



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE TECNOLOGIAS E RECURSOS NATURAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL

SHALANA SANTOS CARVALHO

**DIAGNÓSTICO INTRAURBANO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL BASEADO EM
INDICADORES: O CASO DE ARACAJU, SERGIPE**

Campina Grande – PB

2021

SHALANA SANTOS CARVALHO

**DIAGNÓSTICO INTRAURBANO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL BASEADO EM
INDICADORES: O CASO DE ARACAJU, SERGIPE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Mauro Normando Macêdo Barros Filho

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Iana Alexandra Alves Rufino

Campina Grande – PB

2021

C331c Carvalho, Shalana Santos.
Diagnóstico intraurbano da salubridade ambiental baseado em indicadores : o caso de Aracaju, Sergipe / Shalana Santos Carvalho. - Campina Grande, 2021.
77 f. : il. Color

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2021.
"Orientação: Prof. Dr. Mauro Normando Macêdo Barros Filho, Profa. Dra. Iana Alexandra Alves Rufino".
Referências.

1. Saneamento. 2. Salubridade Ambiental. 3. Indicadores de Salubridade Ambiental. 4. Desenvolvimento Urbano. I. Barros Filho, Mauro Normando Macêdo. II. Rufino, Iana Alexandra Alves. III. Título.

CDU 628:502(043)

SHALANA SANTOS CARVALHO

**DIAGNÓSTICO INTRAURBANO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL BASEADO EM
INDICADORES: O CASO DE ARACAJU, SERGIPE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Engenharia Civil e Ambiental.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro Normando Macêdo Barros Filho (Orientador)
Universidade Federal de Campina Grande

Prof^ª. Dr^ª. Iana Alexandra Alves Rufino (Co-orientadora)
Universidade Federal de Campina Grande

Prof^ª. Dr^ª. Kainara Lira dos Anjos (Examinadora externa)
Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Luiz Eugênio Carvalho (Examinador externo)
Universidade Federal de Campina Grande

AGRADECIMENTOS

Fechamentos de ciclo sempre pedem o exercício de olhar para trás e agradecer. Antes de tudo, agradeço à vida e seus caminhos por terem me conduzido até aqui.

À CAPES, pelo apoio e incentivo à realização da pesquisa brasileira, em especial, pela concessão da bolsa que deu o suporte aos meus estudos.

Ao PPGECA e seu corpo docente, pela oportunidade dessa etapa de aprendizado que me engradece enquanto profissional e enquanto pessoa.

Aos meus orientadores, Prof. Mauro Barros e Prof^a. Iana Rufino, pela partilha do conhecimento, por tantos ensinamentos nessa caminhada e pela paciência e compreensão com meus processos.

Ao Laboratório de Hidráulica 2, especialmente nas figuras de Rejane, que me acolheu e cuidou tão bem, e da minha amiga Tereza, que partilhou comigo cada pedal a caminho do labinho e cada angústia nos cafés diários. Um agradecimento especial ao Prof. Carlos Galvão e à Prof^a. Márcia Ribeiro, por serem tão acolhedores e pelo olhar humanizado aos seus alunos.

Ao Levante Popular da Juventude, em especial, à Célula Carlos Marighella, pelo companheirismo e força para resistir aos retrocessos. “Ainda cabe sonhar!”

Aos colegas de pós-graduação, em especial, a Kamila, Lorena e Yuciara, que estiveram ao lado durante grande parte da caminhada.

Aos amigos perfeitos que Campina me trouxe, em especial, às Bruxas do Crochê, Novos Urbanos e Bike Anjas CG, por me mostrarem a potência do coletivo e que a gente nunca está só.

Às minhas amigas que estão sempre presentes, Marianna e Raissa, por abraçarem tudo que há em mim.

Aos meus pais e à minha baby irmã, pelo apoio incondicional em todos os passos.

A Campina Grande, que me recebeu muito lindamente nesse desafio e que me trouxe grandes sentimentos de amor pela cidade.

RESUMO

Em grande parte das cidades brasileiras o processo de ocupação do solo urbano tem ocorrido perante a uma desconexão entre a expansão urbana e a presença dos atributos ambientais. A conjugação do ambiente natural ao ambiente transformado, na ausência de planejamento, pode acarretar uma série de impactos negativos aos sistemas naturais e à população. Nesse sentido, tem-se o saneamento ambiental como o conjunto de medidas que tem como objetivo preservar ou modificar as condições do meio a fim de promover a saúde e a qualidade de vida da população. A falta das condições adequadas de saneamento torna um ambiente insalubre. Diante do exposto, este estudo tem como objetivo efetuar um diagnóstico intraurbano do acesso aos serviços de saneamento básico, bem como das condições socioeconômicas na cidade de Aracaju, Sergipe, e sua relação com os processos de ocupação urbana, sob a ótica da salubridade ambiental urbana. Mais especificamente, propõe-se a avaliação da salubridade ambiental urbana a partir da adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental - ISA, em virtude de sua eficácia enquanto ferramenta de avaliação das condições ambientais, sociais e de saúde da população. Foram avaliados dados sobre as vertentes de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, recursos hídricos, drenagem urbana e aspectos socioeconômicos, para os quais foram compostos indicadores individuais e sua combinação, denominada ISA/AJU. Os resultados permitiram a classificação dos setores censitários nos níveis de baixa, moderada e alta salubridade. Foram identificadas como as regiões com maior deficiência as áreas periféricas da cidade de Aracaju, com destaque para os extremos norte e sul. A drenagem urbana e o fator socioeconômico foram apontados como as principais deficiências do município. O ISA/AJU pode, então, ser aplicado como uma ferramenta de suporte à decisão na definição de prioridades de implantação de medidas de saneamento, visando o atendimento das demandas das diversas áreas da cidade. Entende-se, portanto, que a proposta do Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju pode contribuir para a construção de políticas públicas que considerem uma articulação entre o desenvolvimento urbano e a manutenção da qualidade ambiental e do bem-estar social.

Palavras-chave: Saneamento; Salubridade Ambiental; Indicadores; Desenvolvimento Urbano.

ABSTRACT

In most of Brazilian cities, the urban growing process has occurred due to a disconnection between urban expansion and the presence of environmental attributes. The combination of natural and transformed environments, in the absence of planning, can have a series of negative impacts on natural systems and the population. In this sense, there is environmental sanitation as the set of measures that aims to preserve or modify the environment conditions in order to promote health and life quality for the population. The lack of adequate sanitation conditions makes the environment unhealthy. This study aims to perform an intra-urban diagnosis of access to basic sanitation services as well as socioeconomic conditions in the city of Aracaju, Sergipe, and their relationship with urban occupation processes from the perspective of urban environmental health. Specifically, it proposes to evaluate urban environmental health from the adaptation of the Environmental Health Indicator - EHI, due to its effectiveness as a tool for assessing environmental, social and health conditions of the population. This study evaluates data about the aspects of water supply, sewage, solid waste, water resources, urban drainage and socioeconomic aspects, for which individual indicators and their combination, called EHI/AJU. The results allowed the classification of the census sectors in levels of low, moderate and high environmental health. The results identified the peripheral areas from Aracaju as the regions with the greatest disability, emphasising the northern and southern borders. Urban drainage and socioeconomic factors were the main deficiencies in the municipality. ISA/AJU can be applied as a decision support tool in defining priorities for the implementation of sanitation measures aiming to comply with the demands of different areas of the city. Therefore, the Environmental Health Indicator for Aracaju can contribute to the construction of public policies that consider an articulation between urban development and the maintenance of environmental quality and social wellbeing.

Keywords: Sanitation; Environmental Health; Indicators; Urban Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do processo de urbanização desarticulado às questões ambientais.....	15
Figura 2. Localização do município de Aracaju.....	23
Figura 3. Evolução da população por bairros em Aracaju.	24
Figura 4. Divisão de bairros e zonas do município de Aracaju.	25
Figura 5. Planta do traçado de Pirro na região central de Aracaju com destaque para as primeiras edificações dos setores político, administrativo e religioso às margens do rio Sergipe.....	28
Figura 6. Plano de Pirro e as principais atividades em 1857.....	29
Figura 7. Fluxograma da metodologia utilizada.....	35
Figura 8. Espacialização dos resultados do Indicador de Abastecimento de Água.....	54
Figura 9. Espacialização dos resultados do Indicador de Esgotamento Sanitário.....	56
Figura 10. Espacialização dos resultados do Indicador de Resíduos Sólidos.	58
Figura 11. Espacialização dos resultados do Indicador de Recursos Hídricos.....	60
Figura 12. Espacialização dos resultados do Indicador de Drenagem Urbana.....	61
Figura 13. Espacialização dos resultados do Indicador Socioeconômico.	62
Figura 14. Espacialização dos resultados dos testes de ponderação para o ISA/AJU.....	64
Figura 15. Resultado final do Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju.....	66

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Componentes, subindicadores e finalidade do ISA.	19
Quadro 2. Componentes, variáveis e subindicadores do ISA/AJU.	38
Tabela 1. Formas de abastecimento de água dos domicílios de Aracaju.	31
Tabela 2. Indicadores do sistema de esgotamento sanitário do município de Aracaju.	32
Tabela 3. Critérios e pontuações adotadas para o I_{qab}	45
Tabela 4. Critérios para pontuação do I_{dm}	46
Tabela 5. Relação de pesos atribuídos aos subindicadores que compõem o ISA/AJU.	51
Tabela 6. Testes de ponderação para os indicadores que compõem o ISA/AJU.	52
Tabela 7. Formas de abastecimento de água identificadas em Aracaju.	53
Tabela 8. Formas de esgotamento sanitário identificadas em Aracaju.	55
Tabela 9. Formas de destinação dos resíduos sólidos identificadas em Aracaju.	57
Tabela 10. Sistemas, mananciais e tratamento aplicado para as águas fornecidas a Aracaju. .	59
Tabela 11. Melhores e piores valores do ISA/AJU.	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CONESAN	Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo
DESO	Companhia de Saneamento de Sergipe
EMSURB	Empresa Municipal de Serviços Urbanos
EMURB	Empresa Municipal de Obras e Urbanização
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISA	Indicador de Salubridade Ambiental
ISAB	Indicador de Salubridade Ambiental para Bairros
ISA/AJU	Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju
ISA/CG	Indicador de Salubridade Ambiental para Campina Grande
ISA/F	Indicador de Salubridade Ambiental para Favelas
ISA/JP	Indicador de Salubridade Ambiental para João Pessoa
ISA/PAR	Indicador de Salubridade Ambiental para Empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial
OMS	Organização Mundial da Saúde
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
SEMARH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SEPLAN	Secretaria Municipal de Planejamento de Aracaju
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	A RELAÇÃO CIDADE-AMBIENTE NO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO	14
2.2	SANEAMENTO E SALUBRIDADE AMBIENTAL	16
2.3	INDICADORES COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL	17
2.3.1	O Indicador de Salubridade Ambiental - ISA	18
3	CASO DE ESTUDO - ARACAJU, SERGIPE.....	22
3.1	ASPECTOS GERAIS SOBRE A ÁREA DE ESTUDO	22
3.2	ASPECTOS HISTÓRICOS.....	26
3.3	CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO.....	30
3.3.1	Abastecimento de Água.....	31
3.3.2	Esgotamento Sanitário	32
3.3.3	Resíduos Sólidos	33
3.3.4	Drenagem Urbana.....	33
4	METODOLOGIA.....	35
4.1	INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA ARACAJU.....	36
4.1.1	Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab})	39
4.1.2	Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}).....	41
4.1.3	Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs})	42
4.1.4	Indicador de Recursos Hídricos (I_{rh})	44
4.1.5	Indicador de Drenagem Urbana (I_{du})	46
4.1.6	Indicador Socioeconômico (I_{se})	48
4.2	PONDERAÇÃO DOS INDICADORES.....	50
4.3	PROCESSAMENTO DOS DADOS	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
	REFERÊNCIAS	71

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Historicamente, o acesso à água apresenta-se como atributo fundamental para o estabelecimento dos primeiros assentamentos humanos, visto que a água é um recurso indispensável para o abastecimento humano e para a realização de diversas atividades econômicas. À medida que esses aglomerados se desenvolvem para núcleos urbanos maiores, intensificam-se os desafios e a necessidade de soluções para a manutenção da saúde e da qualidade ambiental. Dessa forma, compreende-se que os primórdios das cidades são também os do saneamento (SNIS, 2020c).

No Brasil, a partir da segunda metade do século XX, com a intensificação do processo de urbanização devido aos fluxos intraurbanos e da zona rural, muitas áreas urbanas passaram a exercer uma pressão significativa sobre regiões ambientalmente sensíveis, como é o caso das áreas que margeiam os cursos d'água. Para Marcondes (1999), o modelo de proteção dos recursos naturais, que até então fora o de preservação, foi inviabilizado pela demanda por espaço nas grandes cidades, que permanecem até os dias atuais sendo palco de uma série de conflitos entre desenvolvimento, sociedade e meio ambiente.

Tucci (2008) afirma que o meio formado pela conjunção do ambiente natural ao ambiente transformado é dinâmico e, diante da falta de controle dos seus efeitos, pode levar a cidade ao caos. Nesse sentido, sobretudo as áreas periféricas de muitas cidades têm sofrido uma série de transformações em consequência da ausência de um planejamento urbano eficiente e integrado aos aspectos ambientais, que resulta em problemas relacionados ao saneamento básico, como inundações, acúmulo de resíduos, redução da qualidade da água e escassez de fontes próprias para abastecimento público.

Nota-se em grande parte das cidades brasileiras que o processo de ocupação do solo urbano tem ocorrido perante a uma desconexão entre a expansão urbana e a presença dos atributos ambientais. Por essa razão, é fundamental que as questões urbanísticas e ambientais sejam harmonicamente planejadas, a fim de garantir que o desenvolvimento seja acompanhado pela manutenção do bem-estar social e da qualidade ambiental. Para tanto, faz-se necessário o uso de ferramentas que permitam mensurar a qualidade ambiental por meio de informações representativas da realidade.

Nesse contexto, o Indicador de Salubridade Ambiental – ISA (CONESAN, 1999) foi desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo com a finalidade,

de avaliar de maneira uniforme, as condições de salubridade ambiental de um município, por meio de uma composição de subindicadores que contemplam aspectos relacionados ao saneamento básico, fatores socioeconômicos, de saúde pública e sobre os recursos hídricos. A viabilidade de adaptação do ISA/CONESAN permite que o modelo seja aplicável a objetos de estudos diversos, haja vista a possibilidade de incorporação de componentes e variáveis que considerem as particularidades de cada território analisado.

Partindo do contexto exposto, propõe-se neste trabalho a avaliação da salubridade ambiental urbana a partir da adaptação do ISA/CONESAN em virtude de sua eficácia e aplicação em diversas cidades do país. A abordagem aqui empregada faz uso da cidade de Aracaju-SE como caso de estudo. Entende-se que a proposta de utilização do Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju (ISA/AJU) agrega informações fundamentais que podem contribuir para a construção de políticas públicas que considerem uma articulação entre o desenvolvimento da cidade e a manutenção da qualidade ambiental e do bem-estar social.

Dessa forma, essa pesquisa tem o objetivo geral de efetuar um diagnóstico do acesso aos serviços de saneamento básico, bem como das condições socioeconômicas na cidade de Aracaju-Sergipe e sua relação com os processos de ocupação urbana, sob a ótica da salubridade ambiental urbana. Como objetivos específicos, têm-se:

- 1) Analisar a distribuição espacial das condições de saneamento básico e salubridade ambiental na cidade de Aracaju;
- 2) Estabelecer relações entre as condições identificadas e o processo de ocupação das áreas do município;
- 3) Identificar áreas para a priorização de melhorias nos setores, observando as características dos indicadores utilizados.

O corpo desta dissertação está estruturado em seis seções, assim distribuídos:

Na seção 1 são apresentadas as considerações iniciais sobre o tema estudado, contendo as motivações da pesquisa, os objetivos pretendidos e uma breve descrição da estrutura do trabalho.

A seção 2 consiste na fundamentação teórica utilizada para embasar os desdobramentos da pesquisa. Nesse capítulo é abordada a relação cidade-ambiente no processo de urbanização, a fim de compreender o modo como essa relação ocorre perante o desenvolvimento das cidades. Ademais, trata-se da relação entre os impactos desse processo e as questões de saneamento e

salubridade ambiental. Mais especificamente, é apresentado o Indicador de Salubridade Ambiental como ferramenta de análise.

A seção 3 apresenta o detalhamento do caso de estudo, onde são apresentados os aspectos gerais da cidade de Aracaju no que diz respeito às suas caracterizações ambiental e urbana, bem como uma breve contextualização histórica do processo de desenvolvimento da cidade e sua relação com os atributos ambientais.

Na seção 4 é apresentada a metodologia que consiste na descrição dos dados, procedimentos metodológicos e análises utilizados para o alcance dos objetivos pretendidos.

Na seção 5 são apresentados os resultados do diagnóstico do acesso aos serviços de saneamento básico e da salubridade ambiental urbana na cidade de Aracaju, Sergipe.

Por fim, na seção 6 são apresentadas as considerações finais, onde são resgatados os aspectos centrais da pesquisa, bem como os as recomendações para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentadas as bases teóricas utilizadas para a compreensão das temáticas analisadas neste estudo. Assim, são abordadas a relação entre cidade e ambiente no processo de urbanização, o modo como o saneamento e a salubridade ambiental se inserem nesse contexto e a utilização dos indicadores ambientais como ferramenta de análise.

2.1 A RELAÇÃO CIDADE-AMBIENTE NO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

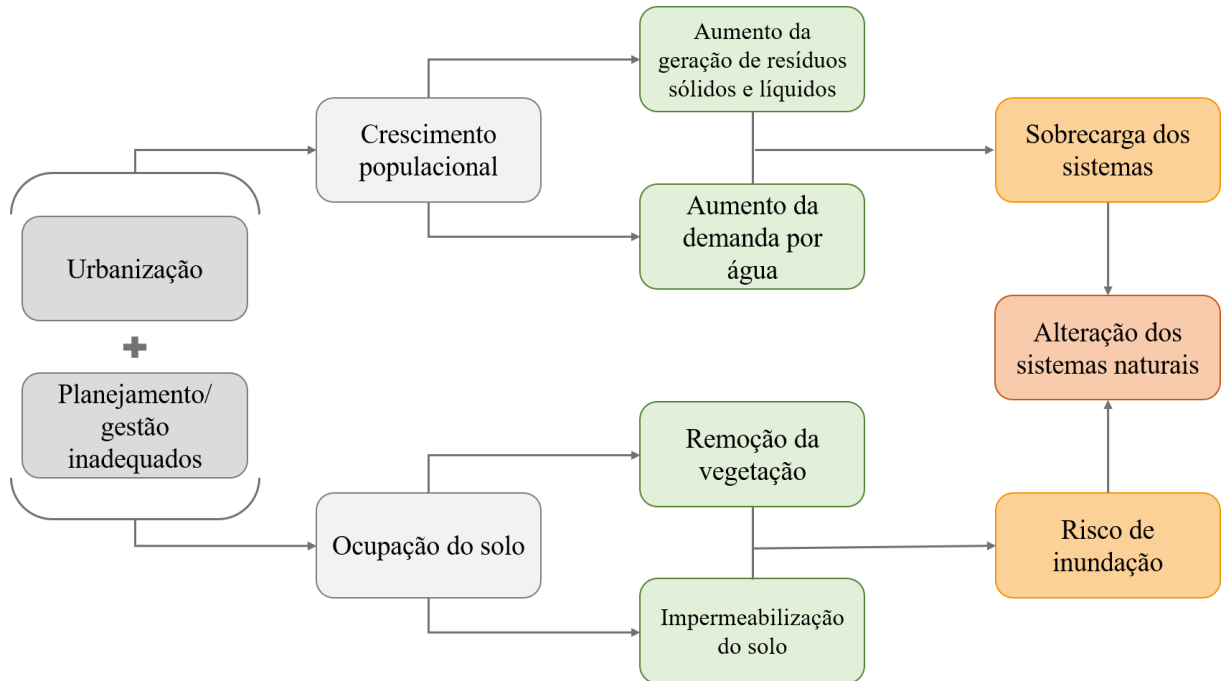
A ação humana sobre a superfície do terreno é o fator que a torna mais complexa e diferenciada (CORRÊA, 2016). Nesse sentido, tem-se a cidade como o território onde grande parte dessas transformações acontecem, onde a conjunção do ambiente natural ao ambiente transformado é o aspecto propulsor da sua complexidade. Segundo Barros Filho (2009), a cidade deve ser compreendida como um território diverso e dotado de intensas dinâmicas, que podem ser melhor compreendidas como sistemas longe do equilíbrio uma vez que estão sujeitas a mudanças contínuas.

Na história da relação da cidade com o ambiente no qual está inserida, destaca-se o período da Revolução Industrial como um momento crucial. As intensas modificações nos padrões demográficos e econômicos ocorridas nessa fase culminaram no crescimento das cidades e no surgimento de outras novas. O crescimento acelerado e não planejado das áreas urbanas, associado a uma desarticulação com as questões ambientais, teve como impacto negativo a alteração dos sistemas naturais.

Ao longo do século XX, o crescimento da população urbana foi responsável pela ocupação de cerca de 3% da superfície terrestre. No entanto, os impactos dessa ocupação apresentam valores elevados, com um aumento de 78% das emissões de carbono e 60% do consumo de água (LUCK e WU, 2002; WU et al., 2011).

Apesar dos avanços em busca da articulação entre as agendas urbana e ambiental, a negligência aos atributos ambientais permanece presente nos dias atuais e seus reflexos podem ser notados em diversas esferas, tanto no que se refere ao aumento da demanda por recursos quanto ao aumento da geração de resíduos sólidos e líquidos e a consequente sobrecarga dos sistemas naturais. A Figura 1 apresenta os possíveis impactos de um processo de urbanização não articulado às questões ambientais.

Figura 1. Fluxograma do processo de urbanização desarticulado às questões ambientais.



Fonte: autora.

Silva, Silveira e Silva (2016) afirmam que, tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, a cidade é constituída por espaços fragmentados, tanto em seu caráter morfológico quanto nas questões socioeconômicas e ambientais. Nesse sentido, Santos (2009) defende que o principal fator determinante na produção do espaço urbano é o capital, que torna a cidade excludente à medida que não se pode pagar pelas amenidades que o capital oferece.

Nesse contexto, Maricato (2003) afirma que, diante da ausência de poder aquisitivo para habitar as áreas de interesse do mercado formal, a população trabalhadora pobre vai se instalar nas regiões desvalorizadas, como beiras de córregos, encostas de morros, áreas sujeitas a enchentes, poluídas ou áreas de proteção ambiental. Dessa forma, a parcela da população que não detém o capital está sujeita a áreas marcadas tanto pela sensibilidade ambiental quanto pela deficiência nos serviços de abastecimento, esgotamento sanitário, infraestrutura, equipamentos de saúde, transporte, lazer, e outros elementos fundamentais para qualidade de vida.

Albuquerque e Daltro Filho (2015) reforçam que os problemas referentes às questões ambientais têm reflexos nos meios urbano e rural, o que implica na insalubridade ambiental, sobretudo nas periferias das cidades e na população rural afastada dos grandes centros urbanos, que não possuem acesso aos serviços adequados de saneamento ambiental.

2.2 SANEAMENTO E SALUBRIDADE AMBIENTAL

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o saneamento pode ser definido como “o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer, efeito deletério sobre o bem estar físico, mental ou social” (BATALHA, 1986). Tal associação entre o saneamento e os fatores do meio físico evidencia tanto a sua articulação com o enfoque ambiental como a ideia de que sanear o ambiente é fundamental para a promoção da saúde pública.

De maneira análoga, o Instituto Trata Brasil (2012) define o saneamento como o conjunto de medidas que tem como objetivo preservar ou modificar as condições do meio ambiente a fim de promover a saúde e a qualidade de vida da população. No Brasil, o direito ao saneamento básico é assegurado pela Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e o define como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

A falta de acesso à água potável possui impactos diretos sobre a saúde humana, uma vez que a má qualidade da água pode promover doenças causadas por agentes patológicos (OMS, 2003; HELLER e PÁDUA, 2006). Com relação à geração de resíduos sólidos e efluentes, seu descarte no ambiente sem o tratamento adequado pode causar graves danos aos sistemas naturais, como a contaminação das águas superficiais e subterrâneas e prejuízos à flora e à fauna nos ecossistemas urbanos (CHAN, 2016; COBBINAH, POKU-BOANSI e PEPRAH, 2017). A falta de instalações adequadas para o descarte correto de resíduos sólidos e efluentes domésticos também afeta negativamente a qualidade de vida das pessoas nas áreas urbanas.

Nesse sentido, a salubridade ambiental pode ser compreendida como a qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente, bem como promover o aperfeiçoamento das condições favoráveis à saúde da população (CONESAN, 1999). Para Costa, Gadelha e Filgueira (2019), um ambiente é considerado insalubre quando há carência ou inexistência dos serviços de saneamento. Os autores ressaltam que no contexto das cidades o saneamento se relaciona diretamente com os direitos sociais de moradia, saúde e qualidade ambiental garantidos pela Constituição Federal de 1988.

Apesar de ser um direito assegurado por lei, o acesso aos serviços de saneamento nas cidades permanece sendo um grande desafio. Schmitt, Morgenroth e Larsen (2017) ressaltam que o problema é acentuado nos assentamentos urbanos informais, onde a ocupação rápida e não planejada ocorre na ausência da implementação de sistemas de saneamento adequados, o que resulta em condições de moradia insalubre.

As condições materiais e sociais do ambiente têm uma relação direta com o estado de saúde de uma população. Assim, para que o direito ao saneamento seja de fato garantido e a fim de que este cumpra o seu papel na promoção da qualidade de vida da população, faz-se necessário o planejamento dos seus serviços (BORJA e MORAES, 2003; CALIJURI *et al.*, 2009). Para tanto, os autores ressaltam a necessidade de se dispor de instrumentos confiáveis que respaldem o planejamento.

Nesse sentido, no campo do saneamento ambiental, têm-se a utilização de indicadores como ferramenta para a avaliação das condições ambientais, sociais e de saúde com o potencial de agregar importantes contribuições no processo de planejamento com vistas à promoção de melhorias na qualidade de vida (DIAS, 2003).

2.3 INDICADORES COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com von Schirnding (2002), os indicadores têm o papel fundamental de transformar dados em informações relevantes para auxiliar nas etapas de planejamento, bem como nos processos de tomada de decisão. Mais especificamente, os indicadores têm o potencial de simplificar um arranjo complexo de informações sobre meio ambiente, saúde e desenvolvimento, possibilitando uma visão sintetizada de condições e tendências complexas.

À medida que os espaços urbanos se transformam e, por consequência, seus impactos, os indicadores devem contemplar a diversidade dos problemas ambientais urbanos ao passo que devem permitir que sejam incorporadas questões referentes à gestão e às políticas públicas com o intuito principal de “dar um sentido durável à cidade mediante a transformação da relação entre o meio ambiente e o homem” (MARTINS e CÂNDIDO, 2015; DUARTE, 2018).

Os indicadores ambientais fornecem, portanto, uma importante fonte de informação para os formuladores de políticas públicas e auxiliam na orientação da tomada de decisões bem como no monitoramento e avaliação, uma vez que fornecem informações fundamentais sobre questões complexas de uma forma relativamente acessível. O principal desafio na sua utilização consiste na determinação de quais entre as inúmeras maneiras de mensurar esses aspectos são

capazes de caracterizar a realidade de forma simples o suficiente que possibilite o monitoramento de forma eficiente (OCDE, 1999; NIEMEIJER e GROOT, 2008).

2.3.1 O Indicador de Salubridade Ambiental - ISA

O Indicador de Salubridade Ambiental foi desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo – CONESAN em 1999 com a finalidade de avaliar a eficácia do Plano Estadual de Saneamento como um requisito para cumprimento das normas decorrentes da Lei Nº 7.750, de 31 de março de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento no estado de São Paulo (ALMEIDA e ABIKO, 2000).

O ISA consiste em um modelo desenvolvido com o objetivo de avaliar de maneira uniforme as condições de saneamento de cada município. Para tanto, o indicador relaciona aspectos que permitam estabelecer uma caracterização qualitativa e quantitativa dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, controle de vetores, recursos hídricos e fatores socioeconômicos (DUARTE, 2018).

O ISA é calculado por meio da Equação 1 que consiste na média ponderada de indicadores específicos relacionados direta ou indiretamente com a salubridade ambiental. Cada indicador é composto por um grupo de subindicadores que abordam questões relevantes acerca de cada aspecto analisado (CONESAN, 1999; BATISTA, 2005).

$$ISA_{CONESAN} = 0,25I_{ab} + 0,25I_{es} + 0,25I_{rs} + 0,10I_{cv} + 0,10I_{rh} + 0,05I_{se} \quad (1)$$

Onde:

I_{ab} = Indicador de Abastecimento de Água

I_{es} = Indicador de Esgotos Sanitários

I_{rs} = Indicador de Resíduos Sólidos

I_{cv} = Indicador de Controle de Vetores

I_{rh} = Indicador de Recursos Hídricos

I_{se} = Indicador Socioeconômico

O Quadro 1 apresenta os componentes, subindicadores e a finalidade de cada um deles na composição do ISA.

Quadro 1. Componentes, subindicadores e finalidade do ISA.

Componentes	Subindicadores	Finalidade
Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab})	Cobertura (Atendimento) (I_{ca})	Quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário.
	Qualidade de Água Distribuída (I_{qa})	Monitorar a qualidade de água fornecida
	Saturação do Sistema Produtor (Quantidade) (I_{sa})	Comparar a oferta e a demanda de água; programar ampliações ou novos sistemas produtores e programas de controle e redução de perdas.
Indicador de Esgotos Sanitários (I_{es})	Cobertura em Coleta de Esgoto e Tanques Sépticos (I_{ce})	Quantificar os domicílios atendidos por redes de esgoto e/ou tanques sépticos.
	Esgoto Tratado e Tanques Sépticos (I_{te})	Indicar a redução da carga poluidora.
	Saturação do Tratamento (I_{se})	Comparar a oferta e a demanda das instalações existentes e programar novas instalações ou ampliações.
Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs})	Coleta de Lixo (I_{cr})	Quantificar os domicílios atendidos por coleta de lixo.
	Tratamento e Disposição Final (I_{qr})	Qualificar a situação da disposição final dos resíduos.
	Saturação da Disposição Final (I_{sr})	Indicar a necessidade de novas instalações.
Indicador de Controle de Vetores (I_{cv})	Dengue (I_{vd}) e Esquistossomose (I_{ve})	Indicar a necessidade de programas corretivos e preventivos de redução e eliminação de vetores, transmissores e/ou hospedeiros da doença.
	Leptospirose (I_{vl})	Indicar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de ratos.
Indicador de Recursos Hídricos (I_{rh})	Água Bruta (I_{qb})	Qualificar a situação da água bruta ou risco geográfico
	Disponibilidade dos Mananciais (I_{dm})	Quantificar a disponibilidade dos mananciais em relação à demanda.
	Fontes Isoladas (I_{fi})	Abrange o controle das águas utilizadas pelas populações em áreas urbanas não atendidas pelos serviços oficiais de abastecimento de água.
Indicador Socioeconômico (I_{es})	Indicador de Saúde Pública (I_{sp})	Indicar a possibilidade dos serviços de saneamento inadequados, que podem ser avaliados através de: - mortalidade infantil ligada a doenças de veiculação hídrica (I_{mh}); - mortalidade infantil e de idosos ligada a doenças respiratórias (I_{mr}).
	Indicador de Renda (I_{rf})	Indicar a capacidade de pagamento da população pelos serviços e a capacidade de investimento pelo município, que podem ser avaliados através de: - distribuição de renda abaixo de três salários mínimos (I_{3s}); - renda média (I_{rm}).
	Indicador de Educação (I_{ed})	Indicar a linguagem de comunicação nas campanhas de educação sanitária e ambiental através de: - índice de nenhuma escolaridade (I_{ne}); - índice de escolaridade até 1º grau (I_{e1})

Fonte: CONESAN, 1999.

Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018) afirmam que após sua formulação, o ISA passou a ser aplicado em diversas ocupações urbanas para avaliar os níveis de salubridade de cidades, bairros e comunidades, superando seu caráter exclusivamente municipal paulista. Segundo os autores, desde que foi proposto, a aplicação do indicador se difundiu pelo Brasil de modo que foram estruturadas diversas adaptações do ISA para a avaliação da salubridade, de acordo com as especificidades das diversas regiões e ocupações urbanas.

A viabilidade de adaptação do ISA permite que o modelo seja aplicável a objetos de estudos diversos, haja vista a possibilidade de incorporação de componentes e variáveis que considerem as particularidades de cada território analisado. Nesse sentido, Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018) identificaram 60 estudos que adotaram o ISA para a avaliação da salubridade ambiental em diferentes localidades, alguns dos quais são citados a seguir.

Almeida e Abiko (2000) utilizaram o modelo para o desenvolvimento do ISA/F destinado à avaliação da salubridade em favelas localizadas em área de proteção aos mananciais. O estudo tinha a finalidade de verificar se a urbanização de uma favela promove sua recuperação urbanística ambiental, de forma a adequá-la a padrões de salubridade. Para tanto, a metodologia aplicada baseou-se no uso de indicadores sanitários, de saúde pública, urbanísticos e socioeconômicos.

Dias, Borja e Moraes (2004) utilizaram uma adaptação do modelo para a avaliação da salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea na cidade de Salvador – BA pelo ISA/OE. Os autores avaliaram as condições materiais por meio dos componentes abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana e moradia; e as condições sociais por meio dos componentes socioeconômico-cultural e de saúde ambiental em nove localidades com características de infraestrutura sanitária diferentes.

Batista e Silva (2006) propuseram o Indicador de Salubridade Ambiental para João Pessoa - ISA/JP como uma adaptação ao ISA/CONESAN. Os autores incorporaram o indicador de drenagem urbana com o intuito de avaliar a existência de elementos nas ruas que minimizem a possibilidade de ocorrência de inundações.

Souza (2010) aplicou o modelo para analisar as condições de salubridade ambiental intraurbana no município de Santa Rita - PB. A autora utilizou variáveis contendo informações sobre as condições ambientais e socioeconômicas em área urbana, utilizando como escala de análise geográfica os setores censitários.

Buckley e Daltro Filho (2012) propuseram o ISA/PAR como uma adaptação para analisar os empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial em Aracaju - SE. A proposta dos autores baseou-se em oito subindicadores com informações acerca de: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, espaço público, condições de moradia, satisfação com a moradia e impactos sobre o entorno.

Rocha, Rufino e Barros Filho (2019) desenvolveram o ISA/CG para a cidade de Campina Grande – PB e propuseram a criação de novos subindicadores referentes ao conforto urbano e a capacidade de armazenamento de água para uma análise mais detalhada na escala de setores censitários.

Duarte, Bezerra e Gonçalves (2021) propuseram a construção e aplicação de um Indicador de Salubridade Ambiental para Bairros residenciais (ISAB) em duas localidades de Caruaru – PE. Neste estudo, os autores identificaram que os aspectos de abastecimento de água, disposição de resíduos sólidos e os aspectos socioeconômicos necessitam de uma maior atenção e prioridade das políticas públicas no município.

Em virtude de sua eficácia e aplicação em diversas cidades do país, propõe-se neste trabalho a avaliação da salubridade ambiental urbana a partir da adaptação do ISA/CONESAN, tendo como caso de estudo a cidade de Aracaju, Sergipe. Entende-se que a proposta de utilização do Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju (ISA/AJU) agrega informações fundamentais que podem contribuir para a construção de políticas públicas que considerem uma articulação entre o desenvolvimento da cidade e a manutenção da qualidade ambiental e do bem-estar social.

3 CASO DE ESTUDO - ARACAJU, SERGIPE

Neste item são descritas as principais características acerca do caso de estudo desta pesquisa, que corresponde à cidade de Aracaju, capital de Sergipe, estado do Nordeste brasileiro.

3.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE A ÁREA DE ESTUDO

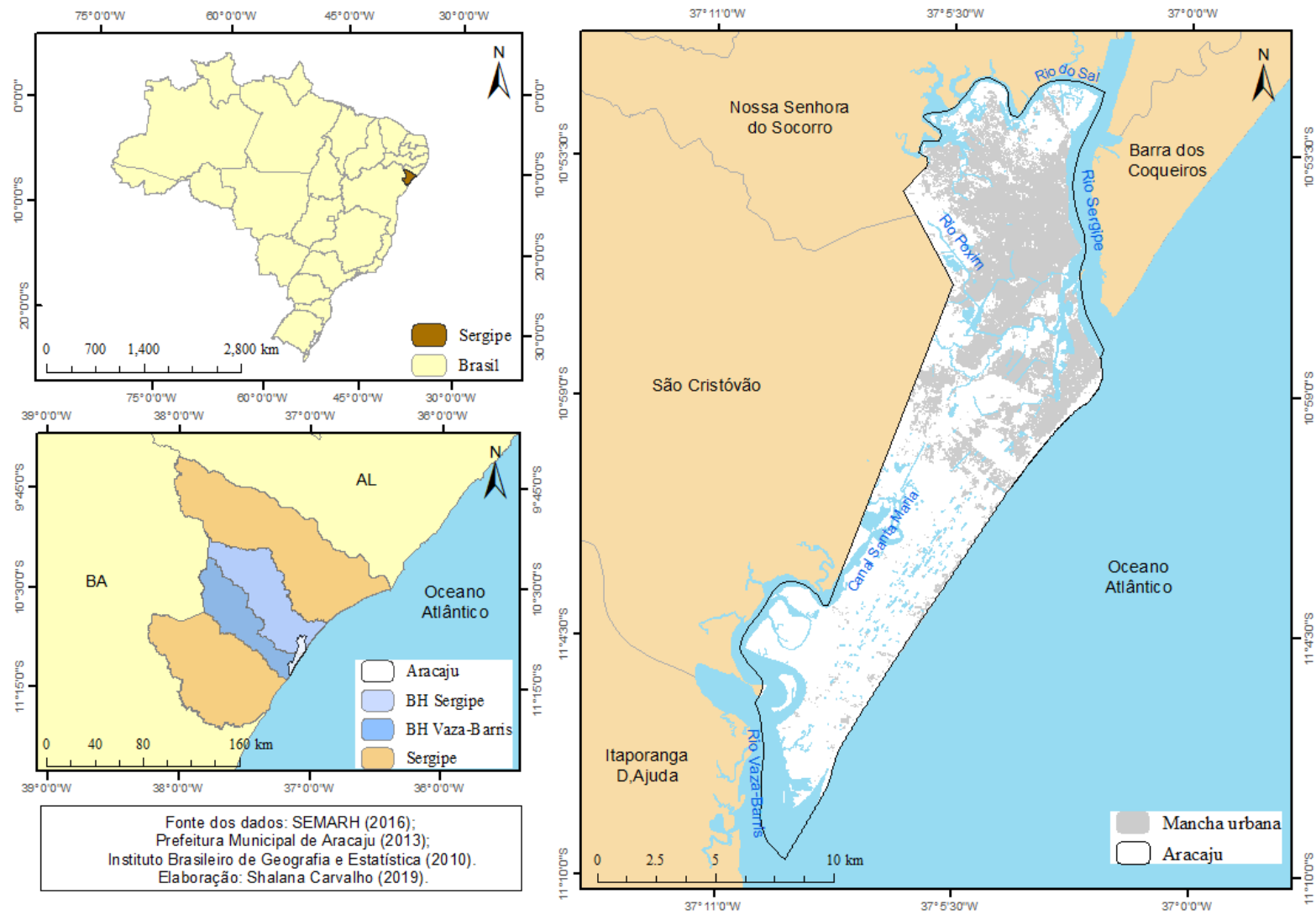
O município de Aracaju está localizado nas coordenadas 10°54'36" S e 37°04'12" O. A cidade possui uma área de aproximadamente 180 km² e é limitada ao norte pelo município de Barra dos Coqueiros, a oeste por Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão e ao sul por Itaporanga d'Ajuda, como mostra a Figura 2.

O município encontra-se em zona litorânea banhada pelo Oceano Atlântico e seu território encontra-se dividido em duas bacias hidrográficas: a bacia hidrográfica do rio Sergipe, ao norte; e, na parte sul, a bacia hidrográfica do rio Vaza-Barris. O município é banhado ao norte pelo Rio Sergipe e pelo Rio do Sal, ao sul pelo Rio Vaza-Barris e é entrecortado pelo Rio Poxim. A conjunção dessas condições com sua altitude média de 4 m acima do nível do mar torna a cidade propensa a inundações por águas pluviais, uma vez que seu relevo é predominantemente plano, à exceção de pequenas ondulações ao norte e noroeste.

A vegetação do município de Aracaju é caracterizada pela predominância de restingas na sua porção sul e mangues na região central e no limite norte do município. Por se tratarem de ecossistemas sensíveis, estas áreas têm sido submetidas de modo acelerado às pressões do processo de crescimento urbano, devido à execução de aterros, cargas de sedimentos e despejos de esgotos domésticos (SEMARH, 2011).

A Lei Estadual Nº 2.825 de 23 de julho de 1990 (SERGIPE, 1990) define como área de especial proteção ambiental todo o trecho do Rio Sergipe, que serve de divisa entre os municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros, compreendendo as margens de todo o leito do rio tanto no segmento que se estende ao mar quanto naquele que sai em demanda ao Rio Poxim.

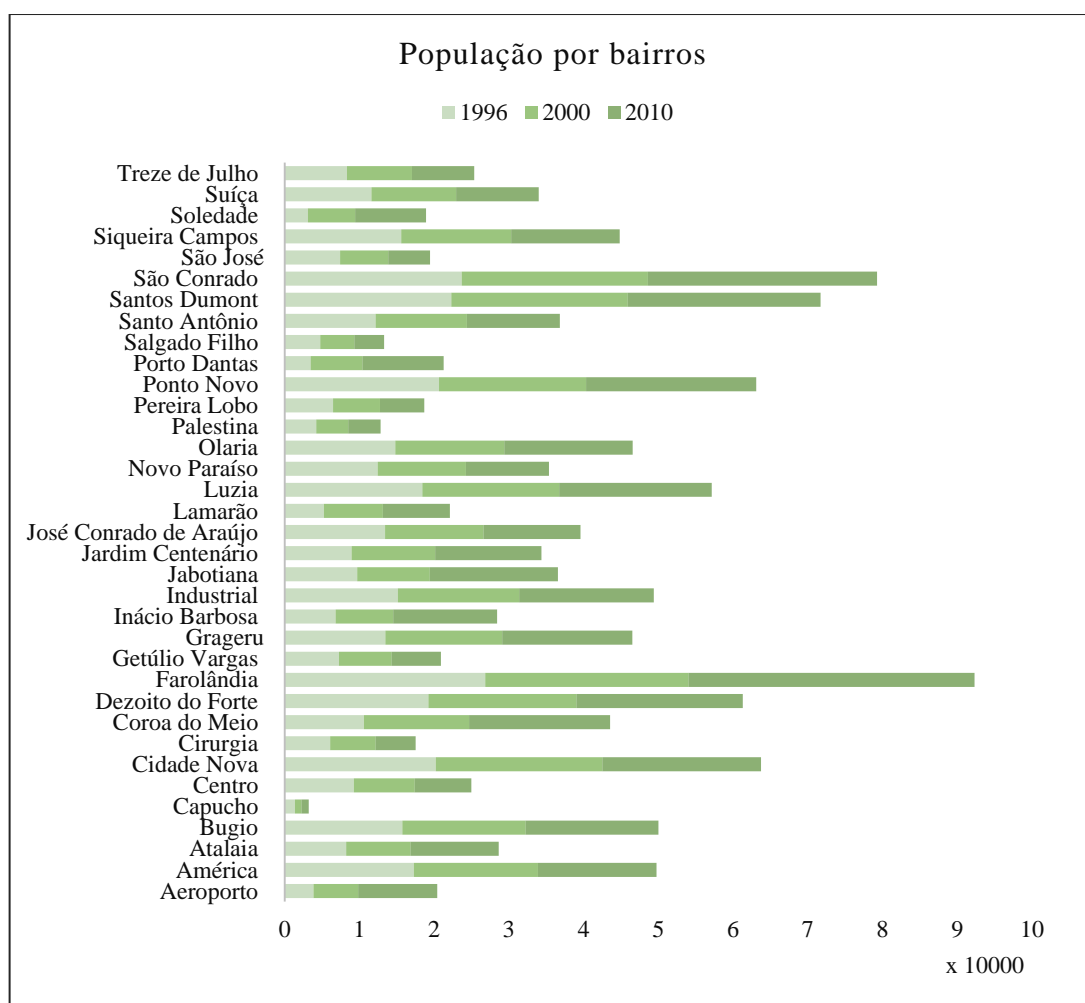
Figura 2. Localização do município de Aracaju.



Atualmente, Aracaju possui uma população considerada essencialmente urbana equivalente a cerca de 664.908 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020a). Nas últimas décadas, a população aracajuana apresentou crescimento acelerado e pouco ordenado, de modo que essa dinâmica favoreceu o surgimento de periferias carentes da infraestrutura básica de vias, transportes e saneamento básico. Como resultado, a cidade tem sofrido uma série de impactos, tanto na saúde da população quanto nos recursos naturais, decorrentes sobretudo das deficiências relacionadas à gestão hídrica que são agravadas pelo modelo de crescimento da capital (SEMARH, 2011).

A Figura 3 apresenta a evolução da população aracajuana por bairros entre os anos de 1996 e 2010, segundo dados dos Censos Demográficos do IBGE.

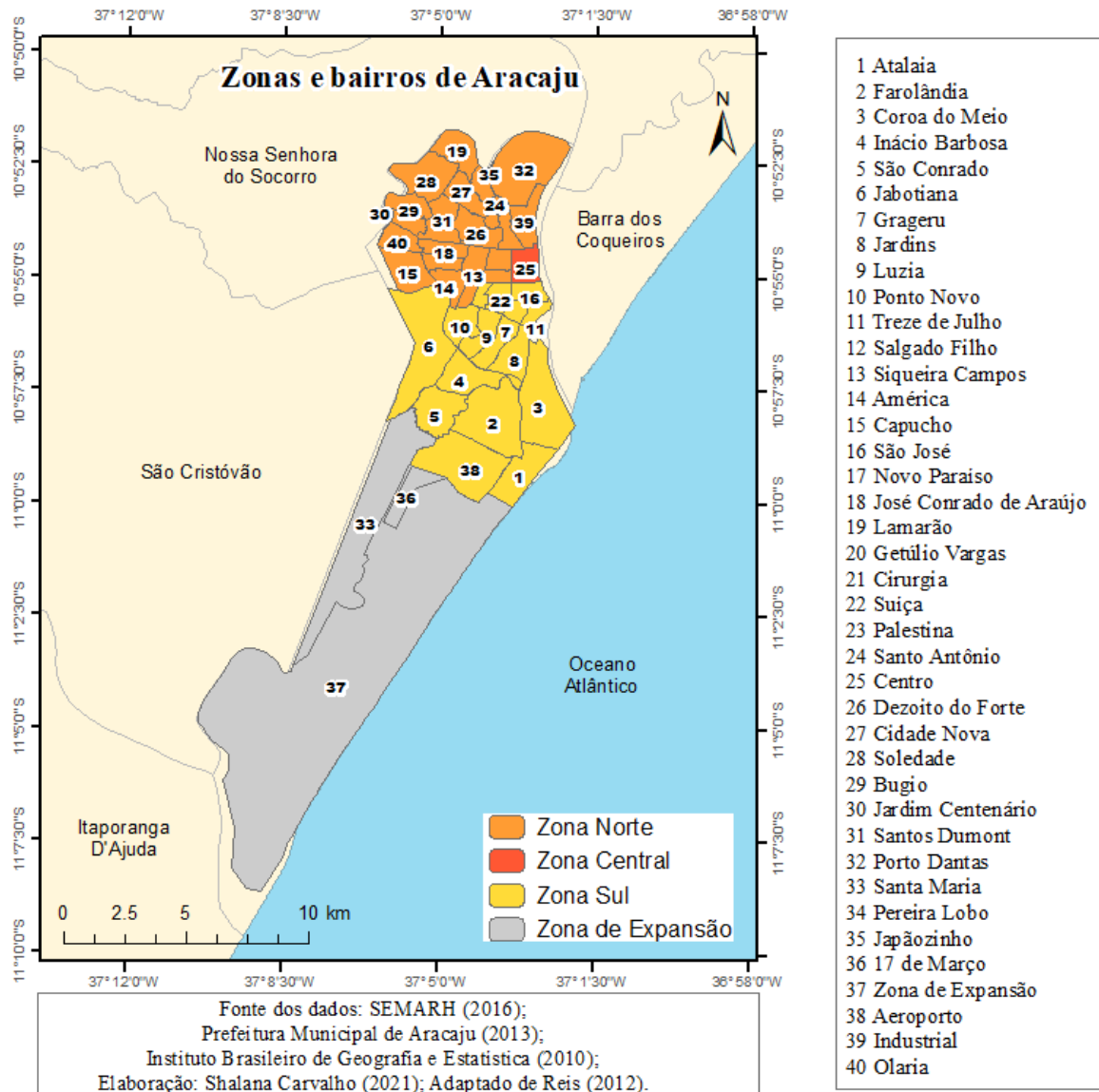
Figura 3. Evolução da população por bairros em Aracaju.



Fonte: IBGE (2020b).

A Figura 4 apresenta a espacialização dos bairros do município de Aracaju e as respectivas zonas dos quais fazem parte.

Figura 4. Divisão de bairros e zonas do município de Aracaju.



O processo de ocupação desses bairros no decorrer da produção do espaço urbano conferiu/confere a cada localidade características distintas de acesso aos serviços de saneamento básico, a saber, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana. Quando analisados os dados do IBGE referentes aos censos 2000 e

2010, nota-se que houve avanços na cobertura dos serviços de saneamento no município. No entanto, a distribuição destes serviços ainda é desigual, como um dos reflexos dos processos de segregação espacial e estratificação social encontrados na maioria das cidades.

3.2 ASPECTOS HISTÓRICOS

A cidade de Aracaju tem sua fundação datada de 1855, quando o então presidente da Província, Inácio Barbosa, efetivou por meio da Resolução N° 413 a mudança da capital de São Cristóvão para o povoado de Santo Antônio do Aracaju. A nova capital foi escolhida não apenas por razões de cunho político, mas também por fatores geográficos, onde começa a se destacar a importância da rede hidrográfica de Aracaju nos planejamentos estratégico e econômico.

Devido à sua localização estratégica entre dois grandes rios do Nordeste brasileiro, o Rio Real e o Rio São Francisco, a nova capital teria então uma relevância significativa na economia do estado, impulsionada pela movimentação de mercadorias tanto para os demais estados, através dos rios que margeavam a cidade, quanto pelo Oceano Atlântico; uma vez que a exportação era favorecida pela construção de um porto na margem esquerda do Rio Sergipe, conforme evidenciado por Fortes Neto (1995): “Aracaju vivia em função do porto, das mercadorias enviadas e recebidas por ele, das notícias que chegavam no navio semanal”.

No entanto, no processo de construção da capital, o ambiente natural de Aracaju, constituído por lagoas, rios e áreas de manguezal, tornava necessárias obras de aterro e drenagem para que esses ambientes fossem convertidos em lugares habitáveis. Esse ambiente, caracterizado por domínios essencialmente aquáticos, configurava um impasse à sua ocupação espacial e foi este, portanto, o maior desafio nos primeiros anos da cidade, como relata o historiador José Calazans Brandão da Silva:

[...] começava o combate do homem contra o riacho, contra o pântano, contra a lagoa, numa palavra, contra a água, o grande inimigo do povoador da nova cidade. Foi uma luta heróica do homem contra o meio físico, esta que se travou nas praias do Aracaju. Houve quem dissesse - e com toda a razão - que o habitante da cidade de Inácio Barbosa repetiu a façanha do holandês: conquistou sua terra, tomando-a como a dos filhos da Holanda; mas combatendo, dia a dia, palmo a palmo, contra a água parada, estagnada, traiçoeira. Água ruim, cujo descrédito os sancristovenses proclamavam. (SILVA, 1992, p.81)

Nascimento e Araújo (2018) analisaram o processo de urbanização da cidade de Aracaju de forma sintética em três fases. A primeira fase foi marcada por um modelo de crescimento pautado pela necessidade de fixação e consolidação do território e ocorria essencialmente por

meio da ocupação seguida do adensamento das áreas centrais do município e não tanto pela anexação de novas áreas. Esse período foi marcado pela necessidade de transpor os obstáculos do terreno, essencialmente composto por lagoas e áreas alagadiças, para permitir a construção da cidade que fora projetada. Para tanto, os gestores elaboraram uma série de instrumentos legais que orientaram a ocupação da cidade e definiram o que Santos e Vargas (2007) intitulam de “formas de uso (práticas dentro do que foi legalmente estabelecido) e contra-uso (práticas fora do que foi definido legalmente)” pelos grupos sociais distintos.

Para disciplinar o uso e ocupação do solo, a estratégia adotada pelas autoridades consistia no ordenamento dos códigos de postura, conjuntos de leis que visavam o controle e a manutenção do ambiente urbano no que se refere a aspectos como higiene pública, salubridade e convívio social. De acordo com Silva (2016), até então as construções na cidade estavam sendo realizadas de forma aleatória, portanto, as posturas foram criadas para disciplinar o traçado da cidade.

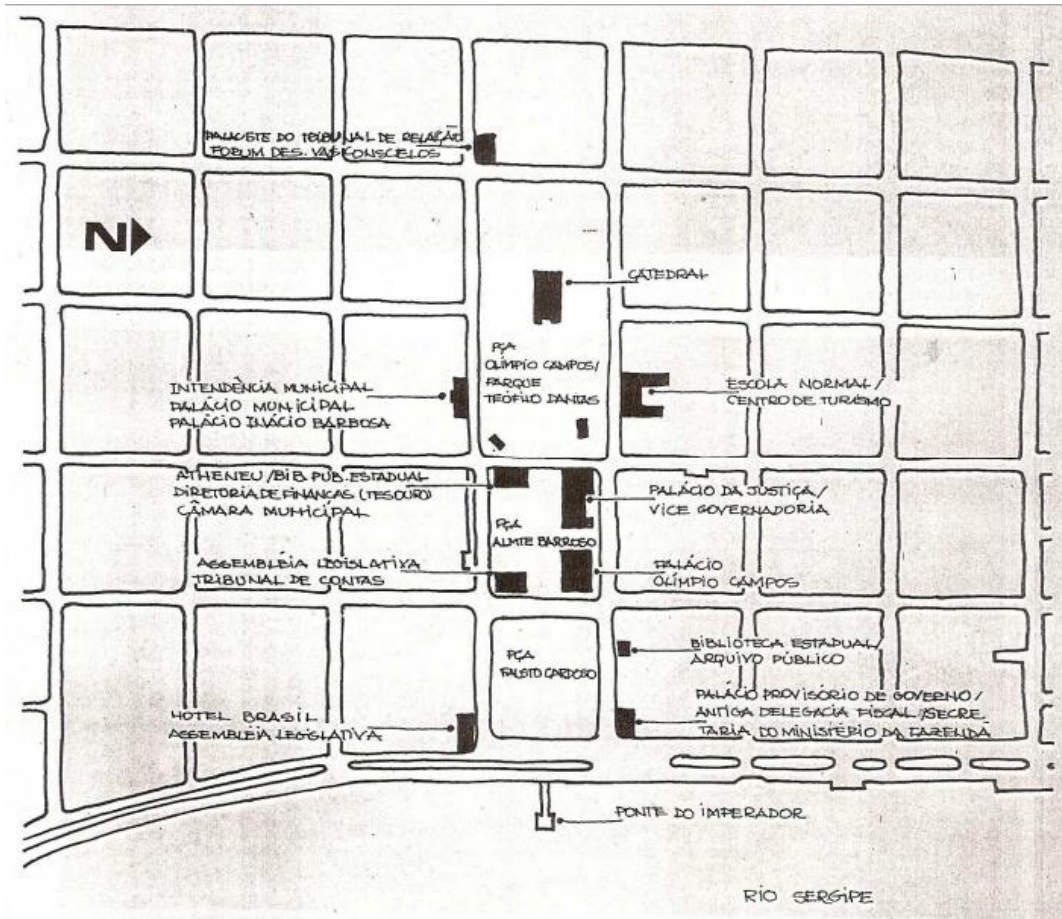
A tarefa de projetar e orientar a construção da cidade foi delegada ao engenheiro Sebastião José Basílio Pirro, que utilizou da rigidez geométrica no seu traçado em contraponto ao panorama da época de traçados irregulares. Em seu projeto de construção da cidade, Pirro traçou ruas retas e perpendiculares a uma grande linha também reta que retificasse o rio Sergipe, de modo que seu plano “cercou toda a liberdade da cidade, prendendo-a nas malhas de um traçado em ‘xadrez’” (SILVA, 2016).

Santos (2007) aponta que, na região do traçado de Pirro, a aplicação dos códigos de postura estava sujeita a uma intensa fiscalização, sob pena de multa ou prisão para os infratores. Para Santos e Vargas (2007), esse seria o início, no processo de crescimento da cidade de Aracaju, da construção da ideia de que o Estado teria a responsabilidade de “gerenciar a organização da cidade ideal... pautada em modelos de civilização tidos como universais sem o entendimento da natureza das diferenças sociais”.

No entanto, o rigor da fiscalização não ocorria de forma tão eficaz nas regiões periféricas, onde passaram a surgir edificações com tipologias de acordo com a renda da população. Identificam-se, desde então, os conflitos entre os grupos sociais, caracterizados pela fuga dos grupos menos favorecidos do modelo ideal em busca de alternativas de espaços nas áreas de menor interesse por parte do mercado formal.

Os primeiros edifícios de Aracaju foram construídos às margens do rio Sergipe, onde foram implantadas as principais edificações dos poderes público, administrativo e religioso, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5. Planta do traçado de Pirro na região central de Aracaju com destaque para as primeiras edificações dos setores político, administrativo e religioso às margens do rio Sergipe.



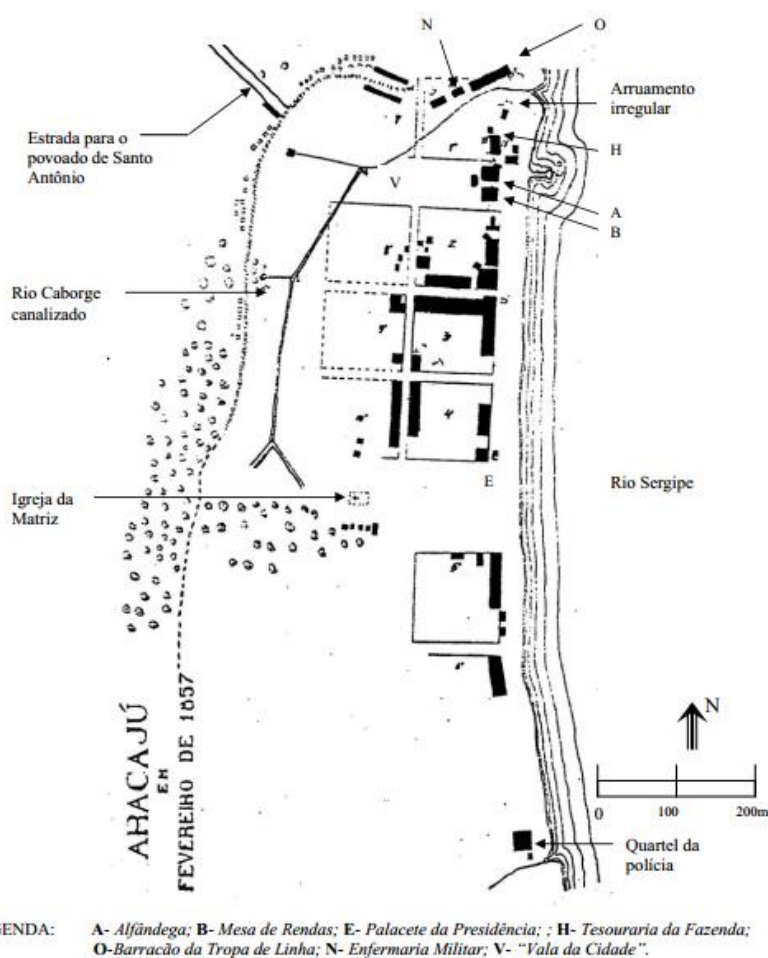
Fonte: Barboza (1992), citado por Santos (2007).

Paralelamente, à medida em que se intensificavam as exigências requeridas nas Posturas para a construção de edificações nos limites do traçado de Pirro, iniciava-se o deslocamento dos grupos sociais menos favorecidos em direção ao norte da cidade, fora da região projetada. Fortes (1995) afirma que “quem não possuía recursos ou aptidões para se submeter às posturas, construía seus casebres além do Caborge, no início da Estrada Nova, entre os mangues da Olaria”. O Caborge era um riacho localizado na parte norte da cidade, que foi canalizado, tendo suas águas conduzidas para deságue no rio Sergipe, como mostra a Figura 6.

Surge, nesse momento, o primeiro fenômeno de diferenciação social de Aracaju, que pode ser observado na Figura 6, onde a cidade projetada definia a zona nobre da cidade,

enquanto a população mais pobre se deslocava e crescia desordenadamente nas regiões periféricas, cuja ocupação era condicionada pela presença de riachos, mangues e terrenos alagadiços, fatores que, associados à falta de saneamento, contribuíam para a insalubridade e a proliferação de doenças. Segundo Vilar (2006), “a construção de Aracaju é um processo de apropriação dos ambientes mais aprazíveis das topografias mais suaves pelos mais abastados e, em contrapartida, cabe aos mais desfavorecidos os sítios mais problemáticos”.

Figura 6. Plano de Pirro e as principais atividades em 1857.



Fonte: Porto (1945), citado por Nogueira (2004).

Entre o final da década de 1960 e início dos anos 2000, de acordo com Nascimento e Araújo (2018), aconteceu a segunda fase do processo de urbanização da cidade de Aracaju, marcada por um caráter expansionista pautado na necessidade de atender ao crescimento ascendente da população.

De acordo com Wanderley (2013), drenagens e aterros para ganhos de superfície a ocupar antecederam o vetor do crescimento urbano, que foi intensificado a partir da segunda metade do século XX e produziu notáveis alterações sobre a superfície e sobre as áreas vegetadas, principalmente nas regiões periféricas e ambientalmente sensíveis, que passaram a sofrer com a intensificação das pressões exercidas pela dinâmica urbana.

Esse período foi marcado pela construção de grandes conjuntos habitacionais, sob influência da política habitacional vigente no país. Segundo França (1999), a intensa implantação desses conjuntos habitacionais nas áreas periféricas e as políticas públicas de implantação da infraestrutura urbana voltadas, em sua maioria, para as áreas centrais acentuaram o processo de fragmentação socioespacial nesse período.

A terceira fase do processo de urbanização da cidade de Aracaju está fundamentada em ações como o ordenamento territorial, a urbanização de assentamentos precários e diminuição do déficit habitacional, voltadas para o atendimento das demandas socioambientais (NASCIMENTO e ARAUJO, 2018). Nesse período, a aceleração do crescimento urbano, perante à deficiência dos instrumentos reguladores (plano diretor, zoneamento e legislações específicas), culminou na ocupação de áreas inadequadas, como áreas de proteção ambiental e demais regiões da cidade carentes de infraestrutura, resultando no aumento das demandas por saneamento, infraestrutura urbana, serviços de saúde e educação nas novas áreas ocupadas.

Fica claro que em Aracaju, como em muitas cidades brasileiras, a ausência de um prognóstico para o crescimento da cidade deu-se sob negligência à variável ambiental, visto que sua ocupação espacial ocorreu por meio de cortes e aterros de manguezais e terrenos alagadiços sem que fosse considerado o valor ambiental e a fragilidade desses ecossistemas.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO

Neste item são descritos aspectos relevantes sobre os serviços de saneamento básico, a saber, abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana, ofertados à população de Aracaju.

3.3.1 Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água de Aracaju é controlado pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), empresa responsável por estudos, projetos e execução de serviços de abastecimento de água, esgotos e obras de saneamento.

De acordo com o IBGE (2010), as formas de abastecimento identificadas no município em domicílios permanentes são a pública, via rede de distribuição de água pela concessionária; privada, via poço ou fonte de água no interior da propriedade; ou outra forma, quando a forma de abastecimento de água do domicílio é proveniente de poço ou fonte fora da propriedade, carro-pipa, água da chuva, rio, açude, lago ou igarapé. A Tabela 1 apresenta os dados acerca das formas de abastecimento no município.

Tabela 1. Formas de abastecimento de água dos domicílios de Aracaju.

Forma de abastecimento de água	Número de domicílios
Rede pública	165.958
Privada	2.532
Outra	1.003
Total	169.493

Adaptado de IBGE (2010)

Dados publicados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020a) - ano referência de 2019 - indicam que 99,6% dos domicílios contam com atendimento via rede geral de abastecimento de água. No entanto, embora a cobertura da rede de abastecimento seja satisfatória, ainda existem problemas no abastecimento. Um deles diz respeito ao índice de perdas na distribuição que corresponde a cerca de 30,5% (SNIS, 2020a).

Outra questão se refere às áreas da cidade que ainda apresentam uma cobertura insatisfatória, como é o caso do bairro Porto Dantas, devido ao fato de se constituir numa área que apresenta uma ocupação irregular em áreas de preservação ambiental. A Zona de Expansão Urbana também apresenta problemas relacionados ao abastecimento de água, pois o atendimento nessa área ainda é bastante deficitário, sendo suprido por meio de poços artesianos com baixa qualidade, podendo ocasionar problemas de saúde na população (SEPLAN, 2014).

3.3.2 Esgotamento Sanitário

Assim como o abastecimento de água, os serviços de esgotamento sanitário também são prestados pela DESO. Atualmente a DESO conta com cinco estações de tratamento de esgoto para onde são destinados os efluentes coletados no município de Aracaju.

Em 2019, o índice de atendimento em coleta de esgotos no município era de 55,2%, ou seja, cerca de metade da população total ainda careciam de rede de coleta e tratamento (SNIS, 2020a). Dessa forma, os domicílios localizados nas áreas não atendidas pela rede de coleta e tratamento têm se utilizado de fossas e sumidouros, sistemas que não são adequados em razão da cidade, em sua maior parte, estar localizada em área de ocorrência de lençol freático muito próximo à superfície do solo (PMSB, 2014).

A Tabela 2 apresenta os dados dos indicadores do sistema de esgotamento sanitário para o município de Aracaju, de acordo com o SNIS (2020a).

Tabela 2. Indicadores do sistema de esgotamento sanitário do município de Aracaju.

População total residente	657.013 hab
População total atendida com esgotamento sanitário	362.609 hab
Atendimento pela rede coletora	55,2 %
Número total de ligações	115.959
Número total de economias	139.713
Número total de economias residenciais	128.008
Extensão total da rede de esgotos	1.070,06 km
Volume total coletado e tratado	21.492.740 m ³

Adaptado de SNIS (2020a).

Nas áreas mais periféricas, contornando os bairros mais antigos e consolidados, ainda há deficiências na cobertura de esgotamento. Destaca-se nesse sentido os bairros localizados na porção norte da cidade, são eles: Porto Dantas, Soledade, Lamarão, Cidade Nova, Japãozinho, Santos Dumont, Olaria; bem como, na porção sul, os bairros Jabotiana, Santa Maria e Zona de Expansão (SEPLAN, 2014). Diante das deficiências na coleta, a população não atendida se utiliza de fossas rudimentares, tanques sépticos ou lança seus efluentes diretamente no sistema de macrodrenagem.

3.3.3 Resíduos Sólidos

Em Aracaju, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são de responsabilidade da Empresa Municipal de Serviços Urbanos (EMSURB) que realiza o planejamento, fiscalização e controle operacional das atividades que são realizadas, em sua maioria, por empresa terceirizada.

Dados do SNIS (2020b) indicam que a coleta de resíduos sólidos apresenta cobertura de 100% dos domicílios da cidade. Embora o índice de cobertura seja satisfatório, em algumas áreas da cidade, sobretudo no bairro Santa Maria e na Zona de Expansão, identificam-se outras formas de descarte dos resíduos, como o aterramento ou o lançamento destes em rios ou no mar.

Nesse sentido, Pereira (2015) ressalta que ao longo do ano de 2014 foram identificados 300 pontos de descarte irregular. Segundo o autor, a disposição inadequada desses resíduos implica em prejuízos ambientais e de saúde pública, bem como na obstrução dos sistemas de micro e macrodrenagem quando do carreamento desses resíduos em período chuvoso. Tal realidade evidencia a necessidade do desenvolvimento de programas de educação ambiental com o intuito de evitar a poluição dos mangues e rios, a obstrução dos sistemas de drenagem urbana, a proliferação de vetores e consequentemente de doenças para a população.

3.3.4 Drenagem Urbana

O sistema de drenagem de águas pluviais em Aracaju é coordenado pela Empresa Municipal de Obras e Urbanização (Emurb), empresa responsável pela identificação dos pontos de obstrução dos elementos de drenagem. Diante da necessidade, são enviados servidores para a execução da limpeza dos dispositivos de micro e macrodrenagem.

A rede de microdrenagem do município consiste nas etapas de coleta, condução e lançamento das águas pluviais para galerias e canais. A macrodrenagem, por sua vez, é composta por mais de 70 canais que conduzem as águas pluviais para os corpos hídricos presentes na cidade, como o Rio Poxim, Canal Santa Maria, Rio do Sal, bem como lagoas e oceano (SEMARH, 2011).

Por se localizar essencialmente em terrenos planos e baixos, a cidade de Aracaju sofre frequentemente com problemas relacionados ao acúmulo de águas nas vias, transbordamento dos canais de drenagem e alagamentos em períodos chuvosos. De acordo com Rufino *et al.*

(2009), essa é uma característica comum às cidades da costa brasileira, cujo gradiente topográfico normalmente confere dificuldades à drenagem. Os principais problemas associados a inundações ocorrem nas áreas onde a rápida ocupação do solo não é acompanhada pelos sistemas de micro e macrodrenagem (ARAGÃO *et al.*, 2017).

4 METODOLOGIA

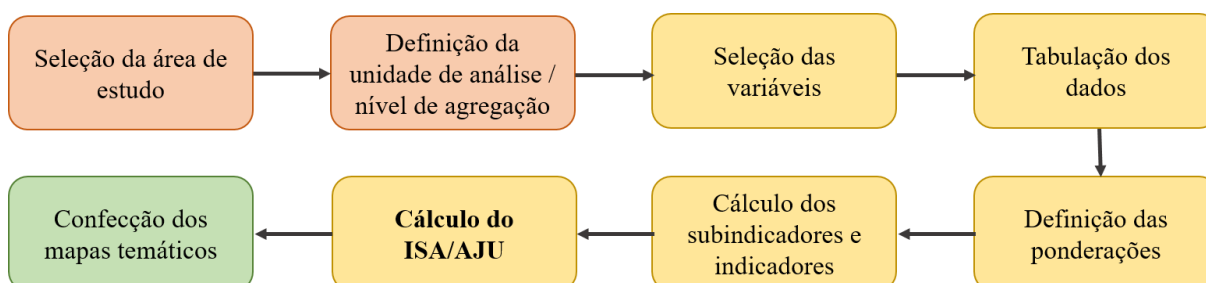
Este estudo foi conduzido a partir da análise das condições de salubridade ambiental da cidade de Aracaju por meio do uso de indicadores referentes ao acesso ao saneamento ambiental, às condições socioeconômicas e aos recursos hídricos e posterior composição do Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju, denominado ISA/AJU.

A escolha pela análise intraurbana foi efetuada com o objetivo de estabelecer comparações entre as áreas do município, a fim de possibilitar a compreensão do modo como se encontram distribuídas as desigualdades dentro do território municipal. Para viabilizar o diagnóstico nessa escala de análise, de modo que fosse minimizada a possibilidade de mascarar ou generalizar as condições de salubridade ambiental de cada área, utilizou-se como unidade territorial os setores censitários definidos pelo IBGE (2010).

O setor censitário consiste na menor unidade territorial utilizada pelo IBGE para fins de levantamento de dados. A utilização dos dados censitários¹, apesar de apresentar limitações quanto à impossibilidade de desagregação dos valores e ao grande intervalo intercensitário, por exemplo, apresenta importantes contribuições para o processo de planejamento urbano, uma vez que descrevem uma série de características dos elementos físicos e sociais da estrutura intraurbana (BARROS FILHO, 2006; ANJOS, 2013).

Uma visão geral das etapas utilizadas durante a construção deste estudo é apresentada na Figura 7.

Figura 7. Fluxograma da metodologia utilizada.



Fonte: autora.

¹ Neste estudo, a exceção quanto à utilização dos dados censitários diz respeito ao Indicador de Recursos Hídricos (I_{rh}), cujo detalhamento é apresentado no item 4.1.4.

4.1 INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA ARACAJU

Para a composição do ISA/AJU utilizou-se como base o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo – CONESAN com o objetivo de verificar as condições de salubridade no âmbito municipal. O modelo ISA/CONESAN consiste numa composição de indicadores selecionados que contemplam aspectos relacionados ao saneamento básico, fatores socioeconômicos, de saúde pública e sobre os recursos hídricos. É representado pela Equação 1 a partir da qual é calculada a média ponderada dos indicadores selecionados para os componentes de Abastecimento de Água (I_{ab}), Esgotamento Sanitário (I_{es}), Resíduos Sólidos (I_{rs}), Controle de Vetores (I_{cv}), Recursos Hídricos (I_{rh}) e Socioeconômico (I_{se}), cujos valores variam de 0 a 1.

$$ISA_{CONESAN} = 0,25I_{ab} + 0,25I_{es} + 0,25I_{rs} + 0,10I_{cv} + 0,10I_{rh} + 0,05I_{se} \quad (1)$$

Para o diagnóstico intraurbano da salubridade ambiental de Aracaju foram adotados cinco dos indicadores supracitados: Abastecimento de Água (I_{ab}), Esgotamento Sanitário (I_{es}), Resíduos Sólidos (I_{rs}), Recursos Hídricos (I_{rh}) e Socioeconômico (I_{se}). Com relação ao Indicador de Controle de Vetores (I_{cv}), optou-se pela sua exclusão tendo em vista que não foram encontrados dados para o município de Aracaju acerca da ocorrência de doenças de veiculação hídrica (a saber, dengue, esquistossomose e leptospirose) na escala dos setores censitários, unidade de análise empregada neste estudo.

Ademais, foi incorporado o Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}) desenvolvido por Batista (2005) com o objetivo de avaliar a infraestrutura das vias urbanas e a pavimentação, considerando que o estado desses elementos implica na possibilidade de ocorrência de inundações. Dessa forma, o ISA/AJU é representado pela média ponderada dos seis indicadores supracitados, conforme a Equação 2.

$$ISA_{AJU} = I_{ab} + I_{es} + I_{rs} + I_{rh} + I_{du} + I_{se} \quad (2)$$

Onde:

I_{ab} = Indicador de Abastecimento de Água

I_{es} = Indicador de Esgotamento Sanitário

I_{rs} = Indicador de Resíduos Sólidos

I_{rh} = Indicador de Recursos Hídricos

I_{du} = Indicador de Drenagem Urbana

I_{se} = Indicador Socioeconômico

Portanto, as alterações efetuadas nos indicadores em comparação com a formulação original do ISA/CONESAN foram as seguintes:

- 1) Exclusão do Indicador de Controle de Vetores, devido à indisponibilidade de dados sobre a ocorrência de doenças de veiculação hídrica (dengue, esquistossomose e leptospirose) na escala dos setores censitários. Os dados em questão são disponibilizados pelos órgãos municipais na escala de bairros. Portanto, parte-se do pressuposto de que a utilização da informação referente a um determinado bairro em sua totalidade para cada um dos setores censitários que o compõem implicaria na interpretação incorreta acerca da ocorrência das doenças de veiculação hídrica em cada setor. Por esta razão e a fim de evitar que o indicador fosse superestimado, optou-se pela sua exclusão;
- 2) Inclusão do Indicador de Drenagem Urbana, pois avaliou-se que seria necessária a avaliação da situação da drenagem urbana enquanto interveniente nas condições de salubridade ambiental no município. Dada a ausência de dados específicos sobre a existência de elementos de drenagem urbana no entorno dos domicílios, utilizou-se o indicador desenvolvido por Batista (2005) no qual são considerados elementos da infraestrutura urbana que interferem diretamente no bom desempenho da drenagem, descritos no item 4.1.5.

Cada indicador utilizado para a composição do ISA/AJU é, por sua vez, composto por um conjunto de subindicadores selecionados com base em estudos anteriores que aplicaram o modelo ISA/CONESAN e suas respectivas adaptações para a análise da salubridade ambiental em diversos municípios pelo país. Todas as informações utilizadas são, direta ou indiretamente, relacionadas à salubridade ambiental com a finalidade de que se obtenha um diagnóstico efetivo das diversas áreas do município.

Com o intuito de que fossem consideradas as especificidades inerentes à análise intraurbana do município de Aracaju, fez-se necessária a definição de algumas adaptações no

cálculo dos subindicadores que foram fundamentadas em estudos anteriores, especialmente nos estudos desenvolvidos por Almeida e Abiko (2000), Dias (2003), Souza (2010) e Rocha (2016).

O Quadro 2 apresenta os componentes, variáveis e subindicadores considerados na composição do ISA/AJU.

Quadro 2. Componentes, variáveis e subindicadores do ISA/AJU.

Componente	Variável	Subindicador
Abastecimento de água (I_{ab})	Origem da água do domicílio	Domicílios atendidos pela rede pública
		Domicílios abastecidos com água de poço ou nascentes
		Domicílios com outra forma de abastecimento de água
Esgotamento sanitário (I_{es})	Destino dos efluentes domésticos do domicílio	Domicílios com esgotamento sanitário via rede geral
		Domicílios com esgotamento via sistema individual
		Domicílios sem destinação adequada dos dejetos sanitários
Resíduos sólidos (I_{rs})	Destino dos resíduos sólidos do domicílio	Domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza
		Domicílios com lixo queimado ou enterrado na propriedade
		Domicílios com lixo jogado em terreno baldio
		Domicílios com lixo jogado em rio, lago ou mar
Recursos hídricos (I_{rh})	Caracterização dos mananciais que fornecem água aos domicílios	Qualidade da água bruta fornecida aos domicílios
		Disponibilidade dos mananciais em relação à demanda
Drenagem urbana (I_{du})	Existência de elementos de drenagem urbana no entorno do domicílio	Domicílios com existência de pavimentação em seu entorno
		Domicílios com existência de calçada em seu entorno
		Domicílios com existência de meio-fio/guia em seu entorno
		Domicílios com existência de bueiro/boca-de-lobo em seu entorno

Componente	Variável	Subindicador
Socioeconômico (I_{se})	Situação socioeconômica do domicílio	Domicílios cujo responsável recebe acima de 3 salários mínimos
		Domicílios cujo responsável é alfabetizado
		Domicílios com moradores pessoas acima de 60 anos

Adaptado de Dias (2003) e Rocha (2016).

Os itens a seguir contêm uma descrição mais detalhada de cada componente utilizado na composição do ISA/AJU, bem como o cálculo empregado para cada subindicador.

4.1.1 Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab})

O Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab}) avalia a origem da água nos domicílios. Sua formulação é composta pelo Subindicador de Abastecimento de Água via Rede Geral (I_{rg}), o Subindicador de Água de Poço ou Nascente (I_{apn}) e o Subindicador de Outra Forma de Abastecimento (I_{oa}), conforme a Equação 3.

$$I_{ab} = I_{rg} + I_{apn} + I_{oa} \quad (3)$$

O Subindicador de Abastecimento de Água via Rede Geral (I_{rg}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes que possuem abastecimento de água via rede geral e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 4.

$$I_{rg} = \frac{D_{rg}}{D_{total}} \quad (4)$$

Onde:

I_{rg} = Subindicador de Abastecimento de Água via Rede Geral;

D_{rg} = número de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água via rede geral;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Água de Poço ou Nascente (I_{apn}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 5.

$$I_{apn} = \frac{D_{apn}}{D_{total}} \quad (5)$$

Onde:

I_{apn} = Subindicador de Água de Poço ou Nascente;

D_{apn} = número de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Outra Forma de Abastecimento (I_{oa}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 6. Considera-se como outra forma de abastecimento quando a forma de abastecimento de água do domicílio era proveniente de poço ou nascente fora da propriedade, carro-pipa, água da chuva armazenada de outra forma, rio, açude, lago ou igarapé ou outra forma de abastecimento de água, diferente das descritas anteriormente (IBGE, 2010).

$$I_{oa} = \frac{D_{oa}}{D_{total}} \quad (6)$$

Onde:

I_{oa} = Subindicador de Outra Forma de Abastecimento;

D_{oa} = número de domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

Todas as variáveis utilizadas para a composição do I_{ab} tiveram como fonte de dados o Censo Demográfico 2010 do IBGE, mais especificamente a Planilha “Domicilio01_UF”.

4.1.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es})

O Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}) busca avaliar a destinação dos efluentes produzidos pelos domicílios. É composto pelo Subindicador de Domicílios Conectados à Rede Coletora (I_{rc}), o Subindicador de Domicílios Servidos por Sistema Individual (I_{si}) e o Subindicador de Domicílios Não Atendidos (I_{na}), conforme a Equação 7.

$$I_{es} = I_{rc} + I_{si} + I_{na} \quad (7)$$

O Subindicador de Domicílios Conectados à Rede Coletora (I_{rc}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 8.

$$I_{rc} = \frac{D_{rc}}{D_{total}} \quad (8)$$

Onde:

I_{rc} = Subindicador de Domicílios Conectados à Rede Coletora;

D_{rc} = número de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Domicílios Servidos por Sistema Individual (I_{si}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica ou fossa rudimentar e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 9.

$$I_{si} = \frac{D_{si}}{D_{total}} \quad (9)$$

Onde:

I_{si} = Subindicador de Domicílios Servidos por Sistema Individual;

D_{si} = número de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via sistema individual (fossa séptica ou fossa rudimentar);

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Domicílios Não Atendidos (I_{na}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala, rio, lago ou mar ou outro escoadouro, e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 10.

$$I_{na} = \frac{D_{na}}{D_{total}} \quad (10)$$

Onde:

I_{na} = Subindicador de Domicílios Não Atendidos;

D_{na} = domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala, rio, lago ou mar ou outro escoadouro;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

Todas as variáveis utilizadas para a composição do I_{es} tiveram como fonte de dados o Censo 2010 do IBGE, mais especificamente a Planilha “Domicilio01_UF”.

4.1.3 Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs})

O Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs}) propõe-se a avaliar a destinação dos resíduos sólidos produzidos pelos domicílios. É composto pelo Subindicador de Serviço de Limpeza (I_{sl}), Subindicador de Lixo Queimado ou Enterrado na Propriedade (I_{qe}), Subindicador de Lixo Jogado em Terreno Baldio (I_{jt}) e o Subindicador de Lixo Jogado em Rio, Lago ou Mar (I_{jr}), conforme a Equação 11.

$$I_{rs} = I_{sl} + I_{qe} + I_{jt} + I_{jr} \quad (11)$$

O Subindicador de Serviço de Limpeza (I_{sl}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com lixo coletado e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 12.

$$I_{sl} = \frac{D_{sl}}{D_{total}} \quad (12)$$

Onde:

I_{sl} = Subindicador de Serviço de Limpeza;

D_{sl} = número de domicílios particulares permanentes com lixo coletado;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Lixo Queimado ou Enterrado na Propriedade (I_{qe}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com lixo queimado ou enterrado na propriedade e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 13.

$$I_{qe} = \frac{D_{qe}}{D_{total}} \quad (13)$$

Onde:

I_{qe} = Subindicador de Lixo Queimado ou Enterrado na Propriedade;

D_{qe} = número de domicílios particulares permanentes com lixo queimado ou enterrado na propriedade;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Lixo Jogado em Terreno Baldio (I_{jt}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 14.

$$I_{jt} = \frac{D_{jt}}{D_{total}} \quad (14)$$

Onde:

I_{jt} = Subindicador de Lixo Jogado em Terreno Baldio;

D_{jt} = domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Lixo Jogado em Rio, Lago ou Mar (I_{jr}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 15.

$$I_{jr} = \frac{D_{jr}}{D_{total}} \quad (15)$$

Onde:

I_{jr} = Subindicador de Lixo Jogado em Rio, Lago ou Mar;

D_{jr} = domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

Todas as variáveis utilizadas para a composição do I_{rs} tiveram como fonte de dados o Censo 2010 do IBGE, mais especificamente a Planilha “Domicilio01_UF”.

4.1.4 Indicador de Recursos Hídricos (I_{rh})

O Indicador de Recursos Hídricos (I_{rh}) tem por finalidade a avaliação do estado dos mananciais que fornecem água aos domicílios em termos de qualidade da água bruta e disponibilidade dos mananciais para o suprimento da demanda, bem como o risco de sua falta a longo prazo. Para tanto, compõem este indicador o Subindicador de Qualidade da Água Bruta (I_{qab}) e o Subindicador de Disponibilidade dos Mananciais (I_{dm}), conforme a Equação 16.

$$I_{rh} = I_{qab} + I_{dm} \quad (16)$$

Para o Subindicador de Qualidade da Água Bruta (I_{qab}), faz-se necessária a informação sobre o tipo de tratamento ao qual a água do manancial é submetida nas estações de tratamento de água. Assim, o I_{qab} pode ser obtido por meio da avaliação dos critérios descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Critérios e pontuações adotadas para o I_{qab} .

Critérios	Pontuação
Água de rio sem contaminação e sem necessidade de tratamento	1
Água de rio sem contaminação e com necessidade de tratamento	0,75
Água de rio sem contaminação e com necessidade de tratamento simples	0,50
Água de rio com risco de contaminação	0

Adaptado de Souza (2010).

O Subindicador de Disponibilidade dos Mananciais (I_{dm}) é obtido pela razão entre a disponibilidade do manancial para suprimento da demanda de água e a demanda total dos domicílios, considerando uma demanda futura de 10 anos. A Equação 17 demonstra a formulação do I_{dm} .

$$I_{dm} = \frac{D_{pv}}{D_{total}} \quad (17)$$

Onde:

I_{pv} = Subindicador de Disponibilidade do Manancial;

D_{dm} = disponibilidade do manancial para suprimento da demanda de água;

D_{total} = demanda de água dos domicílios do setor censitário (horizonte de 10 anos).

O valor final atribuído ao I_{dm} é definido de acordo com os critérios descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Critérios para pontuação do I_{dm} .

Critérios	Pontuação
$I_{dm} > 2,0$	1
$1,5 < I_{dm} < 2,0$	0,75
$I_{dm} \leq 1,5$	0,50

Adaptado de Souza (2010).

Diferentemente dos demais indicadores, devido à indisponibilidade de dados sobre os recursos hídricos no Censo do IBGE para a composição do I_{th} , as informações utilizadas tiveram como fonte de dados o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2014) elaborado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano (SEDURB). Uma vez que os dados são referentes às características dos mananciais que fornecem água ao município, compreende-se que as informações relativas aos bairros atendidos por um mesmo manancial seriam iguais, bem como para seus respectivos setores. Portanto, no caso específico desse indicador, as informações são idênticas para os setores que compõem um determinado bairro, bem como para o conjunto dos bairros atendidos pelo mesmo manancial.

4.1.5 Indicador de Drenagem Urbana (I_{du})

O Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}) foi desenvolvido por Batista (2005) com a finalidade de avaliar a possibilidade de ocorrência de inundações por meio da observação do estado das ruas de um setor censitário, considerando que elementos como pavimentação, calçada, meio-fio e boca-de-lobo colaboram com a microdrenagem das vias.

Dessa forma, o I_{du} é composto pelo Subindicador de Existência de Pavimentação (I_{pv}), Subindicador de Existência de Calçada (I_c), Subindicador de Existência de Meio-Fio/Guia (I_{mf}) e o Subindicador de Existência de Bueiro/Boca-de-Lobo (I_{bl}), conforme a Equação 18.

$$I_{du} = I_{pv} + I_c + I_{mf} + I_{bl} \quad (18)$$

O Subindicador de Existência de Pavimentação (I_{pv}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com existência de pavimentação em seu entorno e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 19.

$$I_{pv} = \frac{D_{pv}}{D_{total}} \quad (19)$$

Onde:

I_{pv} = Subindicador de Existência de Pavimentação;

D_{pv} = número de domicílios particulares permanentes com existência de pavimentação em seu entorno;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Existência de Calçada (I_c) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com existência de calçada em seu entorno e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 20.

$$I_c = \frac{D_c}{D_{total}} \quad (20)$$

Onde:

I_c = Subindicador de Existência de Calçada;

D_c = número de domicílios particulares permanentes com existência de calçada em seu entorno;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Existência de Meio-Fio/Guia (I_{mf}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com existência de meio-fio/guia em seu entorno e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 21.

$$I_{mf} = \frac{D_{mf}}{D_{total}} \quad (21)$$

Onde:

I_{mf} = Subindicador de Existência de Meio-Fio/Guia;

D_{mf} = número de domicílios particulares permanentes com existência de meio-fio/guia em seu entorno;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

O Subindicador de Existência de Bueiro/Boca-de-Lobo (I_{pv}) foi calculado pela razão entre os domicílios particulares permanentes com existência de bueiro/boca-de-lobo em seu entorno e o número total de domicílios do setor censitário, conforme a Equação 22.

$$I_{bl} = \frac{D_{bl}}{D_{total}} \quad (22)$$

Onde:

I_{bl} = Subindicador de Existência de Bueiro/Boca-de-Lobo;

D_{bl} = número de domicílios particulares permanentes com existência de bueiro/boca-de-lobo em seu entorno;

D_{total} = número total de domicílios do setor censitário.

Todas as variáveis utilizadas para a composição do I_{du} tiveram como fonte de dados o Censo 2010 do IBGE, mais especificamente a Planilha “Entorno01_UF”.

4.1.6 Indicador Socioeconômico (I_{se})

O Indicador Socioeconômico (I_{se}) busca avaliar a situação socioeconômica dos domicílios. Para tanto, esse indicador compreende aspectos relacionados a renda, escolaridade e longevidade da população. No que se refere à renda familiar, considera-se este aspecto enquanto um facilitador para a promoção de melhorias nos domicílios como forma de incremento à salubridade ambiental. O aspecto da escolaridade relaciona-se tanto ao nível de exigência da comunidade na demanda por melhorias quanto a um maior conhecimento sobre as

formas de contaminação e a prevenção de doenças provocadas por um ambiente insalubre. O aspecto da longevidade, por sua vez, é considerado como um indicativo da qualidade de vida, uma vez que está diretamente associado às condições adequadas à saúde da população (DIAS, 2003; ROCHA, 2016).

Dessa forma, o I_{se} é composto pelo Subindicador de Renda (I_r), Subindicador de Escolaridade (I_{esc}), Subindicador de Longevidade (I_l), conforme a Equação 23.

$$I_{se} = I_r + I_{esc} + I_l \quad (23)$$

O Subindicador de Renda (I_r) foi calculado pela razão entre o número de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal superior a três salários mínimos (ALMEIDA e ABIKO, 2000; ROCHA, 2016) e o número de pessoas residentes em domicílios particulares e domicílios coletivos do setor censitário, conforme a Equação 24.

$$I_r = \frac{P_r}{P_{total}} \quad (24)$$

Onde:

I_r = Subindicador de Renda;

P_r = número de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal superior a três salários mínimos;

P_{total} = número de pessoas residentes em domicílios particulares e domicílios coletivos do setor censitário.

O Subindicador de Escolaridade (I_{esc}) foi calculado pela razão entre o número de pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas e o número de pessoas responsáveis pelo domicílio, conforme a Equação 25.

$$I_r = \frac{P_r}{P_{total}} \quad (25)$$

Onde:

I_{esc} = Subindicador de Renda;

P_{esc} = número de pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas;

P_{total} = número de pessoas responsáveis por domicílios setor censitário.

O Subindicador de Longevidade (I_l) foi calculado pela razão entre o número de pessoas acima de 60 anos e o número de pessoas residentes em domicílios particulares e domicílios coletivos do setor censitário, conforme a Equação 26.

$$I_l = \frac{P_l}{P_{total}} \quad (26)$$

Onde:

I_l = Subindicador de Longevidade;

P_l = número de pessoas acima de 60 anos;

P_{total} = número de pessoas residentes em domicílios particulares e domicílios coletivos do setor censitário.

Todas as variáveis utilizadas para a composição do I_{se} tiveram como fonte de dados o Censo 2010 do IBGE, mais especificamente as Planilhas “ResponsavelRenda_UF” e “Responsavel02_UF”.

4.2 PONDERAÇÃO DOS INDICADORES

A Tabela 5 apresenta os componentes e subindicadores utilizados para a composição do ISA/AJU. A cada subindicador foi atribuído um peso variando de 0 a 100 onde o maior valor corresponde ao que se entende por situação mais adequada quanto à prestação do serviço e o menor valor corresponde à situação mais distante do adequado. A atribuição dos pesos foi efetuada com base em estudos anteriores e conhecimento acerca da área de estudo.

Tabela 5. Relação de pesos atribuídos aos subindicadores que compõem o ISA/AJU.

Componente	Subindicador	Peso
Abastecimento de água (I _{ab})	Domicílios atendidos pela rede pública	70
	Domicílios abastecidos com água de poço ou nascentes	20
	Domicílios com outra forma de abastecimento de água	10
Esgotamento sanitário (I _{es})	Domicílios com esgotamento sanitário via rede geral	60
	Domicílios com esgotamento via sistema individual	30
	Domicílios sem destinação adequada dos dejetos sanitários	10
Resíduos sólidos (I _{rs})	Domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza	70
	Domicílios com lixo queimado ou enterrado na propriedade	10
	Domicílios com lixo jogado em terreno baldio	10
	Domicílios com lixo jogado em rio, lago ou mar	10
Recursos hídricos (I _{rh})	Qualidade da água bruta fornecida aos domicílios	40
	Disponibilidade dos mananciais em relação à demanda	60
Drenagem urbana (I _{du})	Domicílios com existência de pavimentação em seu entorno	20
	Domicílios com existência de calçada em seu entorno	20
	Domicílios com existência de meio-fio/guia em seu entorno	20
	Domicílios com existência de bueiro/boca-de-lobo em seu entorno	40
Socioeconômico (I _{se})	Domicílios cujo responsável recebe acima de 3 salários mínimos	30
	Domicílios cujo responsável é alfabetizado	40
	Domicílios com moradores pessoas acima de 60 anos	30

Adaptado de Dias (2003) e Rocha (2016).

A composição final do ISA/AJU é representada pela Equação 2 acrescidos os fatores de ponderação atribuídos a cada subindicador, cuja seleção partiu da análise dos testes indicados na Tabela 6.

Tabela 6. Testes de ponderação para os indicadores que compõem o ISA/AJU.

Subindicador	Teste 1	Teste 2	Teste 3
Abastecimento de água (I_{ab})	0,20	0,10	0,10
Esgotamento sanitário (I_{es})	0,20	0,25	0,20
Resíduos sólidos (I_{rs})	0,20	0,20	0,20
Recursos Hídricos (I_{rh})	0,10	0,10	0,10
Drenagem urbana (I_{du})	0,20	0,25	0,20
Socioeconômico (I_{se})	0,10	0,10	0,20

O Teste 1 considera o mesmo peso para os componentes do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana). Nos demais testes foi atribuído menor peso ao I_{ab} tendo em vista que Aracaju apresenta cobertura de abastecimento de água para mais de 99% dos domicílios, de modo que um peso alto poderia conferir falsas respostas de salubridade. No Teste 2 foi atribuído o mesmo peso para o I_{es} e o I_{du} tendo em vista que alguns elementos de drenagem contidos nos dados censitários podem ser confundidos com os de esgotamento sanitário. No Teste 3, considerou-se um aumento no peso atribuído ao I_{se} a fim de avaliar a interferência do subindicador.

4.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os resultados dos subindicadores foram classificados em baixo, moderado e alto considerando o método de classificação por quebras naturais desenvolvido por Jenks (1977), no qual os dados com menor variação são agrupados estatisticamente. Toda a etapa de tabulação e edição de dados foi efetuada utilizando o ArcGIS versão 10.2.2, *software* para Sistemas de Informações Geográficas (SIG) da Esri.

Para a visualização e interpretação dos resultados foram confeccionados mapas temáticos referentes a cada um dos indicadores analisados, bem como à composição final do ISA/AJU. Utilizou-se como base vetorial a malha municipal dos setores censitários do IBGE, dos bairros e o limite municipal, adquiridos junto à Prefeitura Municipal de Aracaju.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a compreensão da situação da salubridade ambiental, faz-se necessária a avaliação individual de cada subindicador a fim de compreender o modo como cada elemento contribui para o resultado final do Indicador de Salubridade Ambiental. As Figuras 8 a 13 apresentam a espacialização dos resultados de cada um dos subindicadores considerados na formulação do ISA/AJU.

No tocante ao abastecimento de água, os dados do Censo 2010 demonstram que cerca de 98% dos domicílios particulares permanentes estão ligados à rede pública. Por outro lado, a parcela não atendida dos domicílios faz uso de fontes alternativas, como o abastecimento por poço ou nascente existente na propriedade, utilização de água da chuva armazenada em cisternas, ou ainda outras formas de abastecimento. A Tabela 7 apresenta os dados referentes às formas de abastecimento de água identificadas no município de Aracaju.

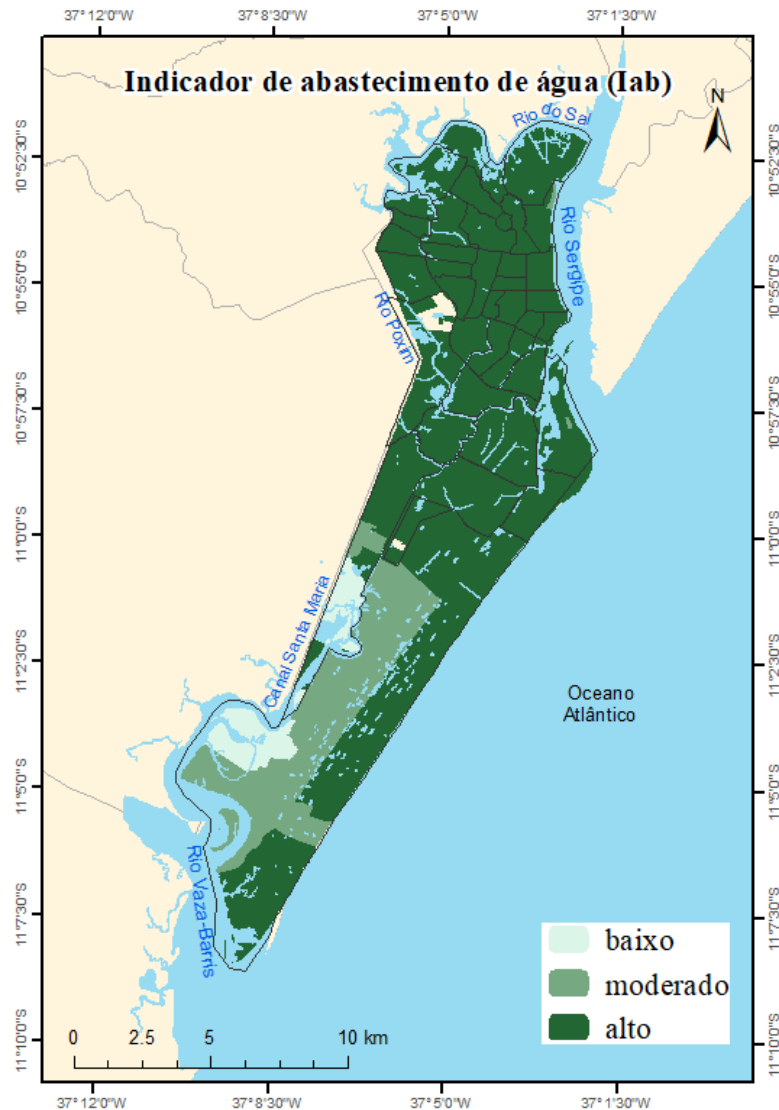
Tabela 7. Formas de abastecimento de água identificadas em Aracaju.

Tipo	Número de domicílios	%
Rede geral	165.958	97,91
Poço ou nascente na propriedade	2.532	1,49
Poço ou nascente fora da propriedade	282	0,17
Água da chuva armazenada em cisterna	7	0,00
Água da chuva armazenada de outra forma	14	0,01
Carro-pipa	11	0,01
Rio, lago ou igarapé	13	0,01
Outra forma	676	0,40
Total de domicílios	169.493	100

Adaptado de IBGE (2010).

Os resultados obtidos pelo cálculo do Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab}) podem ser visualizados na Figura 8.

Figura 8. Espacialização dos resultados do Indicador de Abastecimento de Água.



O I_{ab} apresentou bons resultados, de modo geral. Apenas treze setores (menos de 2% do total) apresentaram valores baixos, estando concentrados na porção sul da cidade, mais especificamente nos bairros Santa Maria e Zona de Expansão, que margeiam o Rio Vaza-Barris e o Canal Santa Maria. Os resultados positivos apresentados pelos demais setores corroboram os dados publicados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020a) - ano referência de 2019 - que indicam que 99,6% dos domicílios contam com atendimento via rede geral de abastecimento de água.

Em relação ao esgotamento sanitário, cerca de 72% dos domicílios particulares permanentes estão conectados à rede coletora. Da parcela não atendida dos domicílios, cerca

de 16% fazem uso de fossas sépticas e 8% de fossas rudimentares. Ademais, ainda é identificado no município um número considerável de domicílios sem banheiro ou sanitário, fato que pode implicar em prejuízos à saúde da população afetada bem como aos corpos hídricos da região. A Tabela 8 apresenta os dados referentes às formas de esgotamento sanitário identificadas no município de Aracaju.

Tabela 8. Formas de esgotamento sanitário identificadas em Aracaju.

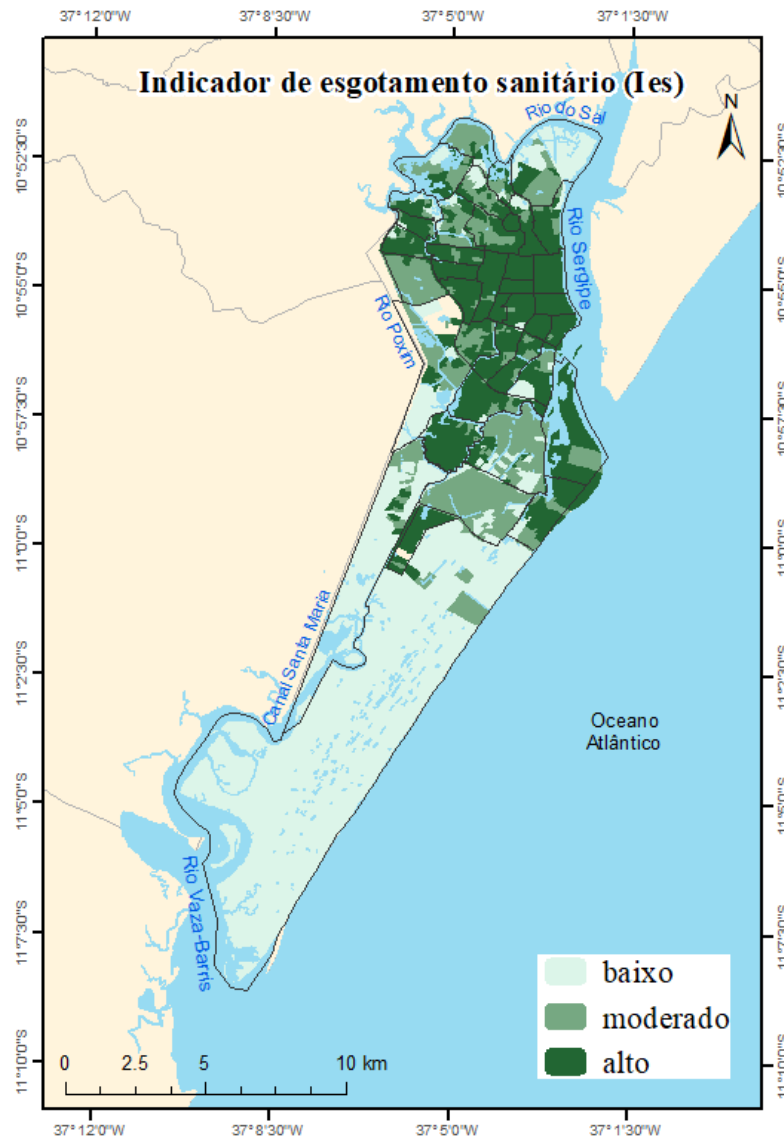
Tipo	Número de domicílios	%
Rede geral	121.313	71,57
Foça séptica	26.921	15,88
Fossa rudimentar	13.921	8,21
Rio ou lago	2.498	1,46
Vala	2.070	1,22
Outra forma	1.069	0,63
Domicílios sem banheiro ou sanitário	523	0,30
Total de domicílios	169.493	100

Adaptado de IBGE (2010).

Os resultados obtidos pelo cálculo do Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es}) podem ser visualizados na Figura 9.

Para o I_{es} , 20% dos setores apresentaram valores baixos. Os piores resultados concentram-se no extremo norte da cidade, sobretudo nos bairros Porto Dantas e Soledade, às margens do Rio do Sal, e na porção sul nos bairros Santa Maria e Zona de Expansão e em partes dos bairros Coroa do Meio, Farolândia e Jabotiana, que margeiam o Rio Poxim. De acordo com o SNIS, apenas 55,2% da população aracajuana conta com atendimento de esgotamento sanitário via rede geral (SNIS, 2020a). O restante da população utiliza-se de fossas rudimentares, tanques sépticos ou lança seus efluentes diretamente no sistema de macrodrenagem.

Figura 9. Espacialização dos resultados do Indicador de Esgotamento Sanitário.



Em relação aos resíduos sólidos, cerca de 99% dos domicílios são atendidos por serviços de limpeza pública. Outras formas de destinação dos resíduos, como o aterramento ou o lançamento direto em rio ou mar, são identificadas nas franjas periféricas, sobretudo em pequenas propriedades rurais no bairro Santa Maria e na Zona de Expansão. A Tabela 9 apresenta os dados referentes às formas de destinação dos resíduos sólidos identificadas no município de Aracaju.

Tabela 9. Formas de destinação dos resíduos sólidos identificadas em Aracaju.

Tipo	Número de domicílios	%
Coletado	167.841	99,03
Enterrado na propriedade	49	0,03
Queimado na propriedade	599	0,35
Jogado em rio, lago ou mar	71	0,04
Jogado em terreno baldio ou logradouro	661	0,39
Outra forma	272	0,16
Total de domicílios	169.493	100

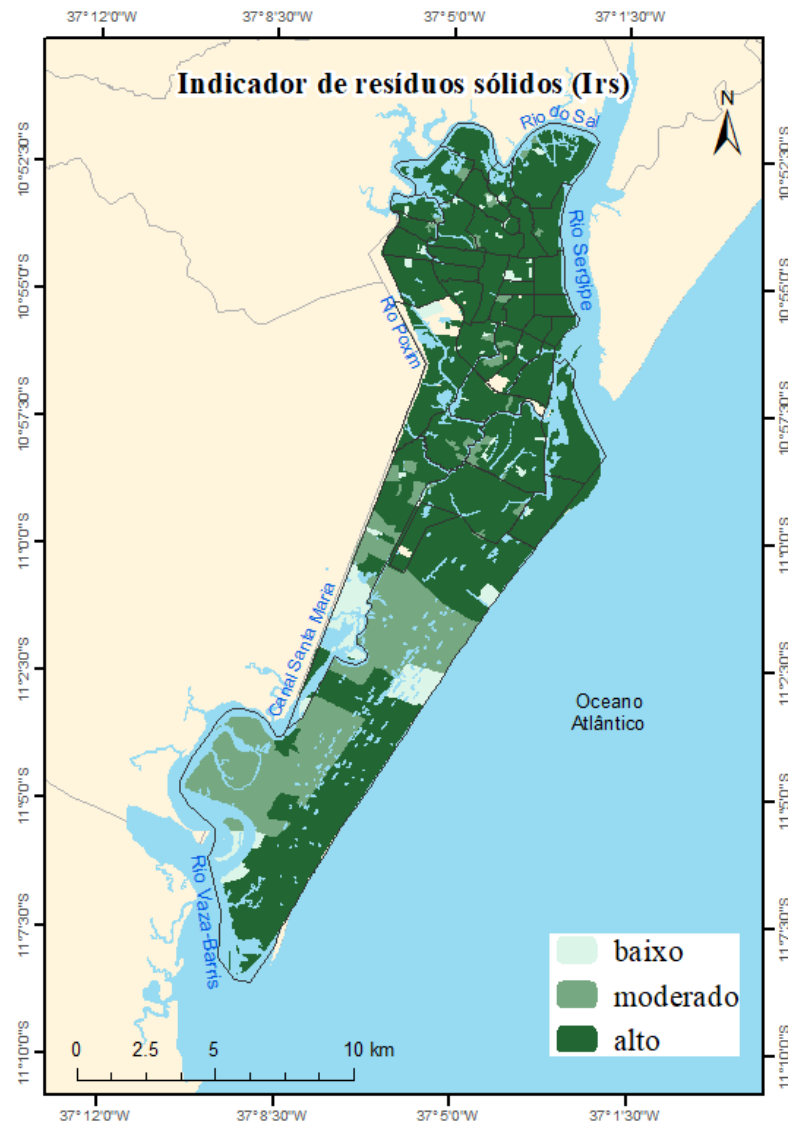
Adaptado de IBGE (2010).

Os resultados obtidos pelo cálculo do Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs}) podem ser visualizados na Figura 10.

Para o I_{rs} , cerca de 8% dos setores apresentaram resultados considerados baixos. Na zona sul, o bairro Santa Maria e a Zona de Expansão concentram setores com valores baixos para o indicador. Os resultados positivos apresentados pelos demais setores denotam uma boa cobertura geral dos serviços de coleta de resíduos sólidos. Quanto aos valores baixos identificados de forma pontual em grande parte do município, pode ser atribuído à existência de focos de acúmulo de resíduos em algumas ruas da cidade.

Nesse sentido, de acordo com Pereira (2015), ao longo do ano de 2014 foram identificados 300 pontos de descarte irregular. Segundo o autor, a disposição inadequada desses resíduos implica em prejuízos ambientais e de saúde pública, bem como na obstrução dos sistemas de micro e macrodrenagem quando do carreamento desses resíduos em período chuvoso.

Figura 10. Espacialização dos resultados do Indicador de Resíduos Sólidos.



Com relação aos recursos hídricos, de acordo com o Diagnóstico Qualitativo da Gestão Integrada das Águas Urbanas da Região Metropolitana de Aracaju, realizado pela Secretaria Estadual de Recursos Hídricos (SEMARH, 2011), Aracaju é atendida por quatro sistemas de abastecimento que têm como mananciais superficiais o Rio São Francisco, o Rio Poxim e o Rio Pitanga, bem como a fonte do Ibura como fonte subterrânea. Na Tabela 10 pode ser observada a descrição dos mananciais e seus respectivos sistemas de abastecimento.

Tabela 10. Sistemas, mananciais e tratamento aplicado para as águas fornecidas a Aracaju.

Manancial	Sistema	Tipo de tratamento
Rio São Francisco	Sistema Integrado São Francisco	Tratamento convencional
Rio Poxim	Sistema Integrado Poxim	Tratamento convencional
Fonte do Ibura I (piscina pública) Ibura II (poços profundos)	Sistema Integrado Ibura I e II	Tratamento convencional
Rio Pitanga	Sistema Isolado Cabrita	Tratamento convencional

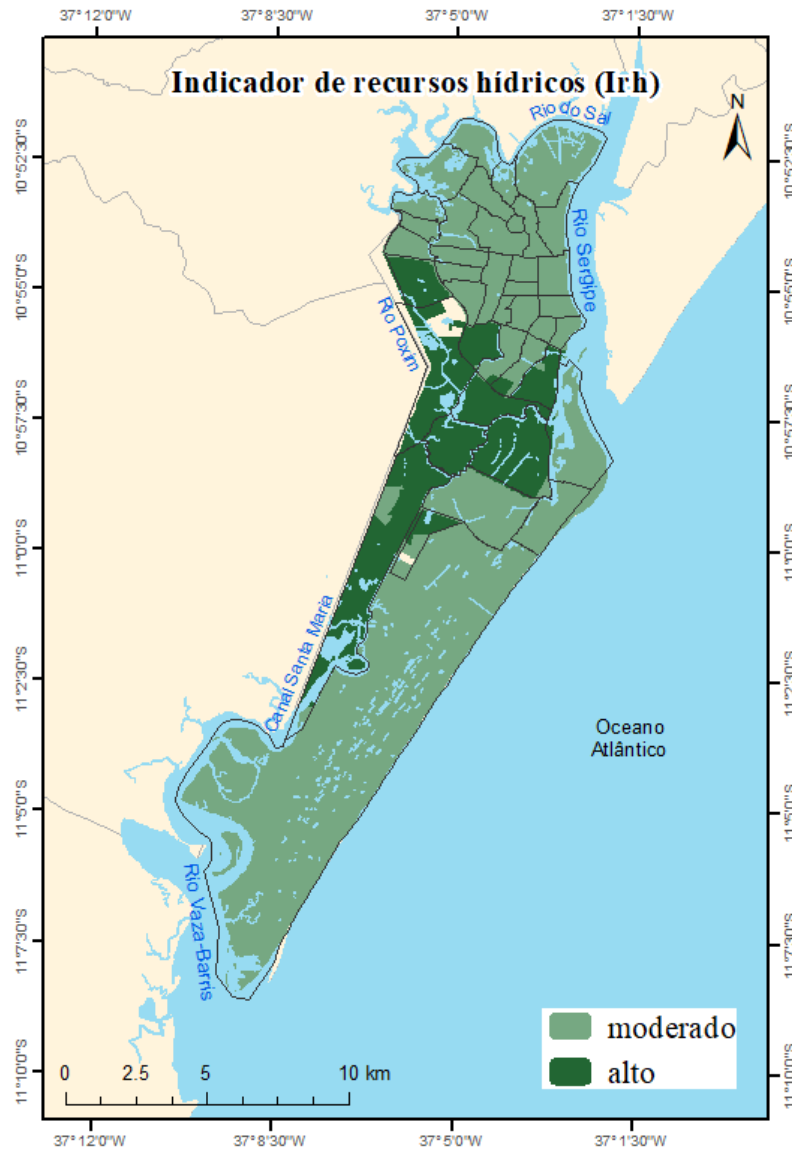
Adaptado de SEMARH (2011).

Com relação aos bairros atendidos por cada manancial, tem-se:

- 1) Rio São Francisco: Bugio, Jardim Centenário, Santos Dumont, José Conrado de Araújo, Novo Paraíso, Siqueira Campos, Treze de Julho, Dezoito do Forte, Cidade Nova, Cirurgia, Suissa, Centro, Getúlio Vargas, Grageru, Industrial, Japãozinho, Lamarão, Luzia, Olaria, Palestina, Pereira Lobo, Porto Dantas, Salgado Filho, Santo Antônio, São José, Soledade e América;
- 2) Rio Poxim: Santa Maria, Jardins, Orlando Dantas, Santo Inácio, São Conrado, Farolândia, Capucho, Inácio Barbosa, Jabotiana, Ponto Novo;
- 3) Ibura I e II: Dezoito do Forte;
- 4) Rio Pitanga: Atalaia, Coroa do Meio, Aeroporto, Zona de Expansão.

Os resultados obtidos para o Indicador de Recursos Hídricos (I_{rh}) podem ser visualizados na Figura 11.

Figura 11. Espacialização dos resultados do Indicador de Recursos Hídricos.

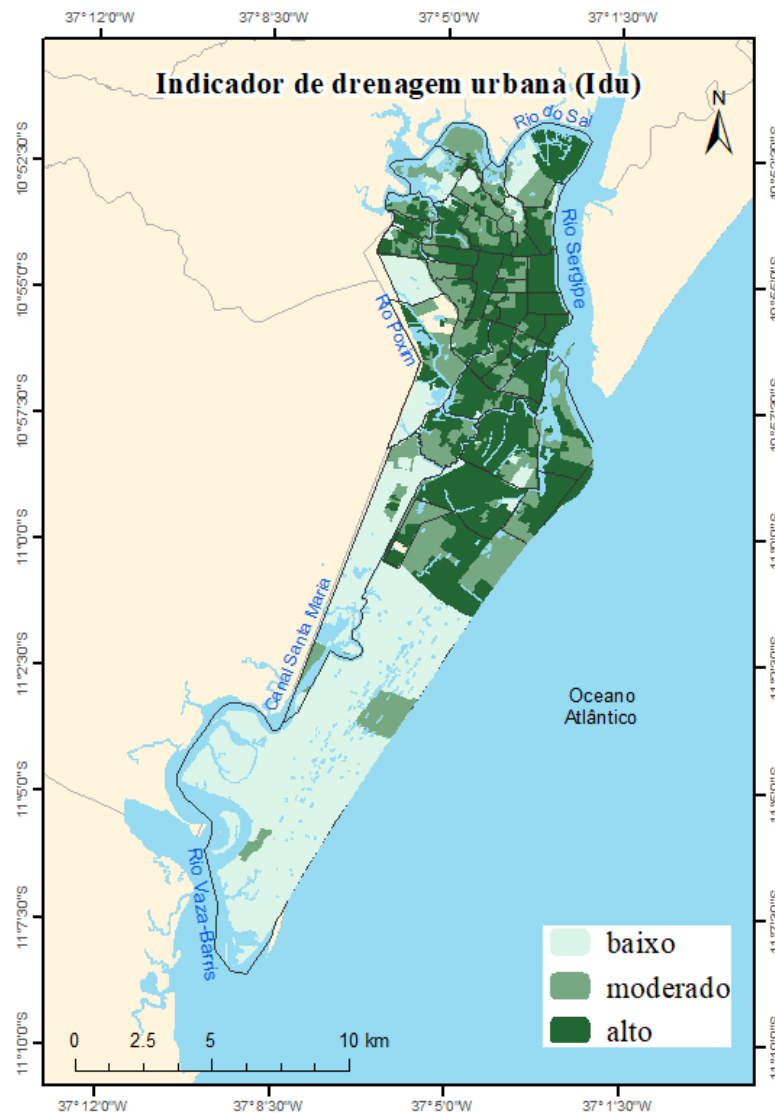


Para o I_{rh} , os valores moderados são referentes aos bairros atendidos pelo Sistema Integrado São Francisco e pelo Sistema Isolado Cabrita, que têm como mananciais o Rio São Francisco e o Rio Pitanga, respectivamente (SEMARH, 2011). Os melhores resultados concentram-se entre as porções oeste e sul da cidade, mais especificamente nos bairros Farolândia, Inácio Barbosa, Jabotiana, Jardins, Ponto Novo, Santa Maria e São Conrado, todos atendidos pelo Sistema Poxim. O desempenho desse indicador está associado, sobretudo, à disponibilidade dos mananciais para o suprimento da demanda futura de água; de modo que o

Sistema Poxim apresentou uma maior capacidade de suprimento para as localidades atendidas quando comparado ao Sistema São Francisco.

No que diz respeito à drenagem urbana, os resultados obtidos pelo cálculo do Indicador de Drenagem Urbana (I_{du}) podem ser visualizados na Figura 12.

Figura 12. Espacialização dos resultados do Indicador de Drenagem Urbana.

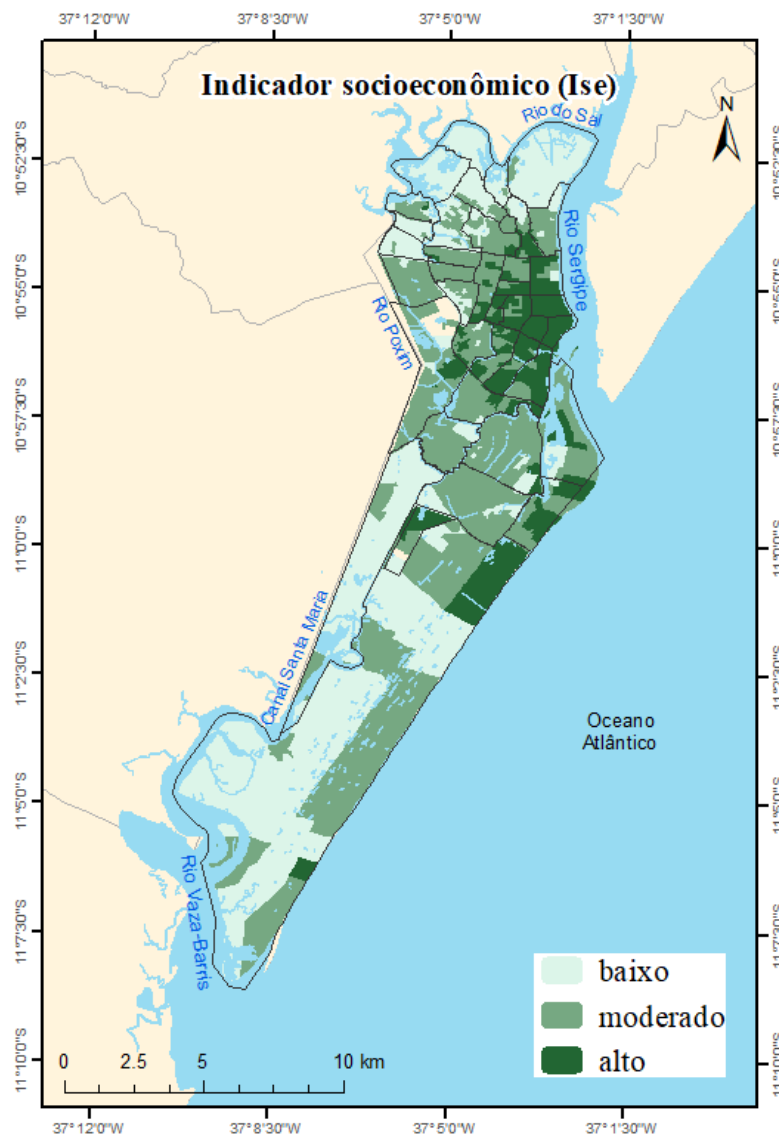


Para o I_{du} , na porção sul, os bairros Santa Maria, Zona de Expansão e parte do Jabotiana concentram setores com valores baixos. O mesmo ocorre na zona norte nos bairros Japãozinho e Soledade. Nota-se que os elementos de infraestrutura das vias urbanas e a pavimentação,

considerados nessa avaliação, estão mais presentes nas áreas centrais e menos nos bairros periféricos. Adicione-se o fato de que o sistema de drenagem é ainda prejudicado por intervenientes como o acúmulo de resíduos sólidos, a ocupação irregular do solo e o aumento de áreas impermeáveis (PEREIRA, 2015). Cabe ressaltar, no entanto, que o I_{du} consiste em uma representação simplificada e não compreende os elementos da drenagem urbana em sua totalidade, uma vez que não leva em consideração a existência dos canais que compõem o sistema de macrodrenagem do município.

No que se refere aos fatores socioeconômicos, os resultados obtidos pelo cálculo do Indicador Socioeconômico (I_{se}) podem ser visualizados na Figura 13.

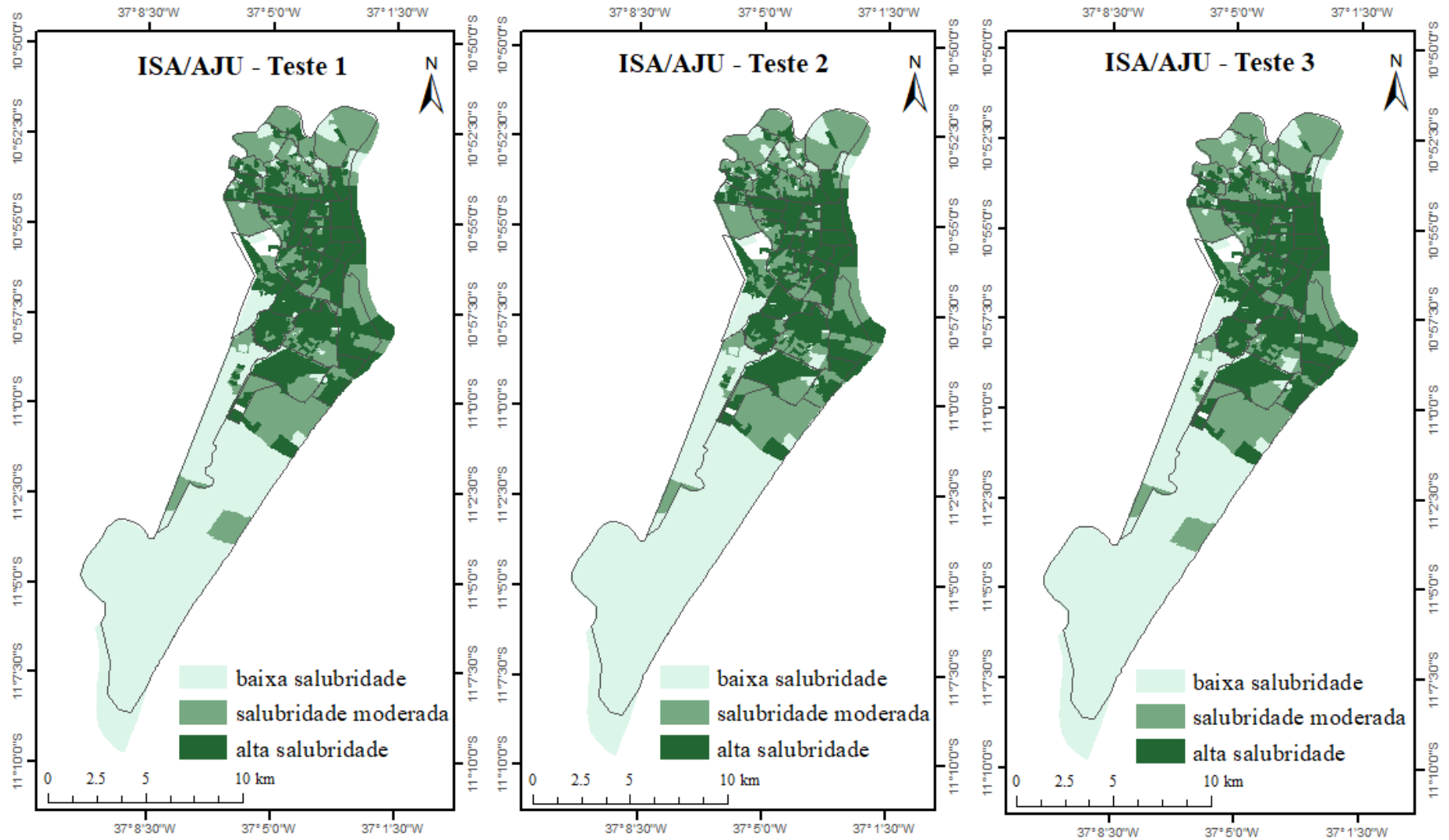
Figura 13. Espacialização dos resultados do Indicador Socioeconômico.



O I_{se} engloba os componentes renda, escolaridade e longevidade a fim de compreender o modo como esses fatores se relacionam a uma melhor qualidade de vida da população. Os setores com valores mais baixos para o I_{se} estão localizados nos bairros Lamarão, Olaria, Porto Dantas e Santa Maria. Em relatório elaborado pela Secretaria Municipal do Planejamento e Orçamento (SEPLAN, 2014), constatou-se que níveis mais baixos de renda e de instrução nos domicílios aparecem com maior frequência nos bairros situados a noroeste e a sudoeste, como é o caso dos bairros supracitados. Os melhores resultados foram identificados nos bairros Centro, Salgado Filho, São José e Treze de Julho, igualmente identificados pelo diagnóstico da SEPLAN como aqueles onde são encontrados os domicílios com a maior concentração de renda e os mais altos níveis de instrução.

A combinação dos indicadores supracitados gerou o Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju. Os resultados dos três testes de ponderação para o ISA/AJU podem ser visualizados na Figura 14.

Figura 14. Espacialização dos resultados dos testes de ponderação para o ISA/AJU.



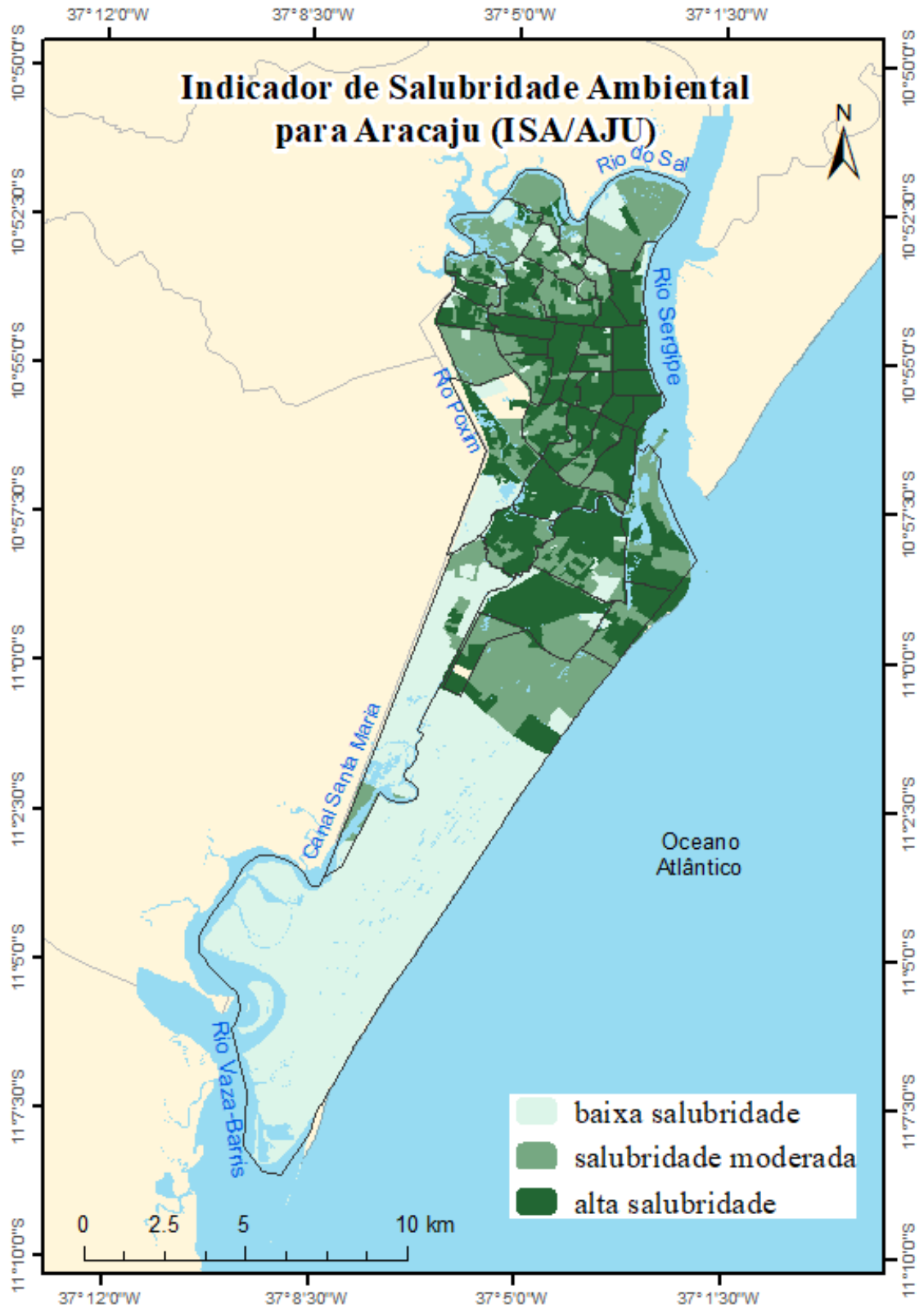
O primeiro e segundo testes de ponderação apresentaram valores muito próximos, de modo que em qualquer uma das ponderações os setores apresentaram resultados semelhantes. O terceiro teste, por sua vez, retornou valores ligeiramente mais baixos devido ao peso maior que foi atribuído ao I_{se} .

Deste modo, considerando os fatores de ponderação referentes ao Teste 2, os resultados da composição final do ISA/AJU são representados na Figura 15. A Tabela 11 apresenta a classificação dos setores que apresentaram os melhores e piores resultados do ISA/AJU.

Tabela 11. Melhores e piores valores do ISA/AJU.

Melhores valores do ISA/AJU		
Posição	Localização do setor	ISA/AJU
1°	Inácio Barbosa	0,93
2°	São José	0,92
3°	Farolândia	0,92
4°	Jabotiana	0,91
5°	Treze de Julho	0,91
6°	Centro	0,91
7°	Suíça	0,90
8°	Treze de Julho	0,89
9°	Inácio Barbosa	0,89
10°	Salgado Filho	0,88
Piores valores do ISA/AJU		
Posição	Localização do setor	ISA/AJU
1°	Santa Maria	0,23
2°	Santa Maria	0,28
3°	Santos Dumont	0,29
4°	Zona de Expansão	0,31
5°	Inácio Barbosa	0,34
6°	Zona de Expansão	0,34
7°	Porto Dantas	0,35
8°	Japãozinho	0,38
9°	Industrial	0,38
10°	Porto Dantas	0,39

Figura 15. Resultado final do Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju.



Os resultados da composição final do ISA/AJU denotam que, de modo geral, as áreas centrais concentram os setores com os valores mais altos para o indicador, portanto, com altos índices de salubridade. Na porção leste da cidade, às margens do Rio Sergipe, concentram-se os setores com classes de renda mais elevada, sobretudo nos bairros Centro, São José e Treze de Julho. Nessa região são identificados os setores com os valores mais altos do ISA/AJU.

Em contraponto, as áreas onde há maior precariedade nos serviços de saneamento, sobretudo de esgotamento sanitário e drenagem urbana, são as áreas mais periféricas que contornam os bairros mais antigos e consolidados. Destacam-se, nesse sentido, os bairros localizados ao norte da cidade: Japãozinho, Lamarão, Porto Dantas, Santos Dumont e Soledade. Nascimento e Araújo (2018), ao analisarem o processo de ocupação dos bairros da porção norte de Aracaju, identificaram que esses bairros vêm recebendo habitações classificadas na modalidade de habitação de interesse social pelo poder público, sob a justificativa de cobrir o déficit habitacional da cidade. No entanto, se por um lado a implantação dos conjuntos habitacionais fornece a moradia, por outro, não proporciona o acesso a infraestrutura urbana, transporte, saneamento e demais serviços públicos nos novos loteamentos. Ademais, alguns destes conjuntos foram instalados em áreas de risco ou em Áreas de Preservação Permanente (APP), com destaque para as margens do Rio do Sal, fato que pode proporcionar danos ao ambiente urbano e às características naturais do meio.

Situação semelhante ocorre na Zona de Expansão localizada na porção sul da cidade. Nota-se que os setores localizados na Zona de Expansão apresentaram resultados baixos para a maioria dos indicadores analisados, implicando em valores igualmente baixos para os resultados finais do ISA/AJU. Esse comportamento deve-se ao fato de esta ser uma das áreas com crescimento urbano mais recente e onde se concentra a maior parte dos vazios urbanos do território municipal (FRANÇA, 2019). Por esse motivo, os vetores de crescimento ainda não são acompanhados pelas infraestruturas adequadas, de modo que os moradores sofrem com a falta de saneamento ambiental e serviços públicos. Adicione-se a complexidade da sua dinâmica ambiental caracterizada pela presença do Rio Vaza-Barris e Canal Santa Maria e de um lençol freático alto que, diante da carência de um sistema adequado de drenagem das águas pluviais, implica em sérios problemas de inundações no período chuvoso.

Atualmente, o processo de expansão urbana em Aracaju tem sido motivado, entre outros fatores, pela busca por amenidades ambientais. Ao analisar o processo recente de produção do espaço urbano no município, Santos (2016) identifica dois processos principais: a valorização

do espaço, com destaque para a atuação do Estado no fomento à segregação socioespacial, e a apropriação da natureza pelo capital imobiliário por meio do atributo “verde”, devido à presença de remanescentes de manguezal sobretudo nas margens do Rio Poxim, nos bairros Farolândia, Inácio Barbosa e Jabotiana. A ocupação nesses bairros é “facilitada” pela disponibilidade de extensas áreas ainda não edificadas, fator de interesse ao mercado imobiliário para a construção de condomínios fechados que precisam de grandes espaços para sua implantação. As margens do Rio Poxim têm sido altamente pressionadas pela construção de condomínios fechados de padrão elevado nesses bairros, empreendimentos estes que por estarem localizados imediatamente às margens do rio, estão facilmente propensos a enchentes quando da ocorrência de eventos extremos de precipitação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados alcançados, fica evidente a viabilidade da aplicação dos indicadores para o diagnóstico das condições de saneamento nas diversas áreas da cidade. As vantagens da utilização do Indicador de Salubridade Ambiental com essa finalidade compreendem fatores como sua fácil aplicabilidade, a possibilidade de analisar as especificidades da cidade e dos setores, bem como a disponibilidade de informações para tal, sobretudo na forma dos dados censitários.

A utilização do ISA/AJU permitiu a classificação dos setores censitários em níveis de salubridade, de modo que foi possível identificar as regiões da cidade de Aracaju onde se concentram os melhores e os piores índices de atendimento e prestação dos serviços de saneamento. Essas informações podem ser bastante úteis para a definição de áreas prioritárias para receberem ações de melhorias nas infraestruturas do saneamento com vistas à promoção da saúde da população e da qualidade ambiental urbana.

Nesse sentido, foram identificadas como de maior deficiência as áreas periféricas da cidade de Aracaju, com destaque para os extremos norte e sul. A drenagem urbana e o fator socioeconômico foram apontados como as principais deficiências do município.

Cabe destacar que neste estudo foram avaliadas as condições de salubridade ambiental sob o aspecto da oferta dos serviços de saneamento, não tendo sido avaliada a qualidade da prestação desses serviços. Ressalta-se, contudo, a importância desse diagnóstico bem como da utilização dos indicadores enquanto ferramenta de controle e monitoramento de políticas públicas, uma vez que, embora seja uma metodologia que consiste em um processo de simplificação da realidade, sua aplicação apresenta bons resultados tal como a comparabilidade entre diferentes áreas e diferentes recortes temporais.

Compreende-se que, assim como qualquer estudo científico, este estudo também apresenta suas limitações. Um aspecto relevante diz respeito à defasagem dos dados censitários, haja vista o atraso na realização das pesquisas subsequentes à utilizada. No entanto, o diagnóstico realizado pode ser utilizado como base para a realização de um novo diagnóstico, de posse de dados mais recentes, bem como para o estabelecimento de metas para a salubridade do município.

Sugere-se para estudos futuros que sejam incorporadas outras variáveis que avaliem demais aspectos relacionados à salubridade ambiental como, por exemplo, a localização topográfica do domicílio, a existência de vegetação e áreas permeáveis, o conforto térmico e a

proximidade ao corpo hídrico, visto que as áreas onde foram observadas as maiores deficiências nos aspectos avaliados estão localizadas no entorno dos rios urbanos. Cabe, portanto, analisar a relação entre a proximidade do corpo hídrico e os índices de salubridade ambiental dos setores.

Os resultados obtidos neste estudo representam um retrato das disparidades que podem ser identificadas num mesmo território, aqui expressas sob o aspecto da salubridade ambiental. O ISA/AJU pode, então, ser aplicado como uma ferramenta de suporte à decisão na definição de prioridades de implantação de medidas de saneamento, visando o atendimento das demandas das diversas áreas da cidade. Entende-se, portanto, que a proposta do Indicador de Salubridade Ambiental para Aracaju pode contribuir para a construção de políticas públicas que considerem uma articulação entre o desenvolvimento da cidade e a manutenção da qualidade ambiental e do bem-estar social.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. M.; DALTRO FILHO, J. Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) como ferramenta de análise da salubridade do ambiente da Comunidade Saramém-Brejo Grande/SE. *Revista Scientia Plena*, v. 11, n. 11, 2015.
- ANJOS, K. L. dos. Mercado imobiliário de aluguel em áreas pobres e as transformações urbanas e ambientais. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco. 286p. 2013.
- ARACAJU. Divisão espacial dos bairros do município de Aracaju. Núcleo de Geoprocessamento - Prefeitura Municipal de Aracaju. Aracaju, 2013.
- ARAGÃO, R.; CRUZ, M. A. S.; CORREIA, E. C. O.; MACHADO, L. F. M.; FIGUEIREDO, E. E. Impacto do uso do solo pelo aumento da densidade populacional sobre o escoamento numa área urbana do Nordeste Brasileiro via geotecnologias e modelagem hidrológica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, n. 02, p. 543-557, 2017.
- BARBOZA, N. Em busca de imagens perdidas: Centro Histórico de Aracaju 1900-1940. Aracaju: Fundação Cultural Cidade de Aracaju, 1992.
- BARROS FILHO, M. N. M. As múltiplas escalas da diversidade intraurbana: uma análise de padrões socioespaciais no Recife (Brasil). Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco. 296p. 2006.
- BARROS FILHO, M. N. M. Escalas da diversidade intraurbana. Recife: Editora do autor. 340p. 2009.
- BATALHA, B. L. Glossário de Engenharia Ambiental. Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasília: 1986. 119 p.
- BATISTA, M. E. M. Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para a gestão urbana baseado em indicadores ambientais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba. 87p. 2005.
- BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. da. O modelo ISA/JP – indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. v.11, n. 1, p. 55-64. 2006.

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

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 1988.

BRASIL. Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 18.fev.2020.

BUCKLEY, C. F. O.; DALTRO FILHO, J. Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA para análise de empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial – PAR em Aracaju/SE. *Revista DAE*. n. 189, p. 16-25. 2012.

CALIJURI, M. L.; SANTIAGO, NA. F.; CAMARGO, R. A.; MOREIRA NETO, R. F. Estudo de indicadores de saúde ambiental e de saneamento em cidade do Norte do Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. v.14, n.1. p. 19-28. 2009.

CASSETI, V. Ambiente e apropriação do relevo. Contexto: São Paulo, 1991.

CHAN, J. K. H. The ethics of working with wicked urban waste problems: the case of Singapore’s Semakau Landfill. *Landscape and Urban Planning*. v. 154, p. 123–131. 2016.

CONESAN – Conselho Estadual de Saneamento. ISA - Indicador de Salubridade Ambiental. Manual Básico. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. São Paulo, 1999.

COBBINAH, P. B.; POKU-BOANSI, M.; PEPRAH, C. Urban environmental problems in Ghana. *Environmental Development*. v. 23, p. 33-46. 2017.

CORRÊA, R. L. Processos, formas e interações espaciais. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 61, n. 1, p. 127-134, 2016.

COSTA, S. G. F.; GADELHA, C. L. M.; FILGUEIRA, H. J. A. Saneamento básico e salubridade ambiental em cidades do litoral do estado da Paraíba. *Revista DAE*. n. 219, v. 67, p. 9-23. 2019.

DIAS, M. C. Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea: estudo em Salvador, Bahia. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2003.

DIAS, M. C.; BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: um estudo em Salvador - Bahia. Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 9, n. 1, p. 82-92. 2004.

DUARTE, A. D. Indicador de Salubridade Ambiental para Avaliação de Áreas Urbanas: um estudo de caso no Agreste Pernambucano. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco. 68p. 2018.

DUARTE, A. D.; BEZERRA, S. T. M.; GONÇALVES, E. A. P. Environmental health indicator for the evaluation of neighborhoods in urban areas: a case study in Caruaru (PE), Brazil. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. v.56, n.1. p. 166-179. 2021.

FRANÇA, V. L. A. Aracaju: estado e metropolização. São Cristóvão (SE): Editora UFS, Aracaju, SE: Fundação Oviêdo Teixeira, 1999. 251p.

FRANÇA, S. L. A. Direito à cidade e expansão urbana: interferência do Plano Diretor na atuação dos agentes produtores do espaço em Aracaju-SE, Brasil. Revista de Direito da Cidade. vol. 11, nº 4, p. 84-113. 2019.

GRIMM, N. B. et al. Global Change and the Ecology of Cities. Science, v. 319, p. 756-760, 2008.

GUIMARAES, E. F. Modelo inclusivo para a universalização do saneamento básico em áreas de vulnerabilidade social. Tese (Pós-graduação em ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos. SP, 2015.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.) Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte – MG: Ed. UFMG, 859 p. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios. Resultados da amostra. IBGE, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <
https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoess_por_setor_censitario_u_niverso_censo_2010.pdf>. Acesso em: 18.set.2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2020. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2020. Disponível

em:<https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2020/estimativa_dou_2020.pdf>. Acesso em: 09.jan.2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Manual do Saneamento Básico: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica. 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manualimprensa.pdf>>. Acesso em: 12.set.2020.

JENKS, G. F. Optimal data classification for choropleth maps: Occasional Paper. n. 2, Department of Geography, University Kansas, 1977, 24 p.

LUCK, M.; WU, J. A. Gradient analysis of the landscape pattern of urbanization in the Phoenix metropolitan area of USA. *Landscape Ecology*, v. 17, p. 327-339, 2002.

MARCONDES, M. J. A. Cidade e natureza: proteção dos mananciais e exclusão social. Studio Nobel/Edusp/Fapesp: São Paulo, 1999.

MARICATO, E. Metr pole, legisla o e desigualdade. *Estudos Avançados*, v. 17, n. 48, p.151-162, 2003.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO. G. A. Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Urbana: Os desafios do processo de Mensura o, Análise e Monitoramento. *Revista Sustentabilidade em Debate*, v. 6, 138-154 p., 2015.

NASCIMENTO, M. M. P.; ARAUJO, H. M. de. A urbaniza o extensiva de Aracaju e a forma o de novos aglomerados habitacionais: avalia o a partir da desagrega o de dados dos CENSOS/ IBGE. *Caderno de Geografia*, v.28, n.52, 2018.

NIEMEIJER, D.; GROOT, R. S. A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecological Indicators*. v. 8, p. 14-25. 2008.

NOGUEIRA, A. D. Análise sint tico-espacial das transforma es urbanas de Aracaju (1855 – 2003). Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, 365 p. 2004.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. *Environmental Indicators for Agriculture: Volume 1 Concepts and Frameworks*. 45p. OECD, Paris, 1999.

OMS – Organiza o Mundial da Saúde. O Direito    gua. Gabinete do Alto Comissário para os Direitos Humanos (ACNUDH), Centro sobre Direitos   Habitac o e Despejo (COHRE), Water Aid, Centro de Direitos Econ micos, Sociais e Culturais, 2003.

PEREIRA, F. D. S. Os desafios entre a drenagem urbana e os resíduos sólidos: o caso de Aracaju/SE. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe. 192 p. 2015.

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico - Microrregião de Saneamento Básico 1 - Aracaju. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano. 564 p. Aracaju, Sergipe, 2014.

PORTO, F. A cidade do Aracaju (1985-1965): ensaio da evolução urbana. Vol II, Coleção Estudos Sergipanos: Aracaju, 1945.

ROCHA, L. A. Indicador de Salubridade Ambiental para Campina Grande (ISA/CG): Adaptações e aplicações. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) Campina Grande-PB, 2016.

ROCHA, L. A.; RUFINO, I. A. A.; BARROS FILHO, M. N. M. Indicador de Salubridade Ambiental para Campina Grande, PB: adaptações, desenvolvimentos e aplicações. Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 24, n. 2, p. 315-326. 2019.

RUFINO, I. A.; GALVÃO, A. O.; RÊGO, J. C.; ALBUQUERQUE, J. P. T. Water resources and urban planning: the case of a coastal area in Brazil. Journal of Urban and Environmental Engineering. v.3, n.1, p. 32-42. 2009.

SANTOS, C. D. do. A formação e produção do espaço urbano: discussões preliminares acerca da importância das cidades médias para o crescimento da rede urbana brasileira. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 5, n. 1, p. 177-190, 2009.

SANTOS, N. C. A produção do espaço urbano e as transformações Socioespaciais no bairro Jabutiana, Aracaju/SE (2001 a 2014). Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba. 161 p. 2016.

SANTOS, W. R. de A. Práticas e apropriações na construção do urbano na cidade de Aracaju/SE. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 144 p. 2007.

SANTOS, W. R. de A.; VARGAS, M. A. M. Apropriações na construção do urbano na cidade de Aracaju/SE. Scientia Plena, v.3, p.117-123, 2007. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1196>>. Acesso em: novembro de 2019.

SCHMITT, R.; MORGENROTH, E.; LARSEN, T. A. Robust planning of sanitation services in urban informal settlements: An analytical framework. *Water Research*. v. 110, p. 297-312. 2017.

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. SEMARH: Aracaju, 2016.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Diagnóstico Qualitativo da Gestão Integrada das Águas Urbanas da Região Metropolitana de Aracaju. 54 p. SEMARH: Aracaju, 2011. Disponível em: <https://www.semarh.se.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/gestao_integrada_aguas_urbanas_aracaju.pdf>. Acesso em: out.2019.

SEPLAN – Secretaria Municipal do Planejamento e Orçamento. Diagnóstico da cidade de Aracaju – Relatório Final. Prefeitura Municipal de Aracaju. 330 p. 2014.

SERGIPE. Lei Nº 2.825 de 23 de julho de 1990. Delimita espaço físico como área constitutiva de “paisagem natural notável” e de especial proteção ambiental. Aracaju, 1990. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Lei/1990/lei_se_2825_1990_uc_areadepaisagemnaturalnotavel_se.pdf>. Acesso em: outubro de 2019.

SILVA, D. A. da. Nos(dos) meandros ambientais: A natureza das águas urbanas em Aracaju. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe. 193p. São Cristóvão, 2016.

SILVA, G. J. A.; SILVEIRA, J. A. R.; SILVA, M. D. A cidade em dispersão. In: Lugares e suas interfaces intraurbanas: transformações urbanas e periferização. João Pessoa: Editora da UFPB. 401p. 2016.

SILVA, J. C. B. da. Aracaju e outros temas sergipanos. Aracaju: FUNDEC, 1992.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019. 190 p. Brasília - DF, 2020.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019. 246 p. Brasília - DF, 2020.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Do SNIS ao SINISA - Informações para o planejar o Saneamento Básico. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/cadernos/2019/DO_SNIS_AO_SINISA_SANEAMENTO_BASIC0_SNIS_2019.pdf>. Acesso em: 09.jan.2021.

SOUZA, M. C. C. A. Análise das condições de salubridade ambiental intra-urbana em Santa Rita-PB. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J. F.; SALTIGANO, A. F. Indicador de salubridade ambiental: variações da formulação e usos do indicador no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 23, n. 3. p. 543-556. 2018.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados, v. 22, n. 63. São Paulo, 2008.

VILAR, J. W. C. Problemas socioambientais da periferia de Aracaju. In: ARAÚJO, H. M. (Org.). O ambiente urbano: visões geográficas de Aracaju. Departamento de Geografia da UFS, p. 89-113. 2006.

VON SCHIRNDING. Health in sustainable development planning: the role of indicators. Geneva: World Health Organization, 2002.

WANDERLEY, L. de L. A dinâmica geomorfológica e urbano-ambiental do sistema flúviomarinho do rio Sergipe - rio Poxim, em Aracaju, Sergipe, Nordeste do Brasil. Geonordeste, Ano XXIV, n.2, 2013.

WU, J.; JENERETTE, G. D.; BUYANTUYEV, A.; REDMAN, C. L. Quantifying spatiotemporal patterns of urbanization: The case of the two fastest growing metropolitan regions in the United States. Ecological Complexity, v. 8, p. 1-8, 2011.