utilizado pelas unidades de consumo não é devidamente computado, não sendo cobrado de forma adequada (ABES, 2013).

Silva (2015 apud TSUTIYA, 2005) aponta que as principais causas para as perdas são a ocorrência de vazamentos na rede e em ramais, a existência de ligações clandestinas, ligações não hidrometradas, ligações inativas reabertas, hidrômetros parados ou que submedem e erros de leitura. De acordo com Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013), a ocorrência de perdas é indesejável, pois reduz o faturamento das empresas e sua capacidade de investir e obter financiamentos, bem como gera danos ao meio ambiente, uma vez que o desperdício de água gera a necessidade de busca por novos mananciais. A ABES (2013) afirma ainda que a média brasileira de perdas de água é de aproximadamente 40% (incluindo perdas reais e aparentes), chegando a mais de 60% em algumas empresas de saneamento. A título deste estudo, não foram encontrados na literatura dados que elucidem sobre o índice de perdas em sistemas de abastecimento de água operados por associações comunitárias.

Desde janeiro de 2017, o SISAR armazena registros que permitem o cálculo das perdas na distribuição e a Figura 16 apresenta uma análise das perdas na distribuição nos sistemas gerenciados pelo SISAR em cada bacia. Os dados de Índice de Perdas na Distribuição – IPD (%) se referem à média calculada no período de janeiro de 2017 a junho 2017.

Figura 16 – Índice de Perdas na Distribuição – IPD (%) e volume de água produzido (m³) nas bacias gerenciadas pelo SISAR no estado do Ceará



Fonte: A Autora

O SISAR tem admitido, como meta de gestão, um Índice de Perdas na Distribuição – IPD (%) de 42%. Observa-se, a partir da Figura 16, que, com exceção do SISAR de Quixadá, todas as bacias têm apresentado resultados satisfatórios.

O SISAR BBA (Quixadá) foi o que apresentou o maior IPD entre as bacias, seguido do SISAR BME (Fortaleza). Essas duas bacias são as que produzem menor volume de água tratada (volume macromedido) e, quando analisadas as perdas em termos de volume de água, observa-se que essas duas bacias apresentam as menores perdas volumétricas. Os SISARs BBA e BME perdem na distribuição, em média, 4.923 e 2.480 m³/mês, respectivamente.

Os SISARs com menores Índices de Perda na Distribuição são o SISAR BSA (Juazeiro do Norte) e o SISAR BAC (Sobral), no entanto, quando analisadas as perdas de distribuição em termos de volume, observa-se que as maiores perdas volumétricas ocorrem nos sistemas pertencentes a essas bacias. Os SISARs BSA e BAC perdem na distribuição, em média, 32.858 e 78.198 m³/mês, respectivamente.

Lambert et al. (1999) recomendam que as perdas físicas em sistemas de abastecimento de água sejam controladas por meio de quatro atividades complementares, a saber, o gerenciamento de pressões, o controle ativo de vazamentos, a velocidade e qualidade na execução de reparos e o gerenciamento da infraestrutura.

5.2 Diagnóstico da atuação do SISAR quanto aos serviços de esgotamento sanitário

5.2.1 Atuação do SISAR

Além de beneficiar a população rural com sistemas de abastecimento de água potável, o Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR também atende à população rural com serviços de esgotamento sanitário. Conforme a Lei Federal nº 11.445/2007, os serviços de esgotamento sanitário são “[...] constituídos pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente”. Nesse sentido, o SISAR atualmente mantém 19 sistemas de esgotamento sanitário, atendendo à demanda

de 13.608 pessoas (3.700 ligações) distribuídas em 12 municípios. O Quadro 4 apresenta dados relativos à prestação desse serviço pelo SISAR.

Quadro 4 – Sistemas esgotamento sanitário mantidos pelo SISAR no estado do Ceará

SISAR	Município	Sistema	Cobrança	Tecnologia	Ligações totais	População*
BAC	Acaraú	Aranaú	Não	1 FS	112	423
BAC	Acaraú	Juritianha	Não	1 FS e 1LE	161	609
BAC	Bela Cruz	São Gonçalo	Não	1 LE	89	336
BAC	Coreaú	Araquém	Não	1 LE	230	869
BAC	Croatá	Barra do Sotero	Não	2 FS	209	790
BAC	Croatá	Betânia	Não	1 LE	357	1.349
BAC	Irauçuba	Juá	Não	1 LE	395	1.493
BAC	Irauçuba	Missi	Não	1 FS e 1LE	316	1.194
BAC	Marco	Panacui	Não	3 LE	148	559
BAC	Marco	Triângulo do Marco	Não	3 FS	108	408
BAC	Massapê	Tuina	Não	1 LE	128	484
BAC	Moraújo	Goiana	Não	1 LE	160	605
BAC	Santana do Acaraú	Mutambeiras	Não	1 LE	234	885
BAC	Santana do Acaraú	Sapó	Não	1 LE	195	737
BAC	Tianguá	Arapá	Não	1 LE	166	627
BCL	Itapipoca	Praia da Baleia	Sim	LE	62	234
BCL	Itapipoca	Barrento	Sim	LE	43	163
BCL	Itapipoca	Vila dos Marinheiros	Não	LE	0	0
BSA	Granjeiro	Serrinha	Não	Sem informação	587	2.219
Total					3.700	13.986

FS: Fossa séptica

LE: Lagoa de estabilização

* População estimada com base na taxa de ocupação do meio rural= 3,78

Fonte: A Autora

5.2.2 Tecnologias de tratamento e qualidade dos efluentes tratados

Observa-se que as lagoas de estabilização são amplamente utilizadas como tecnologia de tratamento nos sistemas de esgotamento sanitário mantidos pelo SISAR, estando presentes em 15 dos 18 dos sistemas analisados. O sistema Serrinha, instalado no SISAR BSA (Juazeiro do Norte), não está incluído nesta análise, pois não foram fornecidas informações sobre a tecnologia de tratamento utilizada nesse sistema.

De acordo com Sperling (2002), as lagoas de estabilização constituem a forma mais simples para o tratamento dos esgotos e possuem como principal objetivo a remoção da matéria carbonácea. Para esse autor, esse tipo de tecnologia é bastante indicado para regiões de clima quente e para países em

desenvolvimento, devido à grande disponibilidade de áreas, ao clima favorável (temperatura e insolação elevadas), à operação simples e à necessidade de pouco ou nenhum equipamento (SPERLING, 2002). Ressalta-se a importância de, na fase de projetos, considerar a instalação de sistemas de fácil operação, uma vez que os operadores dos sistemas são colaboradores voluntários escolhidos pela comunidade filiada, cuja capacitação técnica é apenas o treinamento concedido pelo SISAR.

É preciso pontuar que não é realizado o monitoramento da qualidade dos efluentes tratados pelos sistemas de esgotamento sanitário mantidos pelo SISAR. Alguns desses sistemas foram construídos na década de 1990 com recursos do Banco KfW e, portanto, trata-se de sistemas instalados antes da legislação ambiental vigente que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes. Apesar da ausência de monitoramento, acredita-se que os efluentes tratados pelos sistemas de esgotamento sanitário mantidos pelo SISAR não atendam aos padrões de lançamento de efluentes exigidos nas Resoluções CONAMA nº 430/2011 (legislação a nível federal) e COEMA nº 02/2017 (legislação a nível estadual) devido à falta de recursos para a manutenção efetiva, ao crescimento de algumas comunidades e, principalmente, às atualizações da legislação ambiental acerca do lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.

Além disso, é preciso pontuar que nenhuma das Estações de Tratamento de Esgotos – ETE possui licença ambiental. Até o presente momento, foram realizadas apenas as primeiras articulações com órgão ambiental competente para a emissão das licenças ambientais. De acordo com a Lei Estadual Complementar nº 162/2016, os processos relacionados às licenças dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, inclusive rurais, em todo o território do estado, devem ser priorizados pela a Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE no exercício da atividade de licenciamento ambiental.

Ressalta-se ainda que, de acordo com a Resolução CONAMA nº 377/2006 e com a Lei Estadual Complementar nº 162/2016, as unidades de transporte e de tratamento de esgoto sanitário de pequeno e médio porte estão sujeitos a procedimentos simplificados de licenciamento ambiental.

A Resolução COEMA nº 02/2017, que estabelece diretrizes, critérios e parâmetros específicos para o reuso não potável de água, define água de reuso como “[...] efluente que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas”. Nessa resolução, o reuso de água é considerado

uma prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos e nela são estabelecidos os parâmetros limites a serem considerados para efluentes em geral e também para água de reuso.

Após analisar a viabilidade do reuso de efluente como fonte alternativa de água e nutrientes, Cuba (2015) afirma que o reuso é uma estratégia importante para atingir a sustentabilidade. Estudos apontam que água de reuso provoca um aumento na quantidade dos produtos agrícolas e pecuários quando utilizada corretamente. Entretanto, para que esse sucesso seja alcançado, necessita-se de projeto técnico para o seu uso sustentável e seguro.

De acordo com Carvalho (2016), a Secretaria Estadual de Desenvolvimento Agrário está executando, no estado do Ceará, através do Projeto São José III, o “Projeto de Reuso de Água Cinza no Ceará”. O projeto, financiado pelo Banco Mundial e pelo governo do estado do Ceará, prevê a seleção e a capacitação de 17 famílias a serem beneficiadas com o projeto de reuso. Um dos critérios para a seleção das famílias é que elas residam em comunidades atendidas pelo Projeto São José III, com sistemas de abastecimento de água geridos pelo SISAR ou SAAE municipal. Não foram encontradas, no entanto, maiores informações sobre o andamento do projeto e seus resultados.

5.2.3 População atendida

Do Quadro 4, constata-se que o atendimento quanto aos serviços de esgotamento sanitário ocorre em apenas três bacias do SISAR, a saber: SISAR BAC (sede em Sobral), SISAR BSA (sede em Juazeiro do Norte) e SISAR BCL (sede em Itapipoca). Observa-se que só há mecanismos de cobrança nos sistemas Praia da Baleia e Barrento, ambos pertencentes ao SISAR BCL (Itapipoca), onde os usuários pagam uma taxa fixa de R\$5,90. Ainda nessa bacia, constata-se a existência de um sistema sem operação (sistema Vila dos Marinheiros), devido ao sucateamento de sua infraestrutura. A equipe técnica do SISAR BCL informou que estão confirmados investimentos futuros para a recuperação e a reativação desse sistema.

O SISAR BAC é o que concentra maior número de sistemas de esgotamento sanitário, contando com um total de 15 sistemas atendendo a 3.008 economias interligadas à rede. Esse SISAR elenca que as principais dificuldades enfrentadas são:

- a falta de recursos para investimentos em recuperação e ampliação dos sistemas de esgotos existentes, bem como, para a realização de adaptações nos sistemas;

- a falta de equipamentos adequados para a manutenção dos sistemas, como veículos equipados com sistema de hidrovácuo-hidrojoato;

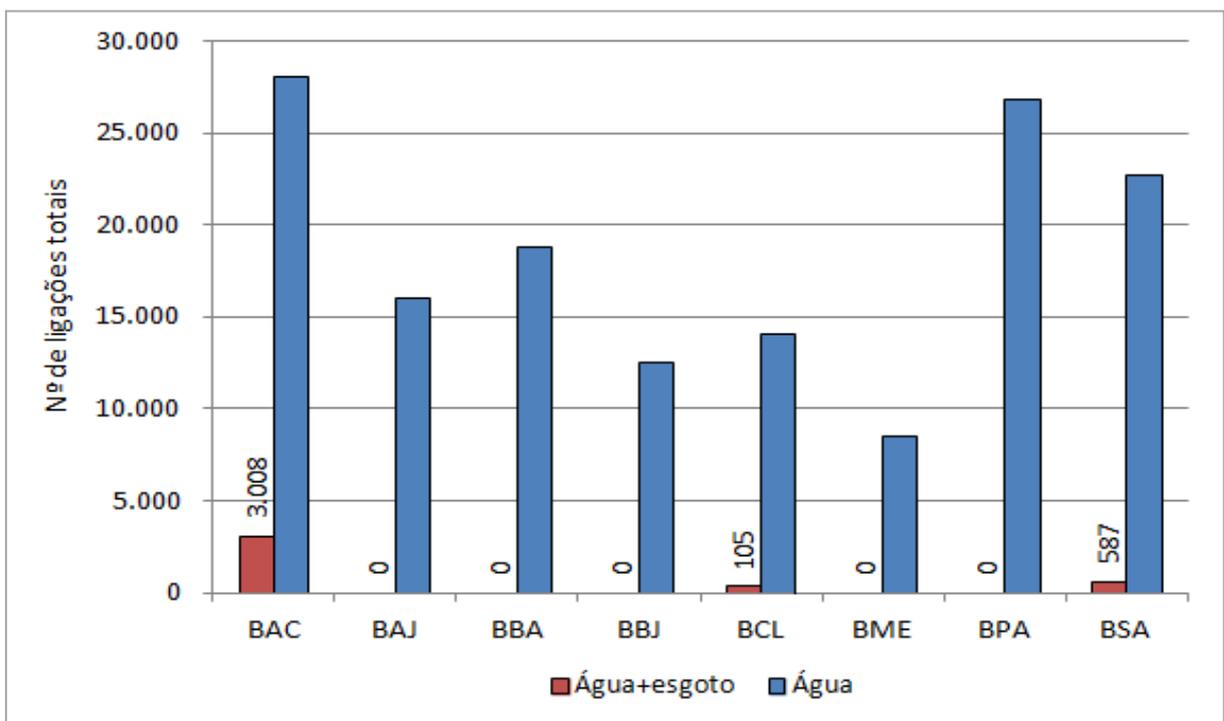
- a construção irregular de edificações sobre as redes coletoras, dificultando a realização de manutenção;

- a dificuldade de acesso às fossas para limpeza e retirada de resíduos, visto que os sistemas de coleta condominial são do tipo fundo de lote; e

- a falta de local adequado para a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos retirados na limpeza.

Do Quadro 4, observa-se ainda que o número de economias atendidas com serviços de esgotamento sanitário mantidos pelo SISAR (3.700 economias) é bastante inferior àquele atendido com serviços de abastecimento de água (149.644 economias). Essa relação pode ser mais bem observada na Figura 17, que relaciona as economias interligadas à rede de água e esgoto e aquelas interligadas apenas à rede de água.

Figura 17 – Número de economias atendidas com os serviços de água e “água + esgoto” ofertados pelo SISAR no estado do Ceará



Fonte: A Autora

Observa-se que, do total de economias com acesso à rede de distribuição de água do SISAR, apenas 2,47% possuem acesso à rede coletora de esgotos. O baixo índice de atendimento quanto aos serviços de esgotamento sanitário sugere a necessidade de novos investimentos para a ampliação da oferta desses serviços. A ampliação dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos é necessária porque, de acordo com Mota (2012), a adoção desses sistemas minimiza os impactos sobre o meio ambiente, evita a transmissão de doenças ao homem e melhora sua qualidade de vida.

6 CONCLUSÃO

O Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR atua no estado do Ceará atendendo a população rural com serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário. Esse atendimento se dá por meio do gerenciamento de sistemas para a oferta de água tratada a 149.644 economias interligadas à rede de distribuição e por meio de sistemas para a coleta de efluentes de 3.700 economias interligadas à rede coletora. Nesse sentido, verifica-se que 565.654 pessoas têm sua demanda por água atendida pelo SISAR (26,86% da população rural do Ceará) e que 13.986 pessoas são beneficiadas com coleta de esgotos pelo SISAR (0,66% da população rural do Ceará).

Os principais pontos fortes do modelo de gestão do SISAR são a autossustentabilidade social, a realização da gestão compartilhada dos sistemas com a comunidade e a prática de tarifas compatíveis com a capacidade de pagamento da população. Já os pontos fracos do SISAR são aqueles que dizem respeito à falta de sustentabilidade financeira, no entanto, para amenizar essa dificuldade, a CAGECE tem fornecido assistência ao SISAR, por meio da Gerência de Saneamento Rural – GESAR, realizando capacitação técnica, inovação tecnológica, manutenção de equipamentos, análise laboratorial, gestão de perdas e avaliação de desempenho dos serviços na busca pela eficiência, sendo também disponibilizados veículos e infraestrutura física.

Constatou-se, quanto aos sistemas de abastecimento de água:

- a existência de 38 municípios não atendidos pelo SISAR;
- o predomínio de sistemas que operam para o atendimento de pequenas comunidades (77,71% dos sistemas gerenciados pelo SISAR operam para o atendimento de até 193 usuários ligados à rede de distribuição de água);
- a existência de três sistemas mais robustos, a saber, Sistema Complexo Batente, Sistema Lagoa do Mato e Sistema Complexo Cajazeiras;
- a predominância de economias do tipo residencial (97,69%), seguidas daquelas do tipo público (1,17%);
- a existência mecanismos de cobrança em todas as bacias de atuação do SISAR, com a prática de tarifas acessíveis;

- a existência de ETAs que operam com as tecnologias de simples desinfecção (60%), de filtração direta ascendente (39,5%) e de ciclo completo (0,5%), de acordo com o tipo de fonte utilizada;
- o predomínio de sistemas que utilizam mananciais de águas doces (85,5%) em detrimento dos mananciais de água salobra (14,5%), não havendo uso de mananciais de águas salinas;
- os sistemas que utilizam mananciais de águas doces atendem a 89,7% da população beneficiada com os sistemas gerenciados pelo SISAR (501.483 pessoas), enquanto o percentual restante é atendido por sistemas que utilizam mananciais de águas salobras (64.171 pessoas);
- a totalidade dos sistemas está operando sem as devidas licenças ambientais;
- houve não conformidades em 20% das amostras de água tratada nos últimos 12 meses. Essa não conformidade com os parâmetros estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde indica o oferta de água tratada com qualidade inferior àquela considerada potável;
- ocorrem perdas na distribuição nos sistemas de abastecimento de água acima daquelas estabelecidas como meta de gestão;

Constatou-se, quanto aos sistemas de esgotamento sanitário:

- a presença de sistemas de esgotamento sanitário apenas nos SISARs BAC (sede Sobral), BCL (sede Itapipoca) e BSA (sede Juazeiro do Norte);
- os serviços de esgotamento sanitário atendem a 13.986 pessoas;
- para o tratamento dos efluentes, as tecnologias utilizadas são a utilização de fossas sépticas e de lagoas de estabilização;
- existem mecanismos de cobrança em apenas dois sistemas mantidos pelo SISAR; e
- a totalidade dos sistemas opera sem as devidas licenças ambientais.

Por força dos dados obtidos para este estudo e a respectiva análise, conclui-se que o SISAR constitui uma organização importante para a meio rural cearense, uma vez que contribui para a ampliação da oferta de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nesse meio. A atuação do SISAR é fundamental para o estado, visto que seu público-alvo sofre grandes privações quanto à

prestação dos serviços de saneamento. É importante que a experiência do SISAR seja compartilhada, servindo assim como inspiração para outras iniciativas similares na região do semiárido brasileiro e no mundo.

7 RECOMENDAÇÕES

Para a melhoria dos serviços ofertados pelo SISAR sugere-se:

a) a ampliação dos sistemas já existentes, aumentando assim a oferta dos serviços a novas comunidades. Essa ação aumentará também a sustentabilidade dos sistemas, bem como trará melhorias na qualidade de vida das pessoas;

b) a obtenção de licenças ambientais simplificadas (como o previsto pela Resolução CONAMA nº 377/2006 e na Lei Estadual Complementar nº 162/2016) para os sistemas em operação;

c) a captação de recursos e a realização de investimentos para a instalação de novos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A ênfase desta fala está na realização de investimentos para a instalação de novos sistemas de esgotamento sanitário, pois atualmente atendem a apenas 13.986 pessoas. Também deve ser dada ênfase à necessidade de esses sistemas atenderem à legislação vigente no tange à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários;

d) a realização de uma análise dos municípios não atendidos pelo SISAR, para verificar se há demanda dos serviços prestados pelo SISAR;

e) a realização de um novo estudo de viabilidade econômica, similar àquele realizado por Albuquerque Neto (2011), para verificar a sustentabilidade econômica dos sistemas, a fim de determinar as medidas cabíveis para viabilizá-los;

f) a adoção de medidas para a redução das perdas na distribuição nos sistemas de abastecimento de água, visando minimizar os prejuízos gerados por essas perdas;

g) a adoção de medidas para a melhoria contínua da qualidade da água potável ofertada e dos efluentes tratados. Essas medidas poderão incluir desde a proteção dos mananciais até a realização de adaptações nas ETAs e nas ETEs. Nesse processo de melhoria contínua da prestação dos serviços, o exercício da regulação se constitui uma ferramenta eficaz; e

h) a realização do reuso de efluentes como alternativa sustentável para o gerenciamento de efluentes tratados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE NETO, V. S. **Análise do SISAR como uma alternativa financeiramente sustentável para o saneamento rural no Ceará**. 2011. 74 f.: Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Economia, CAEN, Fortaleza, CE, 2011.
- ALVES, F. G. C.; ARAÚJO, F. T. V. Sistemas de abastecimento em comunidades rurais do semiárido: a implantação do SISAR em Cristais, Cascavel, CE. **Revista Tecnologia**, v. 37, p. 78-86, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA - ABES. **Perdas em sistemas de abastecimento de água: diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate**. Relatório Técnico. São Paulo, 2013. 45 p.
- ATAÍDE, G. V. T. L.; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. Autogestão em saneamento básico no Brasil: experiências e aprendizados. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO, 16, 2012, Maringá- PR. **Anais**. Maringá: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, 2012. p. 5-13.
- BARROSO, L. B. Saneamento básico: competências constitucionais da União, estados e municípios. **Revista Diálogo Jurídico**, Salvador, CAJ — Centro de Atualização Jurídica, n. 13, abr./maio 2002.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- _____. **Resolução CONAMA nº 377/2006**, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=507>>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- _____. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- _____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 dez. 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 15 nov. 2017.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2015**. Brasília, 2017.

BOTTO, M. P.; MOURA, N. C. B.; SENA, A. V.; PEQUENO, L. R. B. **Estudo da viabilidade técnica e social de tecnologias alternativas de saneamento em comunidades no estado de Ceará**. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE. **Municípios e localidades**. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/numeros/municipios-e-localidades>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

CARVALHO, E. **Reuso de água**. Disponível em: <http://www.iica.org.br/Download/ForumDRS/Apresentacoes/23_11_MariaElizabeth.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

CASTRO, S. V. **Análise do sistema integrado de saneamento rural – SISAR, em sua dimensão político-institucional, com ênfase no empoderamento das comunidades participantes**. 2015. 244f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, MG, 2015.

CEARÁ (Estado). **Lei Complementar nº 162, de 20 de junho de 2016**. Institui a política estadual de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, institui o sistema estadual de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, o sistema estadual de informações em saneamento, e cria o fundo estadual de saneamento. Fortaleza, CE, 20 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Lei-Complementar-n%C2%BA162-2016-Cria-a-Pol%C3%ADtica-Estadual-de-Abastecimento-de-%C3%81gua-e-Esgotamento-Sanit%C3%A1rio-no-Estado-do-Cear%C3%A1.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2017.

_____. **Resolução nº 130, de 25 de março de 2010**. Estabelece as condições gerais na prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Fortaleza, CE, 8 abr. 2010. Disponível em: <<http://www.arce.ce.gov.br/index.php/legislacao/category/11-resolucoes?download=312%3Aresolucao-arce-no-130-de-25-de-marco-de-2010&start=80>>. Acesso em: 16 dez. 2017.

CEARÁ. **Secretaria das Cidades**. Banco KfW financia projetos de saneamento rural no CE. (2013). Disponível em: <http://www.cidades.ce.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=44002&catid=3&Itemid=21> . Acesso em: 25 out. 2017.

_____. **Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. (2017). Disponível em: <http://www.cidades.ce.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=45296&Itemid=341> . Acesso em: 24 out. 2017.

CORTEZ, H. S. **Modelo de gestão SISAR. (2013)**. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/Helder_Cortez.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

_____. **Modelo de Gestão SISAR Ceará**. Disponível em: <http://abes-es.org.br/drupalBU/sites/default/files/arquivos/apresentacao_modelo_de_gestao_sisar_ceara_outubro_2015.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

CUBA, R. S. **Cultivo hidropônico de alface com água de reuso**. 2015. 70f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos São Carlos-SP, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Módulo fiscal**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso em: 16 dez. 2017.

FREITAS, E. S. V.; CASTRO, J. L.; PENA, S. et al. (2015), “Avaliação Político-Institucional do Modelo SISAR no Nordeste do Brasil”. In: CASTRO, J. E. (Ed.). “O Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) no Brasil”. **Cadernos de Trabalho da Rede WATERLAT-GOBACIT**, Série Projeto DESAFIO SPIDES, v. 2, n. 6, p. 20-77, dez. 2015.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Panorama do Saneamento Rural no Brasil**. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

GALVÃO JÚNIOR, A. C.; XIMENES, M. M. A. F. **Regulação: normatização da prestação de serviços de água e esgoto**. Fortaleza: ARCE, 2008. p. 512.

_____; BASILIO SOBRINHO, G.; SAMPAIO, C. C. **A informação no contexto dos planos de saneamento básico**. 1. ed. Fortaleza. Expressão Gráfica Editora, 2010. 285 p.

GARRIDO, J. M.; ROCHA, W. S.; GAMBRILL, M. P.; COLLET, H. **Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil: parte I : Relatório principal**. Banco Mundial, 112 p. Brasília, 2016.

GUEDES, L. F.; CAVALCANTE, F. G.; MOREIRA, F. G. S. et al. Qualidade da água subterrânea distribuída em pequenas comunidades rurais do município de Cedro – Ceará. **Revista Águas Subterrâneas**, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2015**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/default.shtm>>. Acesso em: 5 dez. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. A Importância do Bolsa Família para a dinâmica econômica dos municípios cearenses. **Enfoque Econômico**, n. 86, out. 2013.

_____. **Anuário Estatístico do Ceará 2016**. Fortaleza-CE, 2016.

_____. **Informações georreferenciadas e espacializadas para os 184 municípios cearenses.** Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/>>. Acesso em: 6 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Cadastro de Imóveis Rurais - Situação Jurídica - Titularidade Particular - TOTAL POR UF – CEARÁ.** Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/estat-sticas-de-im-veis-rurais-/cadastro_imoveis_rurais_ce_geral_pub_e_priv.pdf> . Acesso em: 5 out. 2017.

KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Eficácia e evolução dos indicadores socioeconômicos de famílias beneficiadas pelo programa de combate à pobreza rural: Projeto São José no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 4. p. 1037-1053, set. 2007.

LAMBERT, A. O.; BROWN, T. G.; TAKIZAWA, M.; WEIMER, D. A review of performance indicators for real losses from water supply systems. **AQUA/IWA**, v. 48, n. 6, p. 227-237, set. 1999.

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, 2013, p. 341-348, 2013.

LUCCHESI, R. **Teoria da regulação e agência reguladora.** Disponível em: <<https://rafaelucchesi.jusbrasil.com.br/artigos/152015530/teoria-da-regulacao-e-agencia-reguladora>>. Acesso em: 6 dez. 2017.

MENDONÇA, K. V. ; CAMPOS, R. T. ; LIMA, P. V. P. S. ; BATISTA, P. C. S. Análise das causas socioeconômicas da pobreza rural no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.41, n. 3, p. 519-542, 2010

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2012.

MOTTA, P. R. F. “A universalização como princípio fundamental do regime jurídico do saneamento básico e do Estatuto das Cidades”. In: PICININ, J.; FORTINI, C. (Org.). **Saneamento básico – estudos e pareceres à luz da Lei 11.445/2007.** Belo Horizonte, MG: Fórum, 2009. p. 237-246.

NEDER, H. D. **Curso de estatística aplicada.** Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/52036112/23/Medidas-de-Assimetria>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

PHILIPPI Jr., A.; MALHEIROS, T. F.. Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente. In: PHILIPPI Jr., A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri, SP: Manole, 2010. cap. 1, p. 3-31.

PONTE, F. V. G.; MOREIRA, A. M. R.; SALES, M. V.; CAPELO NETO, J. Modelo decisório para seleção de tecnologias de tratamento de água em comunidades rurais

no semiárido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 9-17, out./dez. 2013.

PONTE, F. V. G. **Proposta de modelo para escolha de tecnologias de tratamento de água em pequenas comunidades do semiárido**. 2011. 236f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2011.

_____. **Controle de qualidade de água – SISAR/CE**. Disponível em: <https://www.abes-dn.org.br/eventos/saneamento-rural/palestras/PII_CONTROLE-DE-QUALIDADE-DE-AGUA-SISAR-CE.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2017.

ROCHA, W. S. **Estudo de caso do modelo de gestão de água potável e saneamento rural denominado “Sistema Integrado de Saneamento Rural” (SISAR) no Brasil**. Nota técnica do Banco Interamericano de Desenvolvimento, 77, p. 2013.

SANTOS, I. P. S.; OLIVEIRA, M. I. O meio ambiente como espaço de intervenção do serviço social no SISAR/BSA no Cariri cearense. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 3, n. 11, p. 112-118, jul. 2016.

SCHWEIZER, L. T.; NIERADTKA, K. Publicização, uma alternativa aos extremos da privatização e da estatização: um estudo de caso do Sisar, no setor de água e saneamento. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro: EBAPE/FGV, n. 2, mar./abr, 2001.

SILVA, A. C. N. **Panorama de perdas em sistemas de abastecimento de água no Brasil**. 2015. 40 F. (Monografia). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, 2015.

SPERLING, M. von. **Lagoas de estabilização**. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Ed. UFMG, 2002 (Volume 3, 196 p.).

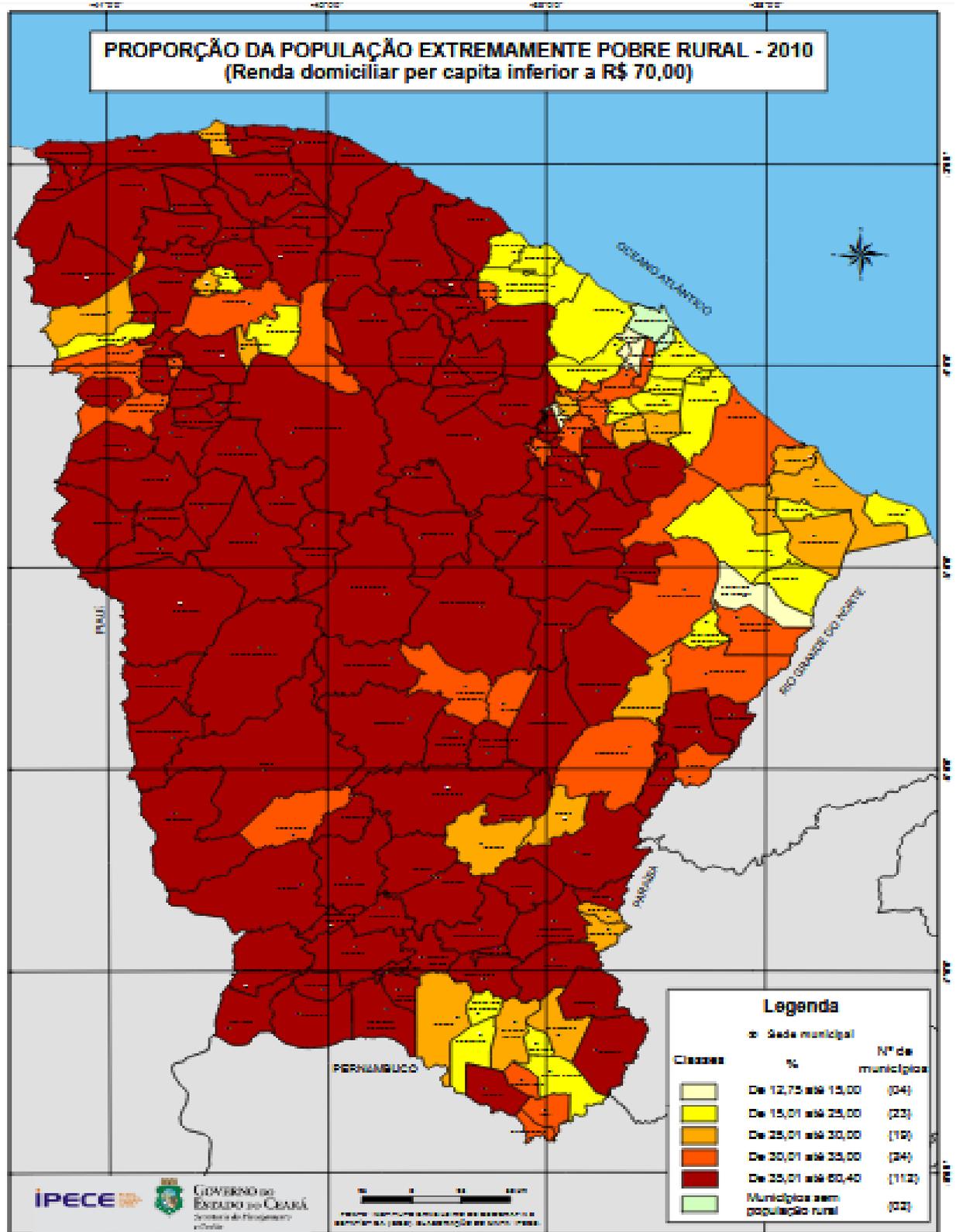
SOUZA, C. M. N. Relação saneamento-saúde-ambiente: os discursos preventivista e da promoção da saúde. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 125-137, dec. 2007.

SUNDFELD, C. A. **Licitação e contrato administrativo**. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 1995.

TEIXEIRA, J. C.; GOMES, M. H. R.; SOUZA, J. A. Associação entre cobertura por serviços de saneamento e indicadores epidemiológicos nos países da América Latina: estudo com dados secundários. **Revista Panamericana de Salud Pública**. v. 32, n. 6, 2012.

ANEXO

ANEXO A - Proporção da população rural extremamente pobre por município



Fonte: IPECE (2017)