



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOCIMAR COUTINHO RODRIGUES JÚNIOR

**CONDIÇÕES SANITÁRIO-AMBIENTAIS EM ÁREAS DE MORROS URBANOS DA
ZONA NORTE DO RECIFE: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL COM UTILIZAÇÃO DE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA E
GEOESPACIALIZAÇÃO**

RECIFE

2022

JOCIMAR COUTINHO RODRIGUES JÚNIOR

**CONDIÇÕES SANITÁRIO-AMBIENTAIS EM ÁREAS DE MORROS URBANOS DA
ZONA NORTE DO RECIFE: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL COM UTILIZAÇÃO DE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA E
GEOESPACIALIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de Concentração: Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Luiz Ribeiro de Paiva

Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Motteran

RECIFE

2022

Catálogo na fonte:
Bibliotecário Carlos Moura, CRB-4 / 1502

- R696c Rodrigues Júnior, Jocimar Coutinho.
Condições sanitário-ambientais em áreas de morros urbanos da Zona Norte do Recife: aplicação do índice de salubridade ambiental com utilização de estatística multivariada e geoespacialização. / Jocimar Coutinho Rodrigues Júnior. – 2022.
121 f.: il.
- Orientador: Prof. Dr. Anderson Luiz Ribeiro de Paiva.
Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Motteran.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2022.
Inclui referências.
1. Engenharia civil. 2. Planejamento urbano. 3. Saneamento ambiental.
4. Saúde ambiental. 5. Gestão do saneamento. 6. Recife. I. Paiva, Anderson Luiz Ribeiro de (orientador). II. Motteran, Fabrício (coorientador). III. Título.

624 CDD (22. ed.)

UFPE
BCTG/2022-66

JOCIMAR COUTINHO RODRIGUES JÚNIOR

**CONDIÇÕES SANITÁRIO-AMBIENTAIS EM ÁREAS DE MORROS URBANOS DA
ZONA NORTE DO RECIFE: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL COM UTILIZAÇÃO DE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA E
GEOESPACIALIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de Concentração: Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Aprovada em 24/02/2022

BANCA EXAMINADORA

participação por videoconferência

Prof. Dr. Anderson Luiz Ribeiro de Paiva (orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

participação por videoconferência

Prof. Dr. Victor Hugo Rabelo Coelho (examinador externo)
Universidade Federal da Paraíba

participação por videoconferência

Prof. Dr. Roberto Quental Coutinho (examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

participação por videoconferência

Prof.^a Dr.^a Leidjane Maria Maciel de Oliveira (examinadora interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico à minha mãe, Lucenir Lista de Oliveira, por ser a força estrutural da minha família e pelo apoio sempre concedido.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Lucenir Lista de Oliveira, por ser a maior inspiração na minha vida e na vida das minhas irmãs, por ser a base da nossa família e sempre acreditar nos nossos sonhos. Por passar força e resiliência em todos os momentos necessários.

Às minhas irmãs Kíscella, Layla e Lowranna, por serem o meu apoio em todos os momentos, por acreditarem em mim e, darem sustentação para os sonhos da nossa família.

Ao meu pai, Jocimar Coutinho Rodrigues (*in memoriam*), por ser o grande pai que sempre me apoiou e passou tranquilidade, mesmo com todas as dificuldades.

À minha família de Rondônia, Lista de Oliveira, por proporcionar sustentação durante toda a minha vida.

Ao meu orientador, Professor Dr. Anderson Paiva, por todos os ensinamentos, paciência e incentivo. Por confiar no meu trabalho, nas ideias apresentadas, por acreditar nos resultados e por todas as oportunidades concedidas.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Fabrício Motteran, por apoiar todo o trabalho e sempre incentivar as ideias. Por toda a ajuda realizada nos trabalhos e pela confiança depositada.

A Professora Dra. Leidjane Oliveira, pela oportunidade concedida durante o estágio à docência, pelo grande incentivo nas pesquisas e trabalhos. Por passar tranquilidade para todos os alunos e sempre estar disposta a ajudar.

Ao Professor Dr. Roberto Coutinho e a toda a equipe do Projeto Água nos Morros (PSAM), pela oportunidade concedida e pelo apoio.

Ao meu amigo do PPGEC, Adalberto Filho, por toda a ajuda em Recife, pelo apoio, por estar sempre disposto a ajudar em todos os momentos, nas disciplinas, atividades em campo e nas pesquisas. À minha amiga do PPGEC, Sayonara Costa, pelo acolhimento em Recife, pela ajuda e todo o apoio concedido, por ser paciente e sempre à disposição. Ao meu amigo Lucas Tardelly pelo apoio, parceira nas atividades e compartilhamento de informações.

À minha família de Sergipe, Renan, Matheus, Naiara, Fernanda, Maiara, Cris, Daniella por serem meu refúgio e por estarem sempre presentes.

Ao PPGEC e a UFPE, pela oportunidade concedida.

À FACEPE pelo apoio concedido.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001".

“É preciso sempre lembrar que saneamento é uma atividade de saúde preventiva [...]”.
(WARTCHOW, 2017).

RESUMO

O desenvolvimento urbano de áreas de vulnerabilidade nos municípios brasileiros ocasionou impactos ambientais significativos, que estão relacionados com as diversas problemáticas referentes as questões sanitárias. Nesse sentido, o crescimento dos bairros da zona Norte do Recife, não foge desta regra, onde houve um grande aumento populacional e um processo de urbanização que ocorreu com a ausência de adequação dos serviços de saneamento, resultando em prejuízos pertinentes para os recursos ambientais e saúde pública. Diante disso, o presente trabalho possui como objetivo aplicar um Índice de Salubridade Ambiental (ISA) nos bairros das áreas de morros urbanos da zona Norte do Recife, com a utilização de análise de agrupamentos e geoespacialização. No estudo, foram selecionados 20 bairros da região e realizado o levantamento de informações em diversos bancos de dados e em pesquisas de campo. Foram utilizados indicadores acerca dos componentes de esgotamento sanitário, abastecimento de água, resíduos sólidos, drenagem urbana, infraestrutura urbana, saúde pública e aspectos socioeconômicos, para compor a estimativa do ISA. Foi efetuada uma análise de agrupamentos, com base no método de Ward, a partir dos resultados dos indicadores, de modo a analisar o comportamento dos mesmos e obter grupos de bairros que possuem valores de variáveis envolvidas mais similares entre si, bem como uma avaliação geoespacializada de indicadores. Com os resultados alcançados, foram obtidos valores de ISA, que apontam uma salubridade média, além de agrupamentos que indicam uma união entre determinados bairros para os indicadores em questão. Os bairros de Cajueiro e Porto da Madeira apresentaram maiores valores do ISA, sendo 65,91 e 63,96, respectivamente, enquanto os menores valores foram apresentados no bairro de Vasco da Gama com 52,15 e Passarinho com 50,21. Ademais, os principais déficits registrados consistem no irregular acesso de esgotamento sanitário pela rede pública, que em grande parte dos bairros, menos de 17% dos domicílios são atendimentos e, na presença mínima de uma rede de drenagem urbana, em que na maioria dos bairros, existe menos de 10% de domicílios que possuem dispositivos de drenagem nas proximidades. A análise de grupamentos apontou que em grande parte dos indicadores, o bairro de Cajueiro foi enquadrado em um grupo isolado, relevando uma variação maior nos indicadores do ISA, em relação aos outros bairros. Deste modo, há necessidades de intervenção principalmente nos bairros mais afetados por ineficiências nos serviços de coleta de esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, estruturas das vias urbanas, dentre outros, com a finalidade de mitigar os impactos ambientais. Assim, estes resultados podem ser utilizados no planejamento urbano e sanitário dos locais em estudo, sob a finalidade de adequação dos referidos serviços de saneamento.

Palavras-chave: planejamento urbano; saneamento ambiental; saúde ambiental; gestão do saneamento; Recife.

ABSTRACT

The urban development of vulnerable areas in Brazilian municipalities has caused significant environmental impacts, which are related to the various problems related to sanitation issues. In this sense, the growth of neighborhoods in the Northern Zone of Recife is no exception to this rule, where there was a large population increase and an urbanization process that occurred with the absence of adequate sanitation services, resulting in relevant damage to environmental resources and public health. In view of this, the present work aims to apply an Environmental Salubrity Index (ISA) in the neighborhoods of urban hillsides areas in the Northern Zone of Recife, using cluster analysis and geospatialization. In the study, 20 neighborhoods in the region were selected and information was collected from several databases and field research. Indicators on the components of sanitary sewage, water supply, solid waste, urban drainage, urban infrastructure, public health and socioeconomic aspects were used to compose the ISA estimate. A cluster analysis was carried out, based on the Ward method, from the results of the indicators, so that it is possible to analyze their behavior and obtain groups of neighborhoods that have values of variables involved more similar to each other, as well as a geospatialized evaluation of indicators. With the results obtained, ISA values were obtained, which indicate an average salubrity, in addition to clusters that indicate a union between certain neighborhoods for the indicators in question. The neighborhoods of Cajueiro and Porto da Madeira presented higher ISA values, being 65.91 and 63.96, respectively, while the lowest values were presented in the neighborhood of Vasco da Gama with 52.15 and Passarinho with 50.21. In addition, the main deficits registered consist in the irregular access to sanitary sewage by the public network, which in most neighborhoods, less than 17% of the households are served and, in the minimum presence of an urban drainage network, in which in most neighborhoods, there are less than 10% of households that have drainage devices nearby. The grouping analysis pointed out that in most of the indicators, the neighborhood of Cajueiro was framed in an isolated group, revealing a greater variation in the ISA indicators, in relation to the other neighborhoods. Thus, there is need for intervention mainly in the neighborhoods most affected by inefficiencies in sanitary sewage collection services, drinking water supply, urban road structures, among others, in order to mitigate environmental impacts. Thus, these results can be used in urban and sanitary planning of the places under study, with the purpose of adequacy of these sanitation services.

Keywords: urban planning; environmental sanitation; environmental health; sanitation management; Recife.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Atendimento de abastecimento de água no Brasil, em 2019.	31
Figura 2 -	Atendimento de coleta de esgoto no Brasil, em 2019.	32
Figura 3 -	Linha temporal dos marcos nacionais para o saneamento.	33
Figura 4 -	Ocupações em áreas sem saneamento básico, em Manaus/AM (esquerda) e Porto Velho/RO (direita).	43
Figura 5 -	Ocupações comuns em áreas de encostas e morros, em Campos do Jordão/SP (acima) e Nova Friburgo/RJ (abaixo).	43
Figura 6 -	Ocupação habitacional na zona Norte do Recife.	45
Figura 7 -	Etapas dos procedimentos metodológicos.	47
Figura 8 -	Localização do município do Recife e da área em estudo.	49
Figura 9 -	Localização dos bairros selecionados para estudo, na zona norte do Recife.	50
Figura 10 -	Esquema do método Ward.	67
Figura 11 -	Caixa d'água para coletar água pluvial em Nova Descoberta.	73
Figura 12 -	Reservatório Jiquiri, situado no bairro de Brejo da Guabiraba.	74
Figura 13 -	Vazamento na rede de distribuição registrado no bairro de Dois Unidos, e remais da rede de distribuição presentes em escadaria.	74
Figura 14 -	Esgoto em canal no bairro Nova Descoberta (à esquerda) e no bairro Brejo da Guabiraba (à direita).	78
Figura 15 -	Abrangência da coleta de efluentes doméstico por sistema de rede de esgotamento ou água pluvial.	79
Figura 16 -	Resíduos depositados em canais, no bairro de Fundão.	82
Figura 17 -	Acúmulo de resíduos no bairro de Nova Descoberta.	83
Figura 18 -	Presença de ecopontos ou ecoestações nos bairros.	84
Figura 19 -	Boca de lobo comum no bairro de Dois Unidos.	86
Figura 20 -	Estrutura de drenagem urbana no bairro de Água Fria.	86
Figura 21 -	Sarjetas nas escadarias dos bairros de Dois Unidos (à esquerda) e Vasco da Gama (à direita).	87
Figura 22 -	Quantitativo de bocas de lobos ou bueiros nas proximidades dos domicílios.	88
Figura 23 -	Poste com iluminação pública em Vasco da Gama.	91

Figura 24 - Corrimãos de escadarias em Vasco da Gama e Córrego do Jenipapo.	91
Figura 25 - Presença de postos ou unidades de saúde nos bairros.	95
Figura 26 - ISA Final para os bairros.	97
Figura 27 - Valores finais do ISA para os bairros.	98
Figura 28 - Agrupamentos para os valores finais dos componentes do ISA.	100
Figura 29 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IAB.	101
Figura 30 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IES.	102
Figura 31 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IRS.	103
Figura 32 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IDU.	104
Figura 33 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IIU.	105
Figura 34 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do ISE.	107
Figura 35 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do ISP.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Elementos que compõem o saneamento ambiental de forma geral.	23
Tabela 2 - Principais patologias relacionadas com o saneamento ambiental.	24
Tabela 3 - Doenças relacionadas com o contato com a água e veiculação hídrica.	26
Tabela 4 - Indicadores e subindicadores propostos pelo CONASAN.	35
Tabela 5 - Pesos dos indicadores do ISA.	37
Tabela 6 - Trabalhos realizados em diferentes locais com adaptações do ISA.	38
Tabela 7 - Orientações para aplicação do ISA proposto pelo CONESAN.	40
Tabela 8 - População e área dos bairros em estudo.	50
Tabela 9 - Indicadores e suas variáveis para cálculo do ISA.	54
Tabela 10 - Classificação do ISA.	58
Tabela 11 - Componentes do índice de atendimento de água.	70
Tabela 12 - Componentes do indicador de abastecimento de água e recursos hídricos.	71
Tabela 13 - Componentes do índice de destinação de efluentes (IDE).	75
Tabela 14 - Componentes do indicador de esgotamento sanitário.	77
Tabela 15 - Componentes do índice de destinação de resíduos (IDRS).	80
Tabela 16 - Componentes do indicador de resíduos sólidos.	81
Tabela 17 - Componentes do Indicador de Drenagem Urbana.	85
Tabela 18 - Componentes do indicador de infraestrutura urbana.	88
Tabela 19 - Componentes do indicador socioeconômico.	92
Tabela 20 - Componentes do indicador de saúde pública.	93
Tabela 21 - Índice de Salubridade Ambiental final dos bairros.	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
ISA	Índice de Salubridade Ambiental
IAB	Indicador de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos
IES	Indicador de Esgotamento Sanitário
IRS	Indicador de Resíduos Sólidos
IDU	Indicador de Drenagem Urbana
ISE	Indicador Socioeconômico
IIU	Indicador de Infraestrutura Urbana
ISP	Indicador de Saúde Pública
IAA	Índice de atendimento de água
IQAR	Índice de qualidade da água da rede
IFA	Índice de frequência de abastecimento
IQRAB	Índice de qualidade da rede de abastecimento
IDE	Índice de destinação de efluentes
IEEV	Índice de esgotamento a céu aberto escoando nas vias
IABH	Índice de acesso a banheiros
IDRS	Índice de destinação de resíduos sólidos
IPEV	Índice de pontos de entrega voluntária ou similares
IVR	Índice de limpeza de ruas e escadarias
IBL	Índice de existência de bocas de lobo ou bueiro
ICDU	Índice de conservação dos dispositivos de drenagem urbana
IMED	Índice de medidas de emergência de avisos e controle de alagamentos e deslizamentos
IEE	Índice de acesso à energia elétrica
IQCE	Índice de qualidade e segurança das escadarias e vias
IPA	Índice de pavimentação
ICAL	Índice de calçadas
IUP	Índice de existência de iluminação pública
IAR	Índice de arborização
IRA	Índice de rampa de acessibilidade para cadeirante
IEA	Índice de alfabetização

IRF	Índice de renda familiar
ID	Incidência de dengue
IZ	Incidência de zica
ICH	Incidência de chikungunya
IUS	Índice de presença de unidades de saúde
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVO	20
2.1	Objetivos específicos	20
3	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1	Saneamento ambiental e saneamento básico	21
3.1.1	DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO	23
3.2	Desenvolvimento do saneamento no Brasil	27
3.3	Índice de Salubridade Ambiental (ISA)	34
3.3.1	INDICADORES DE SALUBRIDADE E CRITÉRIOS	35
3.4	Desenvolvimento e ocupação espontânea de áreas urbanas	41
3.5	O Recife e a ocupação de áreas espontâneas	44
4	METODOLOGIA	47
4.1	Área de estudo: morros urbanos de Recife	47
4.2	Aplicação do Índice de Salubridade Ambiental - ISA	51
4.2.1	COMPONENTES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – IAB	58
4.2.2	COMPONENTES DE COLETA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – IES	59
4.2.3	COMPONENTES DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – IRS	60
4.2.4	COMPONENTES DE DRENAGEM URBANA – IDU	60
4.2.5	COMPONENTES DE INFRAESTRUTURA URBANA – IIU	61
4.2.6	COMPONENTES DE FATORES SOCIOECONÔMICOS – ISE	62
4.2.7	COMPONENTES DE SAÚDE PÚBLICA – ISP	62
4.3	Análise estatística multivariada	63
4.4	Diagnóstico espacializado de aspectos e elaboração de mapas temáticos	67
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
5.1	Análise do Índice de Salubridade Ambiental	69
5.1.1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS	69
5.1.2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	75
5.1.3	RESÍDUOS SÓLIDOS	79
5.1.4	DRENAGEM URBANA	84

5.1.5	INFRAESTRUTURA URBANA	88
5.1.6	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	92
5.1.7	SAÚDE PÚBLICA	93
5.1.8	ISA FINAL	95
5.2	Análise de agrupamentos	99
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
	REFERÊNCIAS	111

1 INTRODUÇÃO

De forma geral, o desenvolvimento e crescimento da maior parte das cidades brasileiras, principalmente das metrópoles, ocorreram de maneira acelerada e de forma desordenada, onde o planejamento urbano não levou em consideração as questões de salubridade adequadamente. Com isso, houve grande contribuição para as áreas urbanas se tornarem locais insalubres, que comprometem a saúde e a qualidade de vida dos habitantes (SANTOS, 2004; SANTOS, 2008; STANGANINI; LOLLO, 2018).

As condições sanitárias de uma cidade estão alinhadas com o decorrer do planejamento urbano. O crescimento desalinhado e desordenado impacta diretamente nas condições socioambientais e no saneamento do local. Dessa forma, é de grande relevância uma eficiente infraestrutura de saneamento para acompanhar as necessidades da população, que englobam o desenvolvimento social, cultural, ambiental e econômico (BRASIL, 2011; LIMA *et al.*, 2019).

A ocupação das áreas urbanas, em decorrência da busca por moradias e melhores condições de vida, ocasionam pressão ao meio ambiente. Conforme aponta Rubio Junior (2011), este fato ocorre em razão da utilização dos espaços socio-geográficos sem a infraestrutura necessária para serviços como abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, gestão de resíduos sólidos, manejo de águas pluviais, colaborando para o desenvolvimento de condições insalubres para os habitantes.

O acesso aos serviços de saneamento, bem como a adequada salubridade ambiental deve ser compreendida como um direito humano básico para todos os cidadãos. No Brasil, esse direito é assegurado desde a promulgação da Constituição Federal de 1989, que estabelece como garantia as melhorias nas condições de habitação e saneamento (BRASIL, 1988). Sendo assim, essa é a orientação de diversos órgãos ambientais e de saúde, que desde o final do século XX tem buscado intensificar os debates acerca da universalização e acesso do saneamento e de seus elementos (ZANCUL, 2015; RAUPP *et al.*, 2019).

Segundo Bruschi *et al.* (2002), é relevante o trabalho dos diversos segmentos da sociedade, englobando as devidas competências e atribuições, para que sejam tomadas as corretas decisões para o planejamento ambiental e urbano. Nesse sentido, se deve ressaltar que todo planejamento necessita ser elaborado com representatividade da realidade, para assim, estabelecer as políticas e as possíveis alternativas de ações futuras.

As questões que envolvem as condições sanitárias, estão intrinsecamente relacionadas com as ações do poder público, em esfera municipal, estadual e nacional. A realidade sanitário-

ambiental é, em grande parte, resultado de investimentos e efetuação de políticas públicas voltadas para a área (BRASIL, 2013a; MASSA; CHIAVEGATTO FILHO, 2020).

Sendo assim, no ano de 2007, foi promulgada a Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007), que institui e determina como componentes dos serviços de saneamento básico: o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem urbana de águas pluviais. Dessa forma, foi definido o conceito de saneamento, além de indicar as adequadas condições de salubridade ambiental nos municípios brasileiros.

É necessário salientar que a existência da Política Nacional de Saneamento Básico, na forma da Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), consiste no instrumento legislativo, que busca fornecer aos municípios, maior responsabilidade na administração dos recursos, com a finalidade de implementar medidas que asseguram a salubridade ambiental. Ademais, também se estabelece as diretrizes em todo o território brasileiro, para garantir o saneamento básico, tornando obrigatória a elaboração do Plano de Saneamento Básico.

Deste modo, de acordo com Souza (2010), a salubridade ambiental pode ser compreendida como uma série de ações de saneamento, que buscam assegurar para longos prazos, o correto acesso aos serviços em questão dentro do âmbito do saneamento, bem como proporcionar o bem-estar social da população de uma localidade. Destarte, a salubridade ambiental consiste na qualidade em que uma localidade está inserida, considerando as condições sociais, sanitárias e ambientais.

O gerenciamento do saneamento deve ser realizado por todos os municípios, averiguando as condições de saneamento ambiental. Essa gestão possui a finalidade de promover melhores condições de salubridade para a população, o que acarreta melhores condições de valorização econômica para as cidades e estados.

Acerca do conceito de salubridade ambiental, Foulcalt (1992) atesta que o referido termo não consiste em sinônimo de saúde, mas sim, do estado do espaço, do meio ambiente e de seus respectivos elementos, que beneficiam a saúde coletiva e o bem-estar. Assim, pode ser entendida como a alicerce material e social que tem a capacidade de garantir a melhor saúde possível da população. Portanto, juntamente com a ciência de salubridade ambiental, ocorre a de higiene pública, no que se refere aos serviços de limpeza pública, a correta destinação dos resíduos, esgotamento e demais questões que podem alterar de forma adversa ou benéfica o estado de saúde.

A definição de salubridade ambiental também pode ser estabelecida como a qualidade de higidez, em que determinados habitantes estão inseridos na localidade, tanto na área urbana, quanto na área rural. Essa condição sanitário-ambiental consiste na capacidade do meio de

inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de doenças que são veiculadas pelos agentes do meio ambiente (FUNASA, 2015).

Para compreender a situação da localidade, com base na reunião de informações e dados, pode ser realizada a elaboração de sistemas de indicadores, que para Will e Briggs (1995) se constituem como meios capazes de mensurar a condição real de uma localidade. Com isso, é possível avaliar o desempenho de políticas públicas ao longo do tempo, além de efetuar previsões, podendo ser empregado para avaliar a aplicação de políticas ambientais específicas, como por exemplo, uma política pública de saneamento básico em municípios e estados.

Dentre os indicadores utilizados para averiguar a situação dos serviços de saneamento, o mais empregado tem sido o Índice de Salubridade Ambiental – ISA, que consiste em um modelo elaborado inicialmente pela câmara técnica de planejamento do Conselho Estadual de Saneamento no Estado de São Paulo (CONESAN, 1999). O ISA é aplicado ao conceito já discutido, acerca da salubridade ambiental, tendo como finalidade principal, constatar as condições sanitárias e ambientais em âmbito municipal, identificando e analisando, a abrangência e qualidade dos serviços de saneamento de determinados municípios (BATISTA, 2005).

No que diz respeito ao município do Recife, segundo diversos autores (CASTRO, 1967; GUIMARÃES, 1989), apontam a ocorrência de um desenvolvimento com a presença de diferentes situações de ocupação territorial, que se baseiam nas condições socioeconômicas históricas locais. Com isso, como ocorre em diversas metrópoles brasileiras, Maricato (1995), ressalta a problemática da ocupação irregular e desordenada do solo, que atinge uma quantidade relevante de pessoas, em que o espaço se torna paisagem e cenário de significativas incoerências e desigualdades.

Nesse sentido, na cidade do Recife, se tem a presença de áreas de vulnerabilidade, que se constituem como locais de risco, com um relevo acidentado e sob condições sanitárias indevidas, principalmente localizados na zona norte. Segundo Araújo e Araújo (2005), nos locais de morros urbanos do Recife, ocorrem problemas relacionados as questões socioeconômicas e de condições de vida, que são resultados do irregular crescimento demográfico.

Portanto, a partir dessas considerações, os estudos que englobam a salubridade ambiental são essenciais para amparar o município do Recife e os órgãos responsáveis no que tange o gerenciamento do saneamento. O correto conhecimento da abrangência de serviços em certas localidades do referido município, permite compreender efetivamente a realidade do saneamento local. Dentre as possíveis medidas de intervenção nas áreas de morros, há o projeto

intitulado “PSAM – Plano de Segurança do Abastecimento de Água nos Morros da Zona Norte do Recife”, que busca elucidar as condições ambientais da área no que concerne o saneamento e a segurança da área.

O referido projeto foi firmado em convênio com a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da UFPE, juntamente com o Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas, Planícies e Desastres (UFPE/GEGEP), coordenado pelo professor Titular Dr. Roberto Quental Coutinho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (DECIV). O PSAM tem por objetivo elaborar um Plano de Segurança do Abastecimento de Água nos Morros da Zona Norte do Recife, contendo a definição de uma nova política e práticas de atendimento nas áreas de morro, visando melhorar as condições de prestação dos serviços e atendimento das populações, bem como prevenir e mitigar riscos potenciais de rupturas e vazamentos nas redes e consequências para a instabilidade das áreas de morro e barreiras. Este projeto é interdisciplinar tendo a participação de diversas áreas de conhecimento, tais como: Engenharia Civil - Geotecnia, Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento, Geologia, Geografia - Geoprocessamento, Área social, Mapeamento e Gestão de Risco, Engenharia Eletrônica, Simulação Numérica Integrada, Planejamento Urbano e Direito.

2 OBJETIVO

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo estimar o Índice de Salubridade Ambiental (ISA) para a área de morros da zona Norte do Recife. Para assim, ser possível apontar quais são as principais deficiências em cada localidade, que necessitam de medidas de intervenção no gerenciamento público urbano.

2.1 Objetivos específicos

- Contribuir no processo de construção do diagnóstico a ser realizado no projeto PSAM–GEGEP/UFPE;
- Aplicar a análise de agrupamentos, de modo a identificar e categorizar os locais e bairros com situações similares entre si e as mais graves;
- Indicar os principais déficits dos serviços de saneamento nas localidades de morros da zona Norte do Recife, que necessitam de intervenção;
- Analisar espacialmente os dados de salubridade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Saneamento ambiental e saneamento básico

O saneamento ambiental consiste em um dos temas essenciais para assegurar a qualidade de vida da população. Seus conceitos, nos diversos estudos realizados, discorrem sobre o conjunto de ações que possuem como objetivo, garantir e melhorar as condições de vida das populações da localidade, por intermédio de práticas de gerenciamento e controle ambiental, que proporcionam higiene social e maior conforto ambiental.

No que concerne o saneamento, o conceito legal parte do pressuposto de serviços que devem ser proporcionados para a população de uma área, sendo estes essenciais para a vida e dignidade humana. Com isso, aponta-se que as ações de saneamento básico são definidas por abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, a coleta de resíduos sólidos e limpeza urbana, drenagem urbana. Nesse contexto, se tem como finalidade, dispor da infraestrutura que forneça proteção as condições mínimas para a vida humana. Ademais, os serviços relacionados ao saneamento básico são definidos, elaborados e implementados de acordo com a legislação brasileira.

Sob estas considerações, Jacobi *et al.* (2016) conceituam que o saneamento ambiental está relacionado com ações de uso racional dos recursos naturais, ocasionando integração do desenvolvimento econômico, da justiça social e da conservação do meio ambiente e seus elementos. Além disso, a compreensão também parte da premissa de relação adequada entre recursos e produção, bem com produção e consumo de produtos.

Durante muito tempo, o conceito de saneamento foi promovido como denominação de saneamento básico, para se referir as temáticas relacionadas ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, sendo que foi necessário a inserção de discussões sobre resíduos sólidos e manejo de águas pluviais, que interferem significativamente na qualidade de vida. Adiante, foi constatado que as técnicas de saneamento, além de englobarem os quatro temas supracitados, também envolvendo outras áreas, como controle e mitigação da poluição, controle de doenças, conforto ambiental, entre outros. Por isso, o termo saneamento ambiental, sendo conceitualmente mais amplo, passou a ser utilizado (MARTINETTI, 2009).

Deste modo, Carvalho (2012) aponta que o saneamento ambiental, de forma mais atual, compõe o agrupamento de ações que visam a conservação do meio ambiente e prevenção de doenças, funcionando como reunião de medidas multidimensionais aplicada a fatores ambientais, socioeconômicos, políticos e culturais. Além disso, autores como Santos *et al.*

(2015) estabelecem a definição do tema a partir do conjunto de atuações que tem como finalidade assegurar a salubridade ambiental, que consistem em medidas de manutenção e melhoria das condições de qualidade de vida, em meio urbano e rural.

Nesse contexto, quanto se trata de saneamento básico, destaca-se a promoção dos serviços de saneamento básico, que são atestados pela Lei 11.445/07 (BRASIL, 2007), que institui a Política Nacional de Saneamento Básico, que o define como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais, envolvendo:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotossanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes

Os objetivos do saneamento é focar na qualidade de vida, ofertando condições para acesso aos serviços que englobam a higiene, bem-estar e desenvolvimento social de uma localidade. De acordo com Machado *et al.* (2013), com o cumprimento destas finalidades possibilita reduzir a desigualdade socioambiental, que assola grande parte do Brasil, sendo essencial difundir o acesso de toda sociedade, principalmente da parte da população que está situada em regiões de vulnerabilidade, em periferias e demais áreas de desenvolvimento urbano precário.

Em relação aos componentes do saneamento ambiental, que são essenciais para assegurar a qualidade de vida e o correto uso dos recursos ambientais, a Tabela 1 aponta os principais elementos que constituem o saneamento ambiental e suas descrições. Conforme é afirmado por Souza e Freitas (2010), o saneamento ambiental envolve a transformação do espaço físico, a fixação da população no local, a disponibilidade de infraestrutura adequada para a habitação e ocupação do solo.

Tabela 1 - Elementos que compõem o saneamento ambiental de forma geral.

Elementos e/ou aspectos do saneamento	Descrição
Infraestrutura urbana	Condições de pavimentação, acessibilidade, componentes estruturais, essenciais para habitação e passagem de pedestres.
Recursos Hídricos	Qualidade dos corpos d'água, cumprimento das funções ambientais.
Abastecimento de água potável	Qualidade da água para consumo humano, frequência de abastecimento.
Coleta e tratamento de efluentes	Tratamento para recuperação da qualidade das águas residuárias e eliminação de patógenos e adequado despejo nos cursos hídricos.
Manejo de águas pluviais	Coleta e destinação das águas pluviais, qualidade dos dispositivos de drenagem urbana.
Coleta e disposição de resíduos sólidos	Coleta e tratamento dos resíduos sólidos domésticos, comerciais, industriais, entre outros.
Socioeconomia	Renda per capita das famílias, educação e escolaridade.
Controle de saúde	Presença de unidades de saúde e incidência de doenças.

Fonte: O autor (2022).

As ações de saneamento ambiental estão relacionadas com a valorização da área, em que o desenvolvimento ordenado promove qualidade para o local. Nesse processo, Freire (2012) constata que a deficiência dessas ações exacerba a pobreza social, reduzem produtividades e oportunidades e trabalham e aumentam os custos de saúde. Portanto, é significativo a execução dos referidos elementos para alcançar objetivos de produção socioeconômica, industrial, comercial, agrícola, bem como a criação de empregos e renda, desenvolvimento turístico e bem-estar social.

Como estes aspectos de saneamento englobam a coleta, disposição e tratamento de resíduos sólidos, além da coleta e tratamento de esgotamento sanitário, é necessária a disposição final ambientalmente adequada destes elementos, ocorrendo a destinação sanitariamente segura. A preocupação quanto ao correto gerenciamento de efluentes e resíduos sólidos, segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2015), está relacionada com o controle dos fatores que possam ocasionar efeitos nocivos ao bem-estar físico e mental da população, no que concerne a possibilidade de surgimento de doenças em detrimento da inacessibilidade dos serviços de saneamento.

3.1.1 DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO

O investimento nos elementos do saneamento, haja vista a sua importância, é crucial

para o desenvolvimento da sociedade. Estudos do ministério da saúde apontam que a cada R\$ 1 investido em saneamento e nos seus elementos, equivale a uma economia de R\$ 4 na área de saúde, evidenciando que o saneamento representa medidas de prevenção, que auxiliam no controle de vetores e possíveis infecções (TOMÉ, 2017).

As doenças que estão correlacionadas com a água e o saneamento podem provocar diversos sintomas na população, chegando até a causar a morte de indivíduos. Segundo o Instituto Trata Brasil (2017), por ano milhares de pessoas são afetadas em razão da falta de tratamento de água e de resíduos, desenvolvendo patologias, principalmente em regiões vulneráveis. A Tabela 2 expõe as principais patologias acarretadas pela ausência de saneamento, no que concerne as doenças ocasionados por veiculação hídrica, vetores e limpeza.

Tabela 2 - Principais patologias relacionadas com o saneamento ambiental.

Categoria	Doenças	CID-9	CID-10
1. Doenças de transmissão feco-oral	Diarreias	001; 003; 004; 006-009	A00; A02- A04; A06-A09
	Febres entéricas	002	A01
	Hepatite A	070.0; 070.1	B15
2. Doenças transmitidas por inseto vetor	Dengue	061	A90; A91
	Febre Amarela	060	A95
	Leishmanioses	085	B55
	L. tegumentar		
	L. visceral		
	Filariose linfática	125	B74
	Malária	084	B50-B54
3. Doenças transmitidas por meio do contato com água	Doença de Chagas	086	B57
	Esquistossomose	120	B65
4. Doenças relacionadas com a higiene	Leptospirose	100	A27
	Doenças dos olhos:		
	Tracoma	076	A71
	Conjuntivites	372.0	H10
5. Geo-helmintos e teníases	Doenças da pele:		
	Micoses superficiais	110; 119.9	B35;B36
	Helmintíases	122; 126-129	B68;B69; B71; B76-B83
	Teníases	123	B67

CID-9: Classificação Internacional de Doenças. Revisão 1975 (OMS, 1985).

CID-10: Classificação Internacional de Doenças. Revisão 1996 (OMS, 1997).

Fonte: FUNASA (2010).

Diversos tipos de patologias podem ser constatados em decorrência da ausência ou situação inadequada do saneamento ambiental. Segundo Philippi Junior e Maglio (2014), com

a falta de serviços que direcionem corretamente os componentes do saneamento, como abastecimento de água, tratamento de efluentes e gestão de resíduos sólidos, se acarreta consequências que colocam em risco a saúde da população.

Este fato está associado ao potencial de contaminação pelos microrganismos pelas diversas fontes poluidoras, onde em detrimento da água não tratada, dos resíduos mal condicionados e dos esgotos sanitários, ocorre a proliferação de agentes e ocasiona-se a poluição. Ademais, a falta de higiene também promove o alastramento de doenças, a falta de ações higiênico-sanitárias e de limpeza, potencializa condições insalubres para a qualidade de vida, promovendo doenças no corpo humano, a partir de reações na pele e olhos (BENÍCIO; MONTEIRO, 2000).

Em geral, as doenças relacionadas com excretas humanas, reúnem patógenos que são lançados no ambiente pelas fezes. Assim, se possibilita o contato humano com o esgoto não tratado, em áreas sem coleta e tratamento ou em detrimento da falta de higiene, promovendo a incidência das referidas doenças. A necessidade de aplicação de medidas sanitárias que permitem a eliminação desses patógenos presentes nas excretas, é fundamental para garantir a qualidade de vida para a sociedade do local (HELLER, 1997).

Portanto, sob a perspectiva da importância mundial do saneamento básico, que tem papel fundamento no controle e na erradicação de doenças, bem como na promoção do bem-estar e na cidadania da sociedade, se confirma a redução de gastos públicos em saúde, a partir do correto investimento no setor de saneamento. De acordo com Hutton (2012), haja vista as doenças que estão relacionadas com as deficiências de saneamento, diversos estudos comprovam essa economia gerada na saúde pública, especificamente em custos englobando o tratamento de enfermidades.

Nesse sentido, as doenças de veiculação hídrica são consideradas como os principais fatores que são associados à poluição dos recursos hídricos, juntamente com o contato com a população, seja por meio do abastecimento humano ou coleta e tratamento de efluentes. Assim, a promoção de casos de doenças de veiculação hídrica, consiste em uma problemática bastante presente em regiões sem saneamento ambiental (SCOTT *et al.*, 2003; FUNASA, 2004; ANDREAZZI *et al.*, 2007).

O primeiro registro histórico acerca da relação do saneamento e das condições de saúde ambiental, foram averiguados inicialmente pelo médico sanitário John Snow, em 1854, atestando a associação entre a fonte de água consumida pela população de Londres e a incidência de cólera (SNOW, 1999). Neste estudo, houve a investigação em que se comprovou que a qualidade da água, em situação de contaminação, consiste em um fator que propicia a

incidência de doenças. A Tabela 3 expõe alguns casos de patologias, suas formas de transmissão e prevenção, relacionadas com a veiculação hídrica, sendo usualmente notáveis em áreas com baixas condições sanitárias.

Tabela 3 - Doenças relacionadas com o contato com a água e veiculação hídrica.

GRUPO	FORMAS DE TRANSMISSÃO	PRINCIPAIS DOENÇAS	FORMAS DE PREVENÇÃO
Transmitidas pela via feco-oral (alimentos contaminados por fezes).	O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido.	1. Diarreias e disenterias, como a cólera e a giardíase; 2. Febre tifoide e paratifoide; 3. Leptospirose; 4. Amebíase; 5. Hepatite infecciosa; 6. Ascaridíase (lombriga).	1. Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar uso de fontes contaminadas; 2. Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
Controladas pela limpeza com a água (associadas ao abastecimento insuficiente de água).	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação.	Infeções na pele e nos olhos, como o tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e a escabiose.	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica.
Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático).	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido.	Esquistossomose.	1. Evitar o contato de pessoa com águas infectadas; 2. Proteger mananciais; 3. Adotar medidas adequadas para a disposição de esgotos; 4. Combater o hospedeiro intermediário.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água.	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela.	1. Malária; 2. Febre amarela; 3. Dengue; 4. Filariose (elefantíase).	1. Combater os insetos transmissores; 2. Eliminar condições que possam favorecer criadouros; 3. Evitar o contato com criadouros; 4. Utilizar meios de proteção individual.

Fonte: Ministério da Saúde, 2006.

Deste modo, as doenças de veículos hídrica podem ser compreendidas como um dos principais componentes em estudos acerca do saneamento ambiental, em razão das consequências que são geradas a partir da poluição da água. Entretanto, além das problemáticas envolvendo o abastecimento de água e esgotamento sanitário, há a preocupação com as outras vertentes do saneamento.

No que se refere aos resíduos sólidos, há grande importância em razão deste serem constituídos por diversos tipos de materiais, que necessitam de cuidados envolvendo o

armazenamento, transporte e disposição final. A partir da visão sanitária, os resíduos sólidos, que contém lixo proveniente de atividades domésticas e outras fontes, possuem grande contribuição na transmissão de doenças por intermédio de vetores como artrópodes (moscas, mosquitos, baratas), roedores (ratos), que se encontram presentes em alimentos e matérias orgânicas, sob condições ideais para acarretar a sua proliferação (MORAES, 2007).

O gerenciamento dos resíduos sólidos está relacionado com o desenvolvimento urbano, industrial e tecnológico, bem como com o aumento da renda per capita da população, que culmina na elevação do consumo de produtos processados e, conseqüentemente, no descarte, após o uso. Como resultado, ocorre a diversificação e o aumento da geração de problemas intrínsecos aos resíduos sólidos, em que se deve propiciar o condicionamento e disposição adequada dos mesmos, de modo a evitar a produção de vetores causadores de doenças (COSTA; PUGLIESI, 2018).

Perante o exposto, torna-se importante ressaltar que os elementos do saneamento ambiental, possuem no seu entendimento, finalidades que garantem condições importantes para a vida dos seres humanos, em detrimento das adequadas infraestruturas dos serviços de saneamento. A presença e adequação dos aspectos sanitários norteiam os hábitos de higiene social, a conservação da saúde pública, a sustentabilidade do meio ambiente e o bem-estar da população, em uma área específica.

3.2 Desenvolvimento do saneamento no Brasil

Em detrimento dos efeitos e implicações que ocorrem na qualidade de vida, na saúde pública, nos fatores de educação, renda e meio ambiente, o saneamento, de acordo com Leoneti *et al.* (2011), engloba uma diversidade de atuações de uma ampla rede institucional. Em nível nacional, o saneamento ambiental, historicamente é destacado por significativa desigualdade no acesso ao que se refere os serviços, gerando déficit que impacta na vida da sociedade e nos recursos naturais.

Nesse sentido, ao longo do processo de desenvolvimento socioambiental das cidades brasileiras, o planejamento ambiental e urbano não foi devidamente contemplado, juntamente com as preocupações sanitárias. Até a metade final do século XX, o saneamento em território brasileiro, ocorria de maneira inicial e lenta, em razão da demora em considerar a expansão do setor. Deste modo, no que tange a qualidade da água, eram inexistentes as técnicas de tratamentos químicos em serviços aplicados, além de ocorrer aplicações irregulares na prestações de serviços em geral, bem como na fiscalização que não era pautada pelo poder

público (SANTOS *et al.*, 2018).

Em uma visão sociológica, ao estudar a saúde urbana, haja vista as condições socioambientais das concentrações urbanas até o século XIX e XX, se tinha uma percepção higienista. Do ponto de vista social, essa perspectiva era guiada em suma, pelo abastecimento de água e controle de doenças, resultando em alguns desafios como precariedades do esgotamento sanitário e na coleta de resíduos, em detrimento de não haver preocupações com os efluentes e rejeitos gerados (WESTPHAL, 2006).

A partir de eventos históricos em que houve uma concepção sociológica do meio urbano e das demandas de trabalho, houve uma compreensão nova acerca do planejamento das cidades, considerando melhor a complexidade das problemáticas envolvidas, em uma visão holística e integral. Segundo Camino (1998), esse contexto de perspectiva em totalidade, ou seja, holística, parte do pressuposto da consciência que considera a interdependência orgânica de tudo com tudo, além das relações das diversas variáveis, que constituem o sistema ambiental.

Assim, até a década de 50, não havia no Brasil um setor destinado ao saneamento ambiental, em razão de não haver um apoio institucional e estrutural com capacidade para execução das funções relacionadas a área. Este cenário começou a mudar em meados da década de 60, tempo em que ocorreu um rápido crescimento urbano e iniciou-se uma maior preocupação nas questões sanitárias e de higiene para atender à população dos centros urbanos em desenvolvimento (DALL'AGNOL, 2021).

Posteriormente, houve um marco a nível mundial, a Conferência de Estocolmo em 1972, que foi considerado um evento precursor para inserção das discussões sobre o meio ambiente em âmbitos institucionais. Com isso, foi iniciada uma busca por estudos que levem em consideração o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, as relações sociais e os recursos naturais, incluindo o olhar mais importante para as questões sanitárias e de degradação ambiental (BARBIERI, 2005).

No território brasileiro, a trajetória das preocupações ambientais na década de 70, ganhou um novo percurso, inicialmente o tema foi retratado oficialmente pela primeira vez em um órgão do estado, a partir da criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), no ano de 1973. Portanto, todas as demandas que estavam relacionados com o gerenciamento em nível nacional, bem como as medidas governamentais, passaram a ser estudadas e controladas pela SEMA, que também passou a ter respaldo nas regularizações industriais e urbanas acerca dos impactos ambientais e poluição.

No ano de 1981, há a maior mudança na estrutura institucional relacionada com os temas ambientais, ocorreu a criação da Política Nacional do Meio Ambiente, sob a Lei nº 6.839 de

1981. Com essa promulgação, foi institucionalizado o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que foi estabelecido como órgão responsável pela criação de normas norteadoras das políticas e metas de meio ambiente (PECCATIELLO, 2011).

Deste modo, o CONAMA foi um grande avanço para a época, em razão de ter um objetivo deliberativo, que está relacionado com os direcionamentos das normativas ambientais brasileiras. A visão sobre os recursos naturais passou a considerar mais variáveis, que englobam a poluição ambiental gerada a partir de atividades poluidoras. Nesse caso, essa visão também passou a considerar a longevidade dos recursos e os ciclos naturais.

No contexto brasileiro, ainda durante a década de 1970, ocorreu a implantação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), constituindo como novo marco nacional para assegurar a prestação de serviços. Neste caso, o objetivo principal consistia em garantir para a população os atendimentos de abastecimento de água nas áreas urbanas, que estavam em pleno processo de crescimento. Ademais, houve a presunção de centralizar o planejamento e execução dos serviços nos municípios em questão (SALLES, 2009).

De acordo com Rezende e Heller (2002), o PLANASA foi significativo para o desenvolvimento do saneamento em território brasileiro, até a sua duração em 1986, em razão das suas contribuições para melhorias no abastecimento de água. Nesse sentido, grande parcela da população urbana foi beneficiado, principalmente nos grandes centros. Entretanto, houve negligências no atendimento em regiões de carência socioeconômica, em detrimento da exclusão de ações nestes locais.

Acerca das contribuições, o primeiro plano de saneamento do Brasil, segundo aponta Carvalho (2010), resultaram em melhorias relevantes para o atendimento dos serviços. Isso é comprovado que a quantidade de domicílios que passaram a ter atendimento, sendo que em 1960, essa quantidade era de 41,9% residências com acesso ao abastecimento de água e 26% a coleta de esgoto. Já no ano de 2000, essa quantidade passou a ser 89,8% e 56%, respectivamente.

A partir do fim do PLANASA, foi inserido um período de tempo de articulação para a política nova, com o objetivo principal de enfrentar os desafios do setor do saneamento, assegurando a universalização dos atendimentos. Dessa forma, em meados da década de 90, ocorreu o empenho compreendido no Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), planejado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), de organizar novamente as políticas, medidas e normas do ramo, com novas estratégias e metodologias (CARVALHO, 2010).

Além disso, também se teve como objetivo a avaliação de metas e medidas e seus

desempenhos, a partir da criação do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), em 1996, que passou a registrar os dados de saneamento no Brasil. Assim, o SNIS tem uma configuração que consiste em um banco de dados que é mantido e organizado pela união, dispondo de dados e informação dos municípios brasileiros, sobre os elementos operacionais, gerenciais, financeiros e de qualidade, englobando os serviços de abastecimento de água, tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana (MIRANDA, 2006).

No anos 2000, após grande mobilização e planejamento, foram definidas as diretrizes do saneamento básico e promulgada a nova Política Federal de Saneamento Básico no Brasil, a partir da vigência da Lei nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007). Deste modo, na nova legislação são definidos os princípios fundamentais para os serviços de saneamento básico, os objetivos e disposições envolvidas.

Nas diretrizes da referida política há as vertentes de serviços principais do saneamento básico, conforme já foi citado, sendo a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e manejo de águas pluviais. Com isso, delimita-se a forma da prestação destes serviços públicos, consistindo no planejamento, na regulação e na fiscalização, como regras gerais, sob responsabilidade das esferas nacional, estadual e municipal. Ademais, há princípios como a universalização, viabilidade técnica e financeira, controle social, qualidade, entre outros, que norteiam as ações dos prestadores de serviços.

Diante disso, se percebe que a a Política Nacional de Saneamento Básico tem como finalidade a promoção de condições adequadas de salubridade ambiental para toda a sociedade. Nesta perspectiva, as ações de saneamento também visam promover a higiene e saúde, com soluções que se adequem as particularidades sociais, econômicas e ambientais locais, de modo que se alcance a salubridade ambiental apropriada.

Portanto, é nítido que o Brasil, como país, avançou de maneira significativa nos últimos anos, com as mudanças nas considerações socioambientais e a partir da Lei nº 11.445 de 2007. Durante a primeira década do anos 2000, de acordo com Neri (2011), a economia mostrou maior solidez e o país conquistou lideranças em nível mundial. Dessa forma, diversos setores avançaram para se consolidarem no mercado, dentre eles, o setor do saneamento conquistou mais espaço.

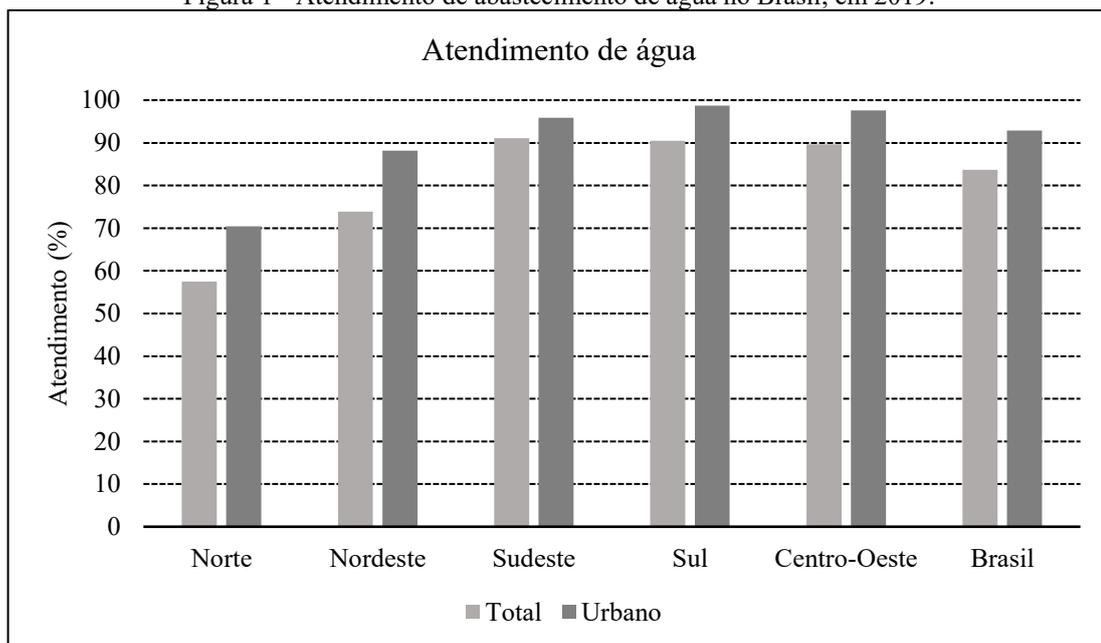
No ano de 2013, foi promulgado um novo instrumento legislativo, que consiste no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), aprovado pelo Decreto nº 8.141 de 2013 e pela Portaria Interministerial nº 571 de 2013. Sendo assim, foram elaboradas metas de universalização das vertentes de saneamento para 20 anos, ou seja, até o ano de 2033, tendo a

previsão de investimentos de R\$ 508 bilhões para o alcance da universalização e acesso de qualidade dos serviços envolvendo água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana (BRASIL, 2013b). Neste contexto, o PLANSAB amplia os objetivos e serviços do PLANASA, considerando as situações de déficits dos elementos de saneamento, os investimentos, programas e ações do governo federal.

Destarte, são propostas metas de curto, médio e longo prazos, partir de três programas que objetivam consolidar as referidas estratégias, sendo: o saneamento básico integrado, que tem a finalidade de investir em ações estruturais; saneamento rural, que tem como finalidade atender à população rural e às populações de comunidades tradicionais (indígenas, quilombolas) e às reservas extrativistas e; saneamento estruturante, cujo objetivo é realizar o apoio para o gerenciamento dos serviços. Sendo assim, é possível dispor de condições de sustentabilidade que possam atender a população, englobando a qualificação e o controle social sobre os serviços prestados de acordo com os critérios e demandas dos programas (PEREIRA, 2021).

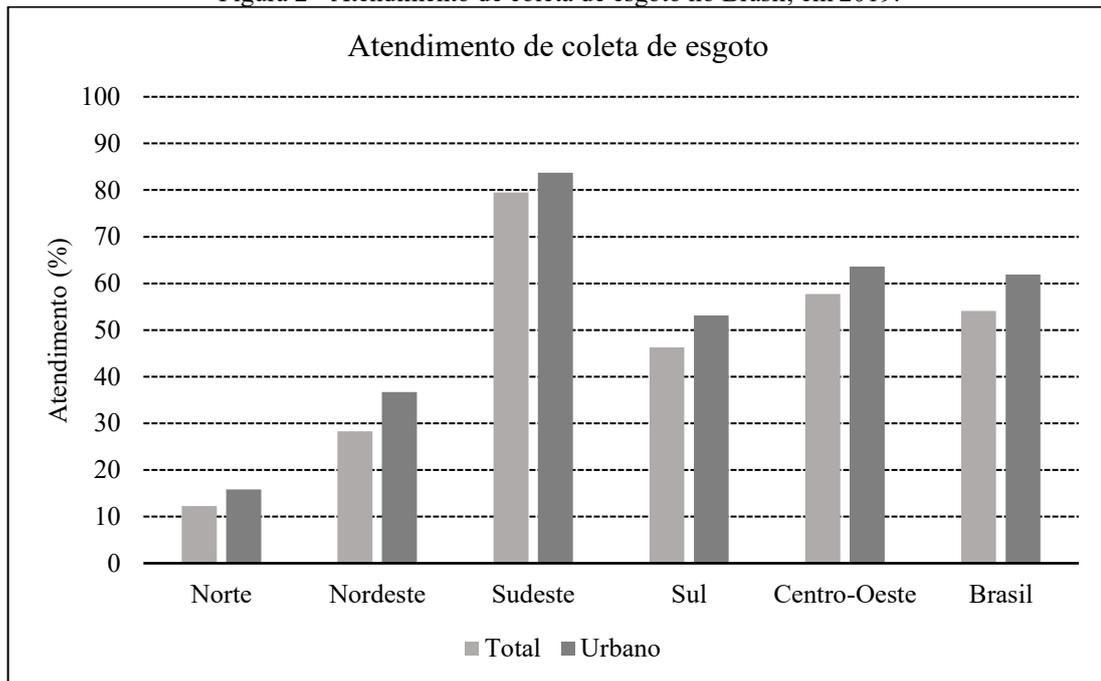
Segundo Santos (2016), em detrimento das desigualdades socioeconômicas que assolam o Brasil, envolvendo a cobertura dos serviços de saneamento básico, há a necessidade de adequação da infraestrutura dos serviços. Nesse cenário, pode ser notado que a região norte e nordeste possuem maiores déficits em relação as outras regiões, como mostra as Figuras 1 e 2, devendo considerar as particularidades de cada região no cumprimento dos objetivos.

Figura 1 - Atendimento de abastecimento de água no Brasil, em 2019.



Fonte: SNIS, 2019.

Figura 2 - Atendimento de coleta de esgoto no Brasil, em 2019.



Nessa perspectiva, se percebe que os atendimentos em relação a água e esgoto, é bastante desigual no país, sendo que a região norte, no que tange o abastecimento de água, é bastante prejudicada, tendo menos de 60% da população com acesso ao abastecimento. Em relação ao esgoto, é nítido que o serviço é realizado em maior discrepância na região sudeste. Um outro fato apontado no PLANSAB (BRASIL, 2013b), consiste na diferença entre o atendimento na área urbana e rural, em que as zonas rurais possuem maiores déficits.

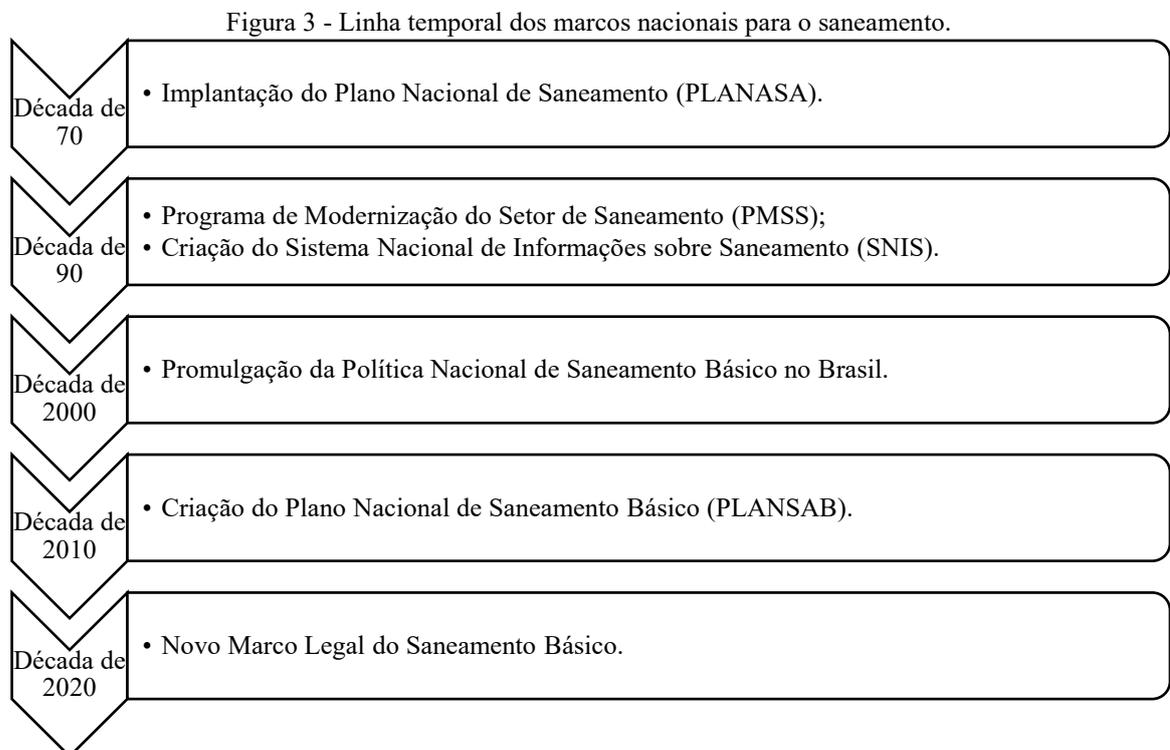
Diante das desigualdades sociais constadas no saneamento, na década de 2010, surgiram novas discussões acerca de questões institucionais, sendo que em 2020 foi aprovado o novo Marco Legal do Saneamento Básico, por meio Lei nº 14.026 de 2020 (BRASIL, 2020), que modificou a Política Nacional de Saneamento, passando para a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico em todo o território brasileiro. Portanto, houve atualizações na referida Lei nº 14.026/20 (BRASIL, 2020), em que foram definidas novas metas de desempenho, englobando o acesso e universalização dos serviços, sendo:

- Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento;

- Contratos firmados por meio de procedimentos licitatórios que possuam metas diversas, inclusive contratos que tratem, individualmente, de água ou de esgoto, permanecerão inalterados nos moldes licitados, e o titular do serviço deverá buscar alternativas para atingir as metas definidas, incluindo: o cumprimento das metas de universalização e não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento deverá ser verificado anualmente pela agência reguladora, observando-se um intervalo dos últimos 5 (cinco) anos, nos quais as metas deverão ter sido cumpridas em, pelo menos, 3 (três), e a primeira fiscalização deverá ser realizada apenas ao término do quinto ano de vigência do contrato.

A partir desse novo marco regulatório, houve grandes alterações em relação à regulação dos serviços de saneamento, no qual a ANA, passou a ser responsável por elaborar e definir as normas de referência para nortear o ente regulador. Anteriormente, a ANA não funcionava como uma entidade reguladora específica do saneamento. Ademais, os reguladores desempenham um papel relevante de fiscalização, cuja finalidade é monitorar e aproximar os diferentes interesses do poder concedente, concessionários e usuários dos serviços públicos de saneamento (PEREIRA, 2021).

A Figura 3 revela o resumo da linha temporal dos marcos e eventos de saneamento no Brasil, que consolidaram o setor no país, garantindo o desenvolvimento e avanço. O período se inicia na década de 70, com a elaboração do PLANASA, conforme foi apresentado, seguindo até os anos de 2020, em que foi promulgado o novo marco regulatório.



Fonte: O autor (2022).

Desta maneira, o panorama brasileiro possui diversas irregularidades no quesito de saneamento. Entretanto, houve importantes avanços desde o final do século XX, no qual foi nítido o aumento com a preocupação das questões sanitárias. Conforme é apontado por Moraes *et al.* (2014), as carências nos serviços são apresentadas principalmente em regiões de baixa renda e com vulnerabilidade socioambiental presente.

Consequentemente, há a necessidade de adequação do acesso ao saneamento, principalmente em algumas regiões do país e em áreas urbanas marginalizadas, em que não existe grandes investimentos. Assim, o enfoque na qualidade do serviço prestado, é pertinente para realização de estudos acerca do desempenho destes serviços, que são essenciais para o bem-estar, o meio ambiente e a qualidade de vida.

3.3 Índice de Salubridade Ambiental (ISA)

A salubridade ambiental é definida como o nível de higiene e saúde da população, de modo que seja assegurado o desenvolvimento do espaço territorial sustentável, bem como o socioeconômico, em conjunto com a conservação ambiental. Assim, a FUNASA (2015) descreve o referido termo como o estado de higidez em que está inserida a sociedade da zona urbana e rural, tanto no que tange a sua capacidade de prevenir, mitigar e impedir a ocorrência de endemias por intermédio dos atributos ambientais, como no que se refere a promoção de condições e recursos favoráveis ao bem-estar socioeconômico.

Neste contexto, o Conselho Estadual de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CONESAN (CONESAN, 1999), conceitua a salubridade ambiental como a qualidade ambiental, no que concerne as condições do ambiente que tem possuem o potencial de evitar que indivíduos sejam atingidos por doenças derivadas do meio ambiente, bem como propiciar recursos e meios socioambientais favoráveis para a vida da população urbana e rural.

Portanto, esse conceito está intrinsecamente relacionado com a conjuntura dos serviços de saneamento em uma localidade, envolvendo a aplicação de políticas públicas e sociais que possuem a finalidade de assegurar as melhorias no âmbito sanitário população. Esta condição abrange todo o gerenciamento ambiental e sanitário, que busca melhorias da qualidade de vida da população. Conforme é afirmado por Tomé (2017), os investimentos em saneamento minimizam amplamente os custos em tratamentos de doenças, correção e minimização de impactos ambientais, além de diminuir os gastos públicos no tratamento de doenças advindas dos problemas sanitários, principalmente nas situações de regiões periféricas e com condições precárias significativas.

A partir das problemáticas de saneamento, determinados estudos foram desenvolvidos, a fim de analisar os parâmetros essenciais para a averiguação e manutenção da salubridade ambiental. Neste sentido, se ressalta um relevante estudo que propõe a reunião de dados de salubridade ambiental, bem como a análise de níveis de higiene de um determinado ambiente, sendo este, o Índice de Salubridade Ambiental (ISA), elaborado e desenvolvido pela Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (CONESAN, 1999) como ferramenta de estudo, com potencial para averiguação e monitoramento das metas das políticas públicas de saneamento e urbanismo.

O referido índice tem como princípio a avaliação das condições salubridade ambiental, das condições de acessibilidade aos serviços de saneamento e dos elementos relacionados ao conforto ambiental. Assim, o mesmo é constituído por indicadores e subindicadores, que dispõem de informações sobre a localidade, podendo ser obtidos por meio de banco de dados ou de pesquisas em campo. Com a aquisição e mensuração destes indicadores e subindicadores, se possibilita o aferimento da salubridade ambiente da área, de maneira que se conheça a capacidade de uma área em oferecer boas condições de vida, no que se refere ao saneamento ambiental (DIAS, 2003).

3.3.1 INDICADORES DE SALUBRIDADE E CRITÉRIOS

Inicialmente, de acordo com Almeida e Abiko (2000), o ISA foi idealizado para ser utilizado como instrumento que permite a análise de metas e medidas do Plano Estadual de Saneamento de São Paulo, em decorrência das exigências compreendidas na Política de Saneamento do Estado de São Paulo. Deste modo, o CONESAN pode ser definido como pioneiro no desenvolvimento do ISA, dispondo originalmente de seis indicadores, que são destrinchados em diversas variáveis ou subindicadores, de modo que possibilite a mensuração da salubridade ambiente, conforme é evidenciado na Tabela 4.

Tabela 4 - Indicadores e subindicadores propostos pelo CONASAN.

INDICADOR	SUBINDICADOR	FINALIDADE
Indicador de Abastecimento de Água – IAB	Cobertura (Atendimento, Ica)	Cobertura do atendimento de domicílios com abastecimento de água e controle.
	Qualidade da Água Distribuída (Iqa)	Verificação da qualidade da água fornecida.
	Saturação dos Sistemas Produtores (Quantidade, Isa)	Análise da oferta e demanda de água, em conjunto com programare metas de ampliações com novos sistemas produtores, bem como programas de controle e redução de perdas.

INDICADOR	SUBINDICADOR	FINALIDADE
Indicador de Esgotos Sanitário – IES	Cobertura em coleta e tanques sépticos (Ice)	Quantificar os domicílios atendidos por rede de esgotos e/ou tanque séptico.
	Esgoto tratado e tanque séptico (Ite)	Indicar a redução da carga poluidora
	Saturação do Tratamento (Ise)	Comparar a oferta e demanda das instalações existentes e programar novas instalações ou ampliações.
Indicador de Resíduos Sólidos – IRS	Coleta de Lixo (Icr)	Quantificar os Domicílios atendidos por coleta de lixo.
	Tratamento e Disposição Final (Iqr)	Qualificar a situação da disposição final dos resíduos
	Saturação da Disposição Final (Isr)	Indicar a necessidade de novas instalações.
Indicador de Controle de Vetores – ICV	Dengue (I _{vd}) e esquistossomose (Ive)	Identificar a necessidade de programas corretivos e preventivos de redução e eliminação de vetores transmissores e/ou hospedeiros da doença.
	Leptospirose (Ivl)	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de ratos.
Indicador de Recursos Hídricos – IRH	Água Bruta (Iqb)	Qualificar a situação da água bruta (I _{qb}) ou risco geográfico
	Disponibilidade dos mananciais (Idm)	Quantificar a disponibilidade dos mananciais em relação à demanda.
	Fontes Isoladas (Ifi)	Abrange o controle das águas utilizadas pelas populações em áreas urbanas não atendidas pelos serviços oficiais de abastecimento de água.
Indicador Socio Econômico – ISE	Indicador de Saúde Pública (Isp)	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 (Irf)	Indicar a capacidade de pagamento da população pelos serviços e a capacidade de investimento pelo município através de: Distribuição de renda abaixo de três salários mínimos. (i _{2s}); Renda média. (i _{rm}).
	Indicador de Educação (Ied)	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: Viana, 2013.

Para realizar o aferimento do ISA, a partir dos indicadores, a metodologia do CONESAN (CONESAN, 1999), indica realizar a soma destes com a aplicação da média ponderada, atribuindo peso para cada indicador em específico, conforme é mostrado na Tabela

5. Ademais, os elementos e variáveis supracitados que consistem como base no cálculo dos referidos indicadores do ISA, em resumo buscam realizar:

- Indicador de abastecimento de água: mensuração da cobertura de atendimento, consideração da qualidade da água distribuída na rede e, saturação dos sistemas produtores de água potável (peso de 25% no cálculo);
- Indicador de esgotos sanitários: mensuração da cobertura de coleta de efluentes e tanques sépticos, atendimento do esgoto tratado e tanque séptico e, situação de saturação do tratamento de efluentes (peso de 25% no cálculo);
- Indicador de resíduos sólidos: atendimento de resíduos sólidos, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos e, situação da saturação da disposição final (peso de 25% no cálculo);
- Indicador de controle de vetores: incidência de casos dengue, esquistossomose e leptospirose (peso de 10% no cálculo);
- Indicador de recursos hídricos: qualidade da água bruta, disponibilidade de mananciais para captação de água e, fontes isoladas (peso de 10% no cálculo);
- Indicador socioeconômico: qualidade e acesso a rede de saúde pública, renda econômica domiciliar e, acesso à educação (peso de 5% no cálculo).

Tabela 5 - Pesos dos indicadores do ISA.

Sigla	Indicador	Peso
IAB	Indicador de Abastecimento de Água	0.25
IES	Indicador de Esgotos Sanitários	0.25
IRS	Indicador de Resíduos Sólidos	0.25
ICV	Indicador de Controle de Vetores	0.10
IRH	Indicador de Recursos Hídricos	0.10
ISE	Indicador Socioeconômico	0.05

Fonte: CONESAN, 1999.

Assim, com a obtenção do valor final do estudo, foi proposta uma escala que classifica a salubridade ambiental de forma qualitativa, a partir do valor adquirido. Dessa forma, os resultados dos cálculos podem indicar a situação de salubridade categorizadas em: insalubre (pontuação de 0-25,50), baixa salubridade (25,51-50,50), média salubridade (50,51 – 75,51) e salubre (75,51 – 100) (BATISTA, 2005).

Com o passar do tempo, diversos estudos foram realizados no tocante a aplicação do ISA. Por conseguinte, adaptações foram realizadas na metodologia original, em que se

possibilitou a alteração de indicadores e a inserção de novos. Ademais, novas classificações também foram propostas, modificando a escala de valores proposta inicialmente.

Nesse sentido, os novos estudos realizados a partir dos anos 2000, buscaram adaptar e aplicar o ISA em ambientes específicos, no qual foi necessário levar em consideração as características da localidade. Assim, as especificidades de cada área de aplicação, obrigatoriamente deve ser analisada, permitindo o levantamento de possíveis indicadores elementos essenciais para o caso em questão. A Tabela 6 mostra o levantamento resumido de estudos realizados em diversas localidades brasileiras, onde foi aplicado um ISA, de acordo com as características do ambiente em estudo.

Tabela 6 - Trabalhos realizados em diferentes locais com adaptações do ISA.

Local de aplicação do ISA	Disponível em:	Componentes ou indicadores utilizados	Fonte / Autores
Salvador/BA	https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/21690	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana, condições de moradia, socioeconômico-cultural e saúde ambiental	DIAS, M. C. (2003)
Ilha do Ouro/SE	https://ri.ufs.br/handle/riufs/4284	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem rural, condições de moradia, escolaridade e socioeconômico e saúde ambiental	NERI, G.L.T. (2005)
Aquidauana/MS	https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1065	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana, recursos hídricos e socioeconômico	SANTOS, R. M. (2008)
Centros urbanos da Bacia Hidrográfica do Rio Jiquiriçá/ BA	https://www.redalyc.org/pdf/928/92812526009.pdf	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, indicador regional, socioeconômico	ROCHA, J. L. S. (2008)
Comunidades Rurais de Ouro Branco/MG	https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2287	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem de água pluviais, moradia, socioeconômico e saúde e higiene	COSTA, R. V. F. (2010)
Santa Rita/PB	https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5872?locale=pt_BR	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, recursos hídricos e aspectos socioeconômicos	SOUZA, M. C. C. A. (2010)
Criciúma/SC	http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/311/262	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, drenagem urbana	VALVASSORI, M. L.; ALEXANDRE, N. Z. (2012)
Itapemirim/ES	https://repositorio.ufes.br/handle/10/6196	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, drenagem urbana, condições de moradia, educação, saúde pública, sustentabilidade	VIANA, A. P. (2013)
São Pedro do Iguçu/PR	https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/36916/pdf_12	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, riscos de recursos hídricos	PINTO, L. P.; CABRAL, A. C.; PERISSATO, S. M.; AZEVEDO, K. D.;

Local de aplicação do ISA	Disponível em:	Componentes ou indicadores utilizados	Fonte / Autores
			FRIGO, J. P.; FRIGO, E. P. (2014)
Itaipu/PR	http://tede.unioeste.br/handle/tede/766	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, recursos hídricos, socioeconômico	CABRAL, A. C. (2015)
Brejo Grande/SE	https://ri.ufs.br/handle/riufs/4207	Abastecimento de água, resíduos sólidos, esgotamento sanitário, drenagem urbana e saúde pública	SANTOS, F. F. (2016)
Carauari/AM	https://www.scielo.br/j/esa/a/sT9ZPLVL9K4fjscFhXpWrwK/abstract/?lang=pt	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, condições de moradia e socioeconômico	BERNARDES, C.; BERNARDES, R. S.; GÜNTHER, W. M. R. (2018)
Caruaru/PE	https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/33441/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Armando%20Dias%20Duarte.pdf	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores e socioeconômico	DUARTE, A. D. (2018)
Mossoró/RN	https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/235940/31230	Abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário	PEIXOTO, F. S.; FELIX NETO, J. M.; GOMES, I. N.; DIAS, G. H. (2018)
Frederico Westphalen/RS	http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_224_n_1867.pdf	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos urbanos, drenagem urbana, controle de vetores	ZACHI, L.; PASSINI, A. F. C.; DEMARCO, J. O.; CADORE, J. S. (2020)

Fonte: O autor (2022).

Os trabalhos que utilizam o ISA para avaliar as condições de salubridade de uma localidade, devem ter como pressuposto as particularidades do local, englobando a relação da população com os recursos ambientais, o ambiente físico, as atividades econômicas, entre outros. Portanto, todo o equacionamento do ISA é proposto a partir das peculiaridades locais, em que pesquisadores selecionam os melhores indicadores para composição do índice.

Sob estas considerações, as variáveis que constituem o ISA podem variar de acordo com o objetivo do ISA e da área de estudo, podendo participar na maioria dos casos, os componentes de abastecimento de água, esgoto sanitário, resíduos sólidos e, em determinados estudos, componentes de drenagem urbana, saúde pública, entre outros fatores, dependendo da finalidade geral e da realidade social, econômica e ambiental. Conforme foi apontado na Tabela 6, foram realizadas diversas pesquisas de ISA, em vários municípios e regiões do Brasil, que consideraram diferentes indicadores, a partir da situação vigente e da disponibilidade de informações.

Nesse sentido, deve-se haver uma orientação adequada na adoção dos indicadores utilizados, com base na coerência das condições sanitárias locais. Para isso, a Tabela 7 expõe, a proposta do CONESAN (1999), no tocante aos critérios e hipóteses que devem ser acatados na elaboração do ISA, envolvendo a seleção de indicadores.

Tabela 7 - Orientações para aplicação do ISA proposto pelo CONESAN.

Ordem	Principais critérios que devem ser considerados na estruturação e constituição do ISA
1.	Uniformidade da base de dados e informações utilizadas, bem como das formas edos critérios de cálculo;
2.	Comparabilidade das situações de salubridade entre os municípios do Estado de São Paulo;
3.	Possibilidade de representar o estágio de salubridade com base: A - oferta de infraestrutura de saneamento limitada ao abastecimento de água, esgotos sanitários e limpeza pública; B - na identificação de outros aspectos relacionados à salubridade ambiental, de caráter extensivo ou localizado, mas importantes e peculiares a uma região;
4.	Possibilidade de serem arbitrados pesos para a ponderação de todos os aspectos anteriormente referidos;

Fonte: CONESAN, 1999.

Com as estruturas necessárias, as avaliações de salubridade podem ser aplicadas em regiões rurais, urbanas, em situações de vulnerabilidade local, em bacias hidrográficas sob diversos enfoques, dentre outras situações. Para tal, é válido ressaltar os diversos bancos de dados e órgãos do poder público, que podem servir como fontes na obtenção de informações pertinentes, para a realização dos cálculos e estudos, como os setores censitários do IBGE, as informações do SNIS e do DATASUS, dados da prefeitura e governo estadual, secretarias estaduais e municipais, campanhas de saneamento, dados de comitês de bacias hidrográficas, entre outros (VIANA, 2013).

Com isso, o ISA se configura como instrumento que pode reunir diversos tipos de informações, a partir das considerações realizadas acerca dos indicadores e subindicadores, dependendo das características da área em estudo. Sendo assim, a mensuração dos dados e variáveis emanam da análise qualitativa e quantitativa dos supostos indicadores em específico, que devem ser tratados de forma coesa e coerente em toda a localidade em questão, devendo ser ponderados os mesmos pontos (variáveis, interferências, informações, indicadores) na área toda, para o estudo abranger toda realidade, em todos os setores.

Portanto, diante dos critérios e com as considerações particulares das localidades e suas coerências, desde a proposta do ISA em 1999, houve diversas adaptações pelo território

brasileiro. Em vista disso, o referido índice se tornou um poderoso instrumento em estudos de saneamento e salubridade no país, auxiliando no conhecimento imprescindível para a formulação de políticas públicas acerca das condições ambientais e sanitárias.

3.4 Desenvolvimento e ocupação espontânea de áreas urbanas

O meio urbano pode ser definido conforme aponta Mota (1999) como uma área constituída por dois sistemas intimamente relacionados, sendo o primeiro, o sistema natural, que é formado pelos físicos e biológicos, englobando os atributos ambientais, como solo, vegetação, fauna, água, ar, entre outros. O segundo, consiste no sistema antrópico, que consiste nas atividades socioeconômicas do ser humano, suas relações e interfaces. Assim, a interação destes dois sistemas reflete as consequências das ações antrópicas sob os recursos ambientais e suas consequências.

Nesse sentido, são formadas as áreas urbanas no território, evidenciando os processos socioambientais que configuram o desenvolvimento da área. Nas últimas décadas anos, houve um rápido processo de formação das áreas urbanas das cidades. Em geral, em áreas de desenvolvimento acelerado e significativamente tarde, como ocorreu no Brasil, ocasiona a eclosão de problemáticas da habitação que atinge variadas dimensões, culminando em determinadas desigualdades sociais. Com o crescimento em áreas irregularidades, surgiu a relevante necessidade de atenuar os impactos e produzir novas formas de moradias e desenvolvimento urbano que estejam em conformidade com padrões de habitualidade e salubridade (MARICATO, 2008).

Inicialmente, essa problemática no tocante à habitação, tem origem nas anormalidades e déficits nos assentamentos populares, que levou a necessidade de expandir a infraestrutura e os serviços urbanos, envolvendo saneamento e transporte, principalmente em áreas de regiões metropolitanas. De acordo com Casagrande e Souza (2012), o êxodo rural fez eclodir de forma rápida essa perspectiva, em razão da grande migração do meio rural para as zonas urbanas, a partir de 1950, em detrimento do processo de industrialização e concentração econômicas nas metrópoles.

Deste modo, segundo Alheiros *et al.* (2003), as ocupações espontâneas consistem em habitações que podem ser individuais ou coletivas, objetivando a moradia e, se situando em espaços naturais que podem apresentar vulnerabilidade em grande parte dos casos. Assim, os ocupantes acabam se tornando agentes modificadores do espaço, essas ocupações apresentam como características comuns:

- Ocupações por meio do processo de invasão, sem regulação ou processo formal de aquisição;
- Retirada da vegetação natural do local;
- Realização de cortes no solo para assentamento, construção, reforma ou ampliação da moradia;
- Domicílio situado em áreas de talude, seja na base e topo, ou ainda, inserido na encosta;
- Ausência de calhas, pavimentação e calçadas;
- Presenças de fossas localizadas na borda de taludes;
- Sem infraestrutura de drenagem urbana ou sistema de esgotamento sanitário;
- Rede viária irregular, sem planejamento, sendo desenvolvimento conforme ocorre as ocupações.

Sob essa perspectiva, o gerenciamento urbano, assim como o estudo no tocante ao planejamento urbano, deve ser compreendido como um meio de manutenção, administração e organização do espaço urbano. Os locais de ocupação imprópria são formados pela população que cotidianamente sofre segregação dos grandes centros, sendo em razão da desigualdade econômica, especulação imobiliária, ausência de infraestrutura, entre outros. As Figuras 4 e 5 podem ser visualizadas ocupações habitacionais espontâneas que são bastante comuns, envolvendo a ocupação em encostas, a retirada da vegetação e os problemas de ausência de saneamento.

De forma geral, em áreas de grande densidade urbana e sem prestação de serviços adequadas, há a maior concentração aglomerados subnormais. De acordo com o IBGE (2022), se define como aglomerado em situação subnormal, um conjunto formado, por minimamente 51 unidades habitacionais, que em grande parte são sem acesso a maioria dos serviços públicos essenciais (água, esgoto, resíduos sólidos), dispendo da ocupação em terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e, sendo em geral, organizada de maneira desordenada e com densidade significativa.

Figura 4 - Ocupações em áreas sem saneamento básico, em Manaus/AM (esquerda) e Porto Velho/RO (direita).



Fonte: foto à esquerda, Plantão Amazonense (2018) e, foto à direita, Rondônia Ao Vivo (2019).

Figura 5 - Ocupações comuns em áreas de encostas e morros, em Campos do Jordão/SP (acima) e Nova Friburgo/RJ (abaixo).



Fonte: foto acima, Agência FAPESP (2018) e, foto abaixo, Almeida e Belo (2011).

As estratégias do crescimento econômico, em conjunto com o desenvolvimento urbano-social que levou a segregação espacial das áreas urbanas, culminaram e auxiliaram na expressão das desigualdades sociais e ambientais. Sendo que essa conjunta ainda está intrinsicamente existente nas políticas e práticas governamentais em solo brasileiro, o que devidamente necessidade de uma atenção especial (SCHLEE, 2013).

Diante dessa situação, a inexistência dos serviços básicos para assegurar a qualidade mínima de vida dos habitantes de áreas de ocupação espontânea, evidência a pouca capacidade do poder público de planejar as áreas urbanas com ênfase nas questões ambientais e sanitárias. Neste cenário, com o passar do tempo e depois da ocorrência de diversos desastres ambientais, vem ocorrendo maior pressão para sanar e mitigar as problemáticas de áreas com caos urbano-sanitário.

3.5 O Recife e a ocupação de áreas espontâneas

O município do Recife está situado no centro da faixa litorânea nordestina, sendo a capital do estado de Pernambuco, com aproximadamente 1,6 milhões de habitantes. A Região Metropolitana do Recife – RMR, cuja a sede é o referido município, consiste em uma das seis maiores regiões metropolitanas brasileiras, possuindo mais de 4 milhões de habitantes. A cidade do Recife possui uma divisão de cerca de 94 bairros, 6 Regiões Político-Administrativas (RPA's) e uma área de 218 km² (IBGE, 2010a).

Em relação ao regime pluviométrico, por fazer parte de uma região costeira, há um regime pluviométrico rigoroso, de aproximadamente 2.000 mm/ano. O relevo do Recife é constituído por áreas baixas e inundáveis no sentido leste e colinas de baixa altitude no sentido oeste, além de uma rede hidrográfica que corta a cidade. Sob essas características, o município teve um desenvolvimento em meio aos conflitos do adensamento populacional urbano e as limitações das condições naturais da área (DINIZ, 2014).

Dessa forma, estas áreas que estão localizadas em colinas e em regiões sinuosas do município, em que são comumente denominadas de morros e sob um ponto de vista geomorfológico, são denominadas de Tabuleiros Costeiros que pertencem ao domínio morfoestrutural do Planalto Sedimentar Litorâneo. Essas áreas sofreram fisicamente processos de rebaixamento em direção à costa, possibilitando a constituição de feições sinuosas e topos arredondados, com altitudes que entre 40 m a 80 m, além de encostas com declividades elevadas (FONSÊCA *et al.*, 2016).

No que tange a ocupação humana destas áreas de morro da zona Norte do Recife, inicialmente, segundo Sousa (2003) e Alheiros (1998), este fato ocorreu em razão do gradual processo de segregação do município na segunda metade do século XX. Com bairros da zona sul ocupados por casas de veraneio e sob um processo imobiliário de expansão, bem como as ações de “Liga Social Contra o Mocambo”, ocorridas no centro, as parcelas mais vulneráveis da população, sofreram esse processo de exclusão e, deram início a ocupação das áreas de morros da zona norte.

As áreas da zona norte também não foram atrativas para as famílias de maior poder aquisitivo, que passaram a se concentrar em áreas mais abertas e planas. Os morros da zona norte são marcados por "becos-sem-saída", que são bloqueados por barreiras naturais, que não agradavam a população mais rica. Assim, sobrou para a porção menos favorecida da população, as áreas elevadas, ou seja, os morros urbanos, que possuíam menor valor no metro quadrado. Entretanto, estas áreas necessitavam de grandes investimentos para assegurar a segurança e salubridade ambiental da área (PAULA *et al.*, 2011). A Figura 6 mostra ocupações comuns em bairros das áreas de morros da zona Norte do Recife.

Figura 6 - Ocupação habitacional na zona Norte do Recife.



Fonte: O Diário de Pernambuco, 2019.

Segundo Santos e Gomes (2016), o espaço urbano da cidade do Recife e a ocupação das áreas de morros, foi evoluindo a partir da apropriação de áreas mais adequadas para a construção de moradias por parte do mercado imobiliário, tornando evidente cenários de segregação social-espacial. Em vista das áreas mais planas serem ocupadas pelo mercado imobiliário, os locais que exigiam maior preocupação, como as encostas de morros, sofreram ocupação espontânea por parte das camadas mais vulneráveis da população. Deste modo, bairros da zona norte passaram por um crescimento intenso, sem a implementação de infraestrutura urbana sanitária e ambiental adequada.

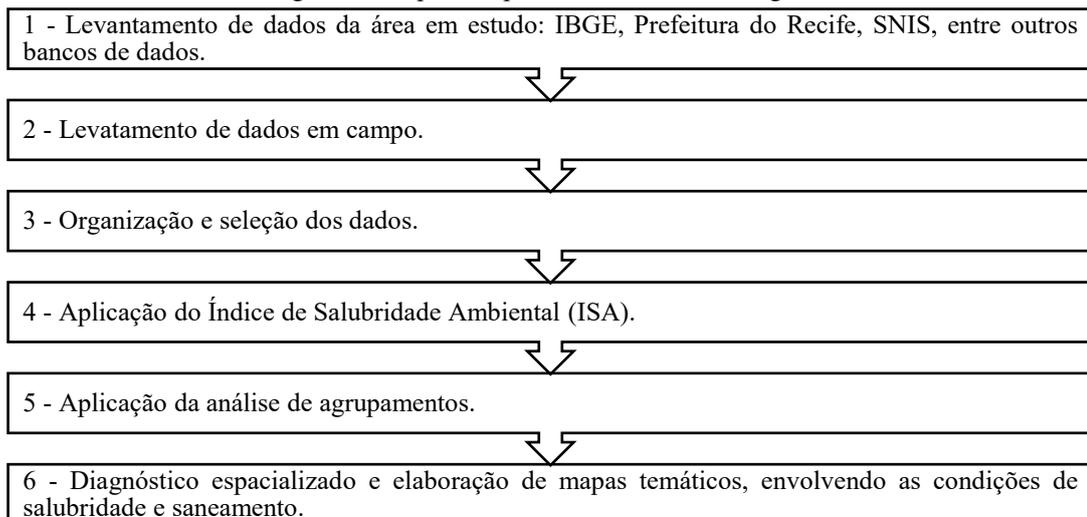
Neste sentido, o crescimento da zona Norte do Recife, principalmente nas áreas de morros, ocorreu em razão da demanda por espaço de habitação, entretanto, esse fenômeno não foi adequadamente planejado, não havendo o desenvolvimento de sistemas que compõem a infraestrutura urbana, como rede de esgoto e sistema de drenagem urbana. Assim, conforme aponta Sousa (2005), esse processo de ocupação dos bairros da zona norte se deu por um processo de exclusão social e expulsão da população mais vulnerável das áreas mais centrais do Recife, evidenciando a carência de um planejamento de uso e ocupação do solo, gerando relevantes situações de risco, que incluem deslizamentos de massa, presença de esgotos a céu aberto, alagamentos constantes, entre outros.

4 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos realizados para obtenção de resultados, são descritos no fluxograma apresentado na Figura 7. Nesse sentido, foram realizados levantamentos em bancos de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Prefeitura do Recife, Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), entre outros órgãos, para coleta de informações da área de estudo. Ademais, foram realizadas visitas técnicas para aferimento da situação do saneamento.

Em posse dos dados, foram executadas as etapas que envolvem a organização dos dados. Com isso, foi possível realizar um diagnóstico das condições de salubridade da área em estudo e, aplicar o Índice de Salubridade Ambiental (ISA) proposto. Para visualização das condições de salubridade especializadas, foram elaborados mapas temáticos.

Figura 7 - Etapas dos procedimentos metodológicos.



Fonte: O autor (2022).

4.1 Área de estudo: morros urbanos de Recife

O município do Recife, capital do estado de Pernambuco, no nordeste brasileiro, de acordo com o IBGE (2010a), possui a população que é estimada em cerca 1,6 milhão de habitantes, distribuídos em uma área de aproximadamente 218 km², com densidade populacional em torno de 7 mil habitantes por km². A cidade é caracterizada por ser massivamente ocupada, apresentando grande inchaço urbano em certas partes, que é definido por moradias instaladas em áreas sujeitas ao enfileiramento de riscos, envolvendo alagamentos, escassez de água, movimentos de massa, entre outros.

Nessa conjectura, o referido município foi palco de diversas transformações socioespaciais ao longo do tempo, em decorrência do aumento populacional, bem em razão do crescimento de demandas comerciais e econômicas. Com isso, se acarretou uma série de ocupações em áreas consideradas de risco. Esse desenvolvimento, que ocorreu em suma, de maneira acelerada, não teve êxito no que se refere a infraestrutura e condições sanitárias.

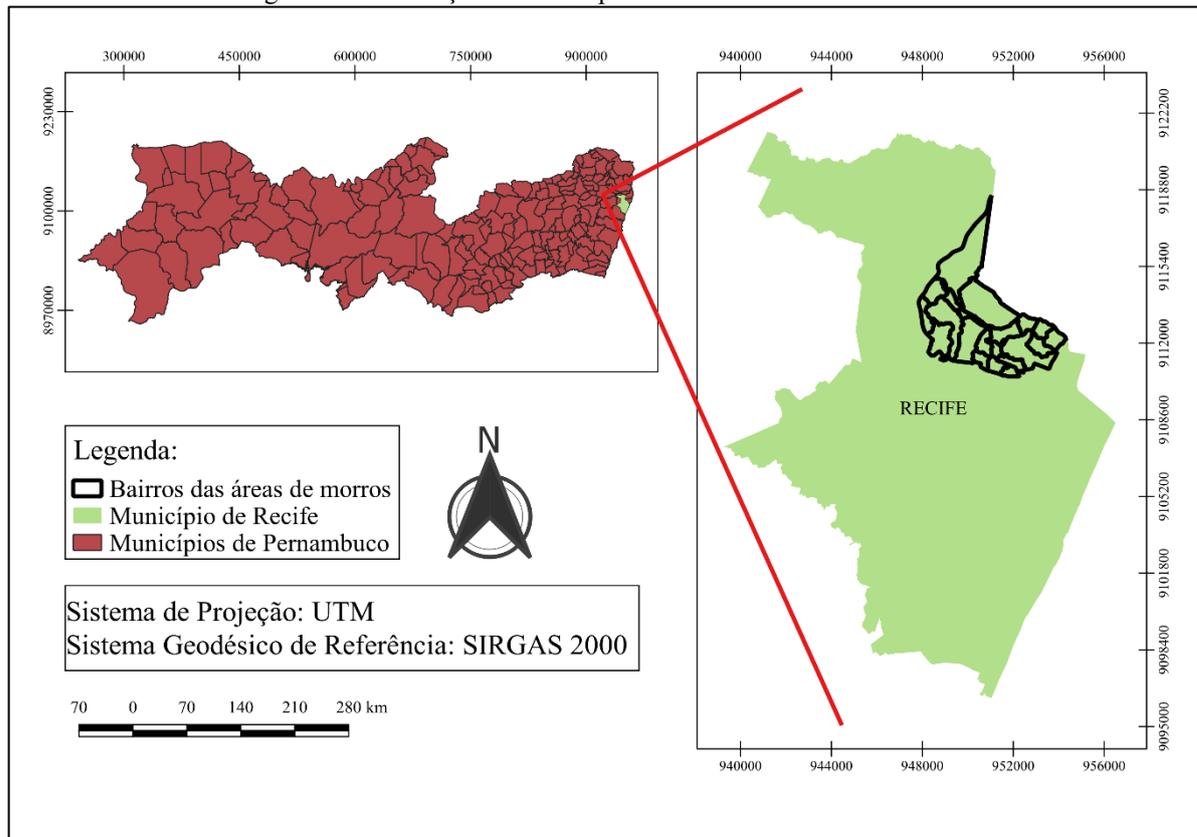
Os locais que mais sofreram ocupações, em razão das demandas sociais, consistem nas áreas de morros da zona norte de Recife. Essas localidades englobam bairros que receberam moradores ao longo do século XX, a partir do desenvolvimento econômico e social da cidade, levando a construção de moradias próximas a encostas de morros. Assim, de acordo com Gomes *et al.* (2012), as áreas de morros da zona norte são definidas como vulneráveis, em razão das condições geológicas e geográficas da área, onde pode haver intensos movimentos de massas em período chuvosos.

De forma inicial, a ocupação dessas áreas, na cidade de Recife se define como um risco bastante relevante, em razão da geologia local, que de acordo com Verde e Santos (2019), é bastante variada, com a presença de rochas cristalinas, rochas vulcânicas e sedimentares das Bacias Pernambuco e Paraíba, juntamente com sedimentos diversos friáveis e erodíveis. Deste modo, as áreas de morros do município são locais vulneráveis aos deslizamentos, na Figura 8 é possível visualizar a localização dos bairros que estão situadas as áreas de morros da zona norte, no município de Recife.

Nesse sentido, além das condições naturais que tornam as áreas de morros, locais vulneráveis e com grandes riscos, existe também os fatores de desenvolvimento urbano, que englobam as condições sanitárias e ambientais da área. O acesso a condições básicas de saneamento básico, também estão correlacionadas com os riscos que a população residente do local enfrenta.

O processo de ocupação, está intrinsecamente relacionado com as condições de saneamento da área, por isso, é de grande significância estudar as condições dos serviços de saneamento e conforto ambiental da área. Deste modo, é possível averiguar a saúde ambiental e sanitária da localidade, envolvendo as condições de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, entre outros fatores, que podem agravar a vulnerabilidade socioeconômica.

Figura 8 - Localização do município do Recife e da área em estudo.



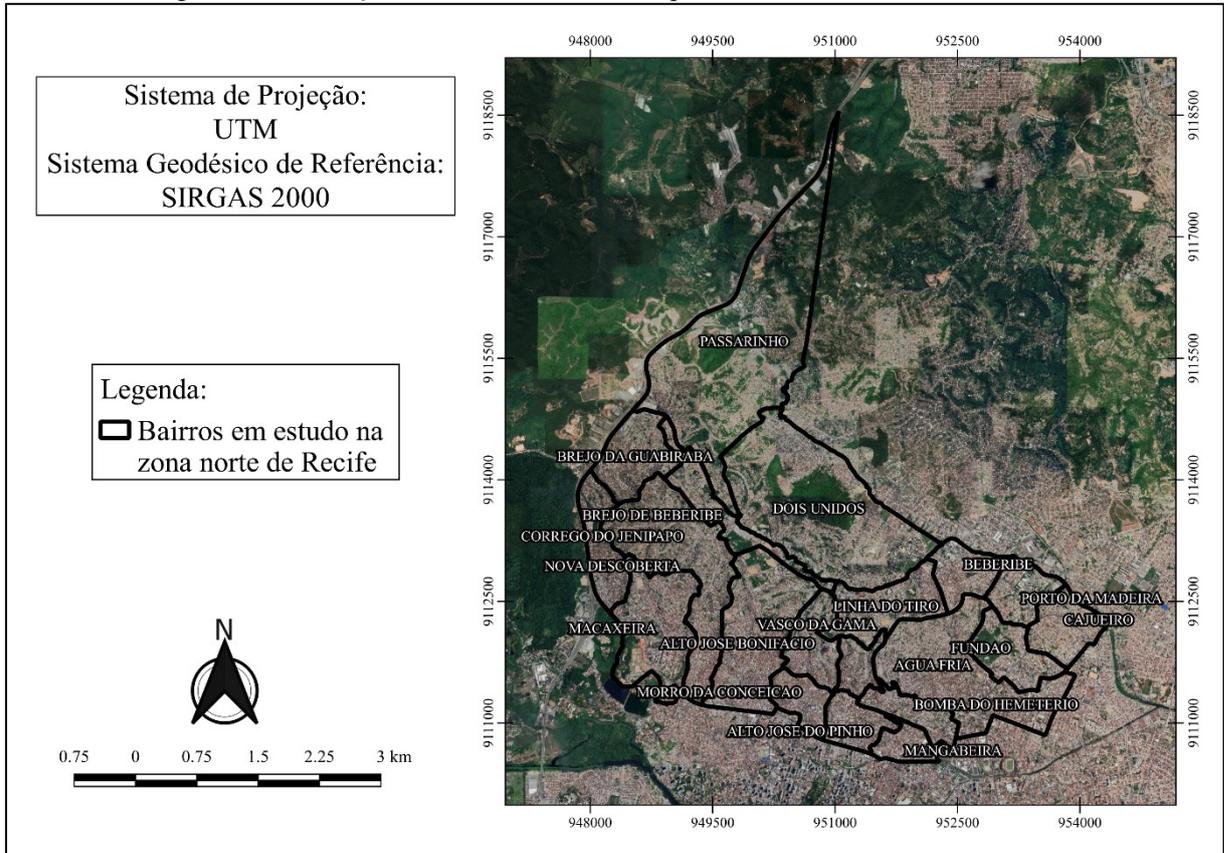
Fonte: O autor (2022).

Portanto, para a realização do presente estudo foram selecionados 20 bairros da zona norte do Recife, dispostos na Figura 9. A escolha destes bairros para aplicação do Índice de Salubridade Ambiental (ISA), visando analisar as condições de salubridade e de saneamento da área, ocorreu com base no desenvolvimento e ocupação destes locais, que obedeceram basicamente, a mesma regra, um desenvolvimento acelerado, sem o correto planejamento.

Perante aos bairros selecionados, a área em estudo consiste em 20 bairros que estão localizados nas áreas de morros ou em suas proximidades, na zona norte do Recife. A Tabela 8 revela a quantidade de habitantes em cada um dos mesmos e a área correspondente. Assim, considerando todos os bairros em estudo, há um acervo populacional de mais de 262.959 habitantes e uma área de 2115 hectares.

A área de estudo representa grande parte da zona norte de Recife e está presente nas Regiões Políticas Administrativas (RAP) 2 e 3, englobando bairros e localidades estratégicas e tradicionais como os bairros de Vasco da Gama, Macaxeira, Nova Descoberta, entre outros. O montante populacional da área representa cerca de 16% do município do Recife, relevando haver a necessidade de atenção para os bairros em questão, a fim de propor eventuais melhorias no concerne o saneamento ambiental.

Figura 9 - Localização dos bairros selecionados para estudo, na zona norte do Recife.



Fonte: O autor (2022).

Tabela 8 - População e área dos bairros em estudo.

Bairros	População (hab)	Área (hectares)	Região Político Administrativa (RAP)
Córrego do Jenipapo	9.246	61	3
Brejo da Guabiraba	11.362	75	3
Brejo de Beberibe	8.292	64	3
Nova Descoberta	34.212	180	3
Macaxeira	20.313	125	3
Dois Unidos	32.805	312	2
Vasco da Gama	31.025	160	3
Alto José Bonifácio	12.462	57	3
Morro da Conceição	10.182	38	3
Linha do Tiro	14.867	82	2
Beberibe	8.856	49	2
Porto da Madeira	7.713	48	2
Cajueiro	6.584	59	2
Fundão	8.132	62	2
Água Fria	43.529	193	2
Alto Santa Terezinha	7.703	31	2
Alto José do Pinho	12.334	41	3

Bairros	População (hab)	Área (hectares)	Região Político Administrativa (RAP)
Bomba do Hemetério	8.472	43	2
Mangabeira	6.950	29	3
Passarinho	20.305	406	3
TOTAL	262.959	2115	

Fonte: Prefeitura do Recife (2021a).

4.2 Aplicação do Índice de Salubridade Ambiental - ISA

O ISA é definido como uma ferramenta de gestão que tem como objetivo auxiliar em estudos acerca dos serviços de saneamento. O mesmo foi desenvolvido inicialmente pela Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (CONESAN), para aplicação em municípios ou outras localidades em específico (CONESAN, 1999).

As orientações e obrigações acerca dos serviços de saneamento estão contidas nos termos da Lei Federal 11.445/2007 (BRASIL, 2007), que atesta os indicadores que norteiam o referido setor de saneamento ambiental. Ademais, são dispostas as responsabilidades por parte dos prestadores de serviços, que devem seguir uma série de diretrizes.

Neste contexto, o ISA também é visto como instrumento essencial para a elaboração e gerenciamento de planos municipais de saneamento básico. Este índice fornece uma análise da situação de salubridade de uma área, sendo medido pela média ponderada de uma série de indicadores que estão relacionados de maneira direta ou indiretamente com a salubridade ambiental, bem como com os serviços de saneamento (ALMEIDA; ABIKO, 2000).

Assim, para aferir o ISA em uma localidade ou município, é necessário o levantamento de subindicadores e variáveis acerca dos serviços de saneamento. Para este estudo, o Quadro 1 indica os subindicadores e variáveis para compor o ISA das áreas de morros da zona norte de Recife, que levou em consideração:

- Componentes de abastecimento de água, que visam mensurar a qualidade do sistema de água que abastece os domicílios das áreas de morros da zona norte de Recife, envolvendo as formas de abastecimento de água potável, qualidade da rede de distribuição, entre outros;
- Componentes do esgotamento sanitário, que tem como finalidade averiguar as condições de destinação dos efluentes domésticos, qualidade da rede de esgotamento e acesso a banheiro com sanitários nos domicílios;

- Componentes de resíduos sólidos, visam constatar as formas de deposição dos resíduos sólidos, bem como a qualidade de limpeza pública das localidades, entre outros;
- Componentes de drenagem urbana, que tem como objetivo verificar a qualidade de conservação dos dispositivos de drenagem urbana, a presença de bocas de lobo nas vias, além do emprego de medidas para mitigação de alagamentos e deslizamentos;
- Componentes de infraestrutura urbana, visam averiguar o atendimento e presença de elementos estruturais nas localidades em estudo, englobando acessibilidade, arborização, pavimentação, entre outros;
- Componentes socioeconômicos, buscam averiguar as condições renda e de educação nos domicílios das localidades, envolvendo o rendimento mensal e alfabetização dos responsáveis;
- Componentes de saúde pública, averigam a ocorrência de doenças como Dengue, Zica e Chikungunya nos bairros em estudo, bem como a presença de unidades de saúde para atendimento da população.

Todos os indicadores utilizados e as suas respectivas variáveis foram obtidos a partir de banco de dados disponibilizados em diversos órgãos e a partir de visitas técnicas de campo, conforme também é apontado na Tabela 9. É válido ressaltar que em decorrência dos anos de 2020 e 2021 estarem inseridos em períodos da pandemia de COVID-19, tornou-se impossível a realização da pesquisa, a partir de questionários aplicados diretamente para todos os moradores dos bairros em estudo.

Assim, foi necessária a busca das informações com a utilização dos bancos de dados de órgãos públicos como IBGE, COMPESA e Prefeitura do Recife. Além disso, foram efetuadas visitas técnicas em campo juntamente com a equipe do PSAM - Plano de Segurança do Abastecimento de Água nos Morros, para aferir informações acerca dos indicadores selecionados referentes as condições sanitárias na área de estudo.

Deste modo, foram coletados dados a partir do censo de 2010 (IBGE, 2010b), relatórios de 2017 da COMPESA referente qualidade de água de água (COMPESA, 2017), calendário de frequência de distribuição de água do Recife (COMPESA, 2021), planilhas da Secretaria de Saúde do Recife de 2019 referentes a incidência de doenças (PREFEITURA DO RECIFE, 2020), planilhas acerca da localização de unidades e postos de saúde nos bairros do Recife (PREFEITURA DO RECIFE, 2021), entre outros dados, para calcular as referidas variáveis e indicadores que compõem o ISA da área de estudo.

Portanto, a partir das informações adquiridas nos referidos bancos de dados e nos levantamentos de campo realizados em 2021 por meio do PSAM, foram utilizadas planilhas eletrônicas do Excel, que possibilitaram o aferimento de todas as variáveis que compõem o ISA proposto, conforme é explicado na Tabela 9. De posse das referidas informações e dados de cada variável acerca dos componentes selecionados, foram calculados o ISA final para cada bairro em estudo.

Tabela 9 - Indicadores e suas variáveis para cálculo do ISA.

Indicador	Peso	Equação	Variável	Descrição	Equação da variável	Fonte
IAB = Indicador de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos	0.2	IAB = IAA * 0.5 + IQAR * 0.1 + IFA * 0.2 + IQRAB * 0.2	IAA = Índice de Atendimento de Água	Formas em que domicílios são atendidos no que concerne o abastecimento de água, sendo: Rede pública - 100; Poço - 60; Cisterna de água pluvial - 40; Carro pipa ou outra forma - 20.	IAA = ((% Domicílio com Rede Pública * 100) + (% de Domicílios com Poço * 60) + (% de Domicílios com Cisterna * 40) + (% de Domicílios com Carro Pipa ou outra Forma * 20)) / 100	IBGE (2010b)
			IQAR = Índice de qualidade da água da rede	Quantidade de amostras de água da rede de distribuição em desconformidade com a legislação no relatório de 2017, acerca dos seguintes parâmetros: coliformes termotolerantes, e. coli, cor, turbidez, cloro residual livre. Sendo: Não há amostras em desconformidade - 100; Há amostras em desconformidade - 0.	IAQR = ((não há amostras em desconformidade de C. Termotolerantes - 100; há amostras em desconformidade de C. Termotolerantes - 0)*0.2) + ((não há amostras em desconformidade de E. coli - 100; há amostras em desconformidade de E. coli - 0)*0.2) + ((não há amostras em desconformidade acerca da cor - 100; há amostras em desconformidade acerca da cor - 0)*0.2) + ((não há amostras em desconformidade acerca da turbidez - 100; há amostras em desconformidade acerca da turbidez - 0)*0.2) + ((não há amostras em desconformidade acerca do cloro res. livre - 100; há amostras em desconformidade acerca do cloro res. livre - 0)*0.2)	COMPESA (2017)
			IFA = Índice de frequência de abastecimento	Frequência em que ocorre o abastecimento via rede pública, sendo: Diariamente ou 6 vezes por semana - 100; 4 ou 5 vezes por semana - 80; 3 vezes por semana - 60; 2 vezes por semana - 40; 1 vez por semana - 20; Quinzenalmente - 5.	IFA = Frequência de abastecimento de água classificada de acordo com a respectiva ocorrência	COMPESA (2021)
			IQRAB = Índice de qualidade da rede de abastecimento	Condição da rede de distribuição de esgotamento: 100 - 75 – Excelente ou Boa; 75 - 50 – Satisfatória; 50 - 25 – Ruim; 25 - 0 – Péssimo.	IQRAB = Condição da rede de esgotamento sanitário de acordo classificada de acordo com a ponderação	Visitas em campo
	0.2					

Indicador	Peso	Equação	Variável	Descrição	Equação da variável	Fonte
IES = Indicador de Esgotamento Sanitário		$IES = IDE * 0.6 + IEEV * 0.2 + IABH * 0.2$	IDE = Índice de destinação de efluentes	Formas em que domicílios realizam o lançamento do esgotamento sanitário, sendo: Rede pública - 100; Fossa séptica - 60; Fossa Rudimentar - 30; Vala, Escoadouro ou Corpos Hídricos - 5.	$IAE = ((\% \text{ Domicílio atendidos pela Rede Pública} * 100) + (\% \text{ de Domicílios com Fossa Séptica} * 60) + (\% \text{ de Domicílios com Fosa Rudimentar} * 30) + (\% \text{ de Domicílios com lançamento em valas, escoadouros ou corpos hídricos} * 5)) / 100$	IBGE (2010b)
			IEEV = Índice de esgotamento a céu aberto escoando nas vias	Condição de esgotamento a céu aberto: 100 - 76 – Não existe; 75 - 51 – Existe, de forma esporádica nas vias; 50 - 26 – Existe, de forma perceptível em parte das vias; 25 - 0 – Existe, de forma relevante em quase todas as vias.	IEEV = Condição de esgotamento sanitário a céu aberto escoando pelas vias de acesso	Visitas em campo
			IABH = Índice de acesso a banheiros	Quantidade de domicílios que possuem banheiros exclusivos com sanitários (%).	IABRH = % dos domicílios que possuem pelo menos um banheiro com sanitário em casa	IBGE (2010b)
IRS = Indicador de Resíduos Sólidos	0,15	$IRS = IDRS * 0.6 + IPEV * 0.05 + IVR * 0.35$	IDRS = Índice de destinação de resíduos sólidos	Formas em que os domicílios realizam o destinamento dos resíduos sólidos, sendo: Coleta pública realizada no domicílio - 100; Depósito em caçambas fora do domicílio - 60; Queima - 40; Enterramento - 30; Depósito em terreno baldio - 20; Depósito em corpos d'água - 10.	$IDRS = ((\% \text{ Domicílios com coleta a partir da rede pública na residência} * 100) + (\% \text{ de Domicílios com coleta em caçambas fora da residência} * 60) + (\% \text{ de Domicílios com realizam queima} * 40) + (\% \text{ de Domicílios que enterram} * 30) + (\% \text{ de Domicílios que depositam em terreno baldio} * 20) + (\% \text{ de Domicílios que depositam em corpos d'água} * 10)) / 100$	IBGE (2010b)
			IPEV = Índice de Pontos de Entrega Voluntária ou Similares	Existência de PEV ou similar no bairro, sendo: Existe - 100; Não existe - 0.	IPEV = Existe de PEV ou similar no bairro, sendo aplicado: Sim - 100; Não - 0.	Prefeitura do Recife (2021b)
			IVR = Índice de limpeza de ruas e escadarias	Situação da limpeza de ruas e escadarias: 0 - 25 – Não existe; 26 - 50 – Insatisfatória; 51 - 75 – Satisfatória; 76 - 100 – Boa ou Ótima.	IVR = Condição da limpeza das vias de acordo com a ponderação	Visitas em campo
IDU = Indicador de Drenagem Urbana	0.15	$IDU = IBL * 0.5 + ICDU * 0.25 + IMED * 0.25$	IBL = Índice de existência de bocas de lobo ou bueiro	Quantidade de domicílios que possuem bocas de lobo localizada confrontante ou no canteiro central nas proximidades do logradouro (%).	IBL = % dos domicílios que possuem bocas de lobo localizada confrontante ou no canteiro central nas proximidades do logradouro	IBGE (2010b)

Indicador	Peso	Equação	Variável	Descrição	Equação da variável	Fonte
			ICDU = Índice de conservação dos dispositivos de drenagem urbana	Situação da conservação do sistema de drenagem urbana, envolvendo bocas de lobo, sarjeta, canais e galerias, sendo: 0 - 25 – Não existe; 26 - 50 – Insatisfatória; 51 - 75 – Satisfatória; 76 - 100 – Boa ou Ótima.	ICDU = Condição da conservação dos dispositivos de drenagem urbana de acordo com a ponderação	Visitas em campo
			IMED = Índice de medidas de emergência de avisos e controle de alagamentos e deslizamentos	Situação das medidas de avisos e controle de alagamentos e deslizamentos: 0 - 25 Não existe; 26 - 50 – Existe, mas sem funcionamento; 51 - 75 – Existe, mas é insatisfatório; 76 - 100 – Existe e é satisfatório.	IMED = Condição e existência das medidas de avisos e controle para mitigação de alagamentos e deslizamentos com a ponderação	Visitas em campo e Prefeitura do Recife (2021c)
IIU = Indicador de Infraestrutura Urbana	0.1	$\text{IIR} = \text{IEE} * 0.5 + \text{IQCE} * 0.1 + \text{IPA} * 0.1 + \text{ICAL} * 0.05 + \text{IUP} * 0.1 + \text{IAR} * 0.05 + \text{IRA} * 0.1$	IEE = Índice de acesso à energia elétrica	Quantidade de domicílios com acesso à energia elétrica (%).	IEE = % dos domicílios que possuem acesso à energia elétrica	IBGE (2010b)
			IQCE = Índice de qualidade e segurança das escadarias e vias	Situação da qualidade dos corrimãos, degraus e pavimentação das escadarias e vias, sendo: 0 - 25 – Não possui nenhuma estrutura ou quase inexistente; 26 - 50 – Estrutura insatisfatória, com grandes defeitos; 51 - 75 – Estrutura satisfatória, sem grandes defeitos estruturais; 76 - 100 – Estrutura em situação ótima.	IQCE = Condição da qualidade dos corrimãos, degraus e pavimentação das escadarias e vias com a ponderação	Visitas em campo
			IPA = Índice de Pavimentação	Quantidade de domicílios que possuem pavimentação na rua (%),	IPA = % de domicílios que possuem pavimentação no entorno da residência	IBGE (2010b)
			ICAL = Índice de calçadas	Quantidade de domicílios que possuem calçadas na entrada (%).	ICAL = % de domicílios que possuem calçadas no entorno da residência	IBGE (2010b)

Indicador	Peso	Equação	Variável	Descrição	Equação da variável	Fonte
			IUP = Índice de existência de iluminação pública	Domicílios que são atendidos por um ponto de iluminação (%).	IUP = % de domicílios que possuem iluminação pública no entorno	IBGE (2010b)
			IAR = Índice de Arborização	Domicílios que possuem vegetação na face confrontante ou no canteiro central nas proximidades do logradouro (%).	IAR = % de domicílios que possuem arborização no entorno ou na residência	IBGE (2010b)
			IRA = Índice de rampa de acessibilidade para cadeirante	Domicílios que possuem nas proximidades rampa de acesso para cadeirante (%).	IRA = % de domicílios que possuem rampa de acessibilidade no entorno	IBGE (2010b)
ISE = Indicador Socioec.	0.1	ISE = IEA * 0.3 + IRF * 0.7	IEA = Índice de alfabetização	Quantidade de pessoas alfabetizadas, responsáveis pelos domicílios (%).	IEA = % dos responsáveis pelos domicílios que são alfabetizados	IBGE (2010b)
			IRF = Índice de renda familiar	Quantidade de domicílios com renda familiar per capita maior do que 1 salário mínimo (%).	IRF = % de domicílios que possuem renda familiar per capita maior do que 1 salário mínimo	IBGE (2010b)
ISP = Indicador de Saúde Pública	0.1	ISP = ID * 0.25 + ICH * 0.25 + IZ * 0.25 + IUS * 0.25	ID = Incidência de dengue	Incidência de casos de Dengue, sendo: caso qualquer tenha incidência - 0; caso não tenha incidência - 100.	ID = nº de casos em 2020 / População do bairro	Prefeitura do Recife (2020)
			IZ = Incidência de Zica	Incidência de casos de Zica, sendo: caso tenha qualquer incidência - 0; caso não tenha incidência - 100.	IZ = nº de casos em 2020 / População do bairro	Prefeitura do Recife (2020)
			ICH = Incidência de chikungunya	Incidência de casos de Chikungunya, sendo: caso tenha qualquer incidência - 0; caso não tenha incidência - 100.	ICH = nº de casos em 2020 / População do bairro	Prefeitura do Recife (2020)
			IUS = Índice de presença de unidades de saúde	Presença de unidades de saúde no bairro, sendo: caso tenha alguma unidade - 100; caso não tenha - 0.	IUS = 100 para bairros em que se tem a presença de unidades de atendimento; 0 para bairros em que não se tem a presença de unidades de atendimento	Prefeitura do Recife (2019)

Fonte: O autor (2022).

A partir da Tabela 9, que expõe as informações necessárias para introdução do cálculo do ISA, pode-se aplicar a Equação 1, que dispõe o ISA final proposto para a área em estudo, conforme os pesos para cada indicador. Com a aplicação da referida equação, é possível classificar a condição de salubridade conforme a Tabela 10.

$$ISA = 0.2IAB + 0.2IES + 0.15IRS + 0.15IDU + 0.1ISE + 0.1IIU + 0.1ISP \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

ISA = Índice de Salubridade Ambiental;
 IAB = Indicador de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos;
 IES = Indicador de Esgotamento Sanitário;
 IRS = Indicador de Resíduos Sólidos;
 IDU = Indicador de Drenagem Urbana;
 ISE = Indicador Socioeconômico;
 IIU = Indicador de Infraestrutura Urbana;
 ISP = Indicador de Saúde Pública.

Tabela 10 - Classificação do ISA.

Situação da Salubridade	Pontuação do ISA
Insalubre	0 – 25
Baixa Salubridade	25 – 50
Média Salubridade	50 – 75
Salubre	75 – 100

Fonte: Adaptado de Silva (2006).

4.2.1 COMPONENTES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – IAB

O Indicador de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos (IAB), consiste em verificar os componentes que estão relacionados com o provimento de água aos habitantes. Assim, levou-se em consideração os itens de abastecimento de água a partir da rede pública, poço ou nascente, carro pipa, aproveitamento de água pluvial e qualidade de água da rede de abastecimento pública. A Equação 2 mostra a equação utilizada para cálculo do IAB e, as Equações 3 a 6 as variáveis utilizadas para o referido indicador.

$$IAB = IAA * 0.5 + IQAR * 0.1 + IFA * 0.2 + IQRAB * 0.2 \quad (\text{Equação 2})$$

$$IAA = \frac{\left(\begin{array}{l} (\% \text{ Dom. com rede pública} * 100) + (\% \text{ Dom. com poço} * 60) + \\ (\% \text{ Dom. com cisterna} * 40) + (\% \text{ Dom. com carro pipa ou outra} * 20) \end{array} \right)}{100} \quad (\text{Equação 3})$$

$$IAQR = \sum \left(\begin{array}{l} (\text{não há amostras em desconformidade} - 100); \\ (\text{há amostras em desconformidade} - 0) \end{array} \right) \quad (\text{Equação 4})$$

$$IFA = \text{Frequência de abastecimento classificada de acordo com a ocorrência} \quad (\text{Equação 5})$$

$$IQRAB = \text{Condição da rede de esgotamento sanitário de acordo classificada de acordo} \\ \text{com a ponderação} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

IAB = Indicador de Abastecimento de Água;

IAA = Índice de Atendimento de Água, formas em que domicílios são atendidos no que concerne o abastecimento de água, sendo: Rede pública – 100, Poço – 60, Cisterna de água pluvial – 40, Carro pipa ou outra forma – 20;

IQAR = Índice de qualidade da água da rede, quantidade de amostras de água da rede de distribuição em desconformidade com a legislação no relatório de 2017, acerca dos seguintes parâmetros: coliformes termotolerantes, e. coli, cor, turbidez, cloro residual livre. Sendo: não há amostras em desconformidade – 100, há amostras em desconformidade – 0. Cada parâmetro de qualidade possui um sub peso de 20%;

IFA = Índice de frequência de abastecimento, frequência em que ocorre o abastecimento via rede pública, sendo: diariamente ou 6 vezes por semana - 100; 4 ou 5 vezes por semana - 80; 3 vezes por semana - 60; 2 vezes por semana - 40; 1 vez por semana - 20; quinzenalmente – 5;

IQRAB = Condição da rede de esgotamento sanitário de acordo classificada de acordo com a ponderação. Sendo: condição da rede de distribuição de esgotamento: 100 - 75 – Excelente ou Boa; 75 - 50 – Satisfatória; 50 - 25 – Ruim; 25 - 0 – Péssimo.

4.2.2 COMPONENTES DE COLETA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – IES

O Indicador de Esgotamento Sanitário (IES), consiste em avaliar as condições que se referem aos fatores de destinação do esgotamento sanitário e suas intervenções. Para isso, se considerou os itens de acesso a coleta da rede pública; índice de qualidade da rede pública, que busca mensurar o estado de conservação da referida rede; acesso a água por poço ou nascente; acesso a água por carro pipa; realização de aproveitamento de água pluvial; e domicílios com acesso a banheiros com sanitários. A Equação 7 mostra a equação utilizada para cálculo do IES e, as Equações 8 a 10 as variáveis utilizadas para o referido indicador.

$$IES = IDE * 0.6 + IEEV * 0.2 + IABH * 0.2 \quad (\text{Equação 7})$$

$$IDE = \frac{\left(\begin{array}{l} (\% \text{ Dom. atendidos pela Rede Pública} * 100) + \\ (\% \text{ de Dom. com Fossa Séptica} * 60) \\ + (\% \text{ de Dom. com Fossa Rudimentar} * 30) \\ + (\% \text{ de Dom. com lançamento em valas, } \\ \text{escoadouros ou corpos hídricos} * 5) \end{array} \right)}{100} \quad (\text{Equação 8})$$

$$IEEV = \text{Condição do esgotamento sanitário a céu aberto escoando nas vias} \quad (\text{Equação 9})$$

$$IABRH = \% \text{ dos domicílios que possuem pelo menos 1 banheiro com sanitário} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:

IES = Indicador de Esgotamento Sanitário;

IDE = Índice de destinação de efluentes, formas em que domicílios realizam o lançamento do esgotamento sanitário, sendo: Rede pública – 100, Fossa séptica – 60, Fossa Rudimentar – 30, Vala, Escoadouro ou Corpos Hídricos – 5;

IEEV = Índice de esgotamento a céu aberto escoando nas vias, sendo a condição de esgotamento a céu aberto: 100 - 76 – Não existe; 75 - 51 – Existe, de forma esporádica nas vias; 50 - 26 – Existe, de forma perceptível em parte das vias; 25 - 0 – Existe, de forma relevante em quase todas as vias;

IABRH = Índice de acesso a banheiros, quantidade de domicílios que possuem banheiros exclusivos com sanitários (%).

4.2.3 COMPONENTES DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – IRS

O Indicador de Resíduos Sólidos (IRS), consiste em averiguar a situação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na área em estudo. Para isso, foram consideradas variáveis acerca da abrangência de coleta de resíduos por parte da rede pública, disposição de resíduos em caçambas para posterior coleta, bem como a limpeza pública de vias e ruas e a presença de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), Ecoestações ou Ecopontos. A Equação 11 mostra a equação utilizada para cálculo do IRS e, as equações 12 a 14 as variáveis utilizadas para o indicador em questão.

$$\text{IRS} = \text{IDRS} * 0.6 + \text{IPEV} * 0.05 + \text{IVR} * 0.35 \quad (\text{Equação 11})$$

$$\text{IDRS} = \frac{\left(\begin{array}{l} (\% \text{ Dom. com coleta a partir da rede pública na residência} * 100) \\ + (\% \text{ de Domicílios com coleta em caçambas fora da residência} * 60) \\ + (\% \text{ de Domicílios com realizam queima} * 40) + \\ (\% \text{ de Domicílios que enterram} * 30) + \\ (\% \text{ de Domicílios que depositam em terreno baldio} * 20) + \\ (\% \text{ de Domicílios que depositam em corpos d'água} * 10) \end{array} \right)}{100} \quad (\text{Equação 12})$$

$$\text{IPEV} = \text{Existe de PEV ou similar, sendo aplicado: Sim - 100; Não - 0.} \quad (\text{Equação 13})$$

$$\text{IVR} = \text{Condição da limpeza das vias de acordo com a ponderação} \quad (\text{Equação 14})$$

Onde:

IRS = Indicador de Resíduos Sólidos;

IDRS = Índice de destinação de resíduos sólidos, formas em que os domicílios realizam o destinação dos resíduos sólidos, sendo: Coleta pública realizada no domicílio – 100, Depósito em caçambas fora do domicílio – 60, Queima – 40, Enterramento – 30, Depósito em terreno baldio – 20, Depósito em corpos d'água – 10;

IPEV = Índice de Pontos de Entrega Voluntária ou Similares Existência de PEV ou similar no bairro, sendo: existe – 100, não existe – 0;

IVR = Índice de limpeza de ruas e escadarias, situação da limpeza de ruas e escadarias: 0 - 25 – Não existe, 26 - 50 – Insatisfatória, 51 - 75 – Satisfatória, 76 - 100 – Boa ou Ótima.

4.2.4 COMPONENTES DE DRENAGEM URBANA – IDU

O Indicador de Drenagem Urbana (IDU), está relacionado com as questões de manejo de água pluviais na área em estudo, no que tange os dispositivos que fazem parte do sistema de drenagem e as demais questões pertinentes. Assim, foram consideradas variáveis acerca da presença de bocas de lobo nas proximidades das residências, conservação dos dispositivos, como boca de lobo, canais, sarjetas, entre outros, além da adoção de sistemas de alertas para ocorrências de chuvas intensas. A Equação 15 mostra a equação utilizada para cálculo do IDU e, as Equações 16 a 18 as variáveis utilizadas para o referido indicador.

$$IDU = IBL * 0.5 + ICDU * 0.25 + IMED * 0.25 \quad (\text{Equação 15})$$

IBL = % dos domicílios que possuem bocas de lobo localizada confrontante
ou no canteiro central nas proximidades do logradouro (Equação 16)

ICDU = Cond. da conservação dos dispositivos de drenagem urb. ponderados (Equação 17)

IMED = Cond. e existência das medidas de avisos e
controle para mitigação de alagamentos e deslizamentos, ponderados (Equação 18)

Onde:

IDU = Indicador de Drenagem Urbana;

IBL = Índice de existência de bocas de lobo ou bueiro, quantidade de domicílios que possuem bocas de lobo localizada confrontante ou no canteiro central nas proximidades do logradouro (%);

ICDU = Índice de conservação dos dispositivos de drenagem urbana, situação da conservação do sistema de drenagem urbana, envolvendo bocas de lobo, sarjeta, canais e galerias, sendo: 0 - 25 – Não existe, 26 - 50 – Insatisfatória, 51 - 75 – Satisfatória, 76 - 100 – Boa ou Ótima;

IMED = Índice de medidas de emergência de avisos e controle de alagamentos e deslizamentos, situação das medidas de avisos e controle de alagamentos e deslizamentos: 0 - 25 Não existe; 26 - 50 – Existe, mas sem funcionamento; 51 - 75 – Existe, mas é insatisfatório; 76 - 100 – Existe e é satisfatório.

4.2.5 COMPONENTES DE INFRAESTRUTURA URBANA – IIU

O Indicador de Infraestrutura Urbana (IIU) consiste no levantamento de dados acerca das questões básicas intrínsecas de serviços urbanos infraestruturais, envolvendo a qualidade urbana da localidade. Assim, neste estudo, foram consideradas variáveis acerca da presença de energia elétrica nos domicílios, vias pavimentadas, presença de calçadas, presença de iluminação pública, arborização urbana e acessibilidade com rampas de acesso. A Equação 19 mostra a equação utilizada para cálculo do IIU e, as Equações 20 a 26 as variáveis utilizadas para o referido indicador.

$$IIU = IEE * 0.5 + IQCE * 0.1 + IPA * 0.1 + ICAL * 0.05 \\ + IUP * 0.1 + IAR * 0.05 + IRA * 0.1 \quad (\text{Equação 19})$$

IQCE = Condição da qualidade e segurança das escadarias e vias (Equação 20)

IEE = % dos domicílios que possuem acesso à energia elétrica (Equação 21)

IPA = % de domicílios que possuem pavimentação no entorno da residência (Equação 22)

ICAL = % de domicílios que possuem calçadas no entorno da residência (Equação 23)

IUP = % de domicílios que possuem iluminação pública no entorno (Equação 24)

IAR = % de domicílios que possuem arborização no entorno ou na residência (Equação 25)

IRA = % de domicílios que possuem rampa de acessibilidade no entorno (Equação 26)

Onde:

IIU = Indicador de Infraestrutura Urbana;

IEE = Índice de acesso à energia elétrica, quantidade de domicílios com acesso à energia elétrica (%);

IQCE = Índice de qualidade e segurança das escadarias e vias, condição da qualidade dos corrimãos, degraus e pavimentação das escadarias e vias, sendo: 0 - 25 – Não possui nenhuma estrutura ou quase inexistente; 26 - 50 – Estrutura insatisfatória, com grandes defeitos; 51 - 75 – Estrutura satisfatória, sem grandes defeitos estruturais; 76 - 100 – Estrutura em situação ótima;

IPA = Índice de Pavimentação, quantidade de domicílios que possuem pavimentação na rua (%);

ICAL = Índice de calçadas, quantidade de domicílios que possuem calçadas na entrada (%);

IUP = Índice de existência de iluminação pública, domicílios que são atendidos por um ponto de iluminação (%);

IAR = Índice de Arborização, domicílios que possuem vegetação na face confrontante ou no canteiro central nas proximidades do logradouro (%);

IRA = Índice de rampa de acessibilidade para cadeirante, domicílios que possuem nas proximidades rampa de acesso para cadeirante (%).

4.2.6 COMPONENTES DE FATORES SOCIOECONÔMICOS – ISE

O Indicador Socioeconômico (ISE) é definido a partir das variáveis que estão relacionadas com fatores de renda e educação. Neste caso, foram consideradas como variáveis as questões de renda dos domicílios e a alfabetização dos responsáveis dos mesmos. A Equação 27 mostra a equação utilizada para cálculo do ISE e, as Equações 28 e 29 as variáveis utilizadas para o referido indicador.

$$\text{ISE} = \text{IEA} * 0.3 + \text{IRF} * 0.7 \quad (\text{Equação 27})$$

$$\text{IEA} = \% \text{ dos responsáveis pelos domicílios que são alfabetizados} \quad (\text{Equação 28})$$

$$\text{IRF} = \% \text{ domicílios com renda familiar per capita maior do que 1 salário mín.} \quad (\text{Equação 29})$$

Onde:

ISE = Indicador Socioeconômico;

IEA = Índice de alfabetização, quantidade de pessoas alfabetizadas, responsáveis pelos domicílios (%);

IRF = Índice de renda familiar, quantidade de domicílios com renda familiar per capita maior do que 1 salário mínimo (%).

4.2.7 COMPONENTES DE SAÚDE PÚBLICA – ISP

O Indicador de Saúde Pública (ISP) é definido a partir das variáveis que estão relacionadas com os fatores de saúde coletiva, dependentes dos serviços de saneamento. Neste caso, foram consideradas como variáveis a incidência de casos de Dengue, Zica e Chikungunya, nos bairros em estudo. Ademais, também foi constatada presença de unidades de saúde nas localidades, sendo Unidades de Saúde da Família, Unidades Básicas de Saúde, entre outros. A Equação 30 mostra a equação utilizada para cálculo do ISP e, as Equações 31 a 34 as variáveis utilizadas para o referido indicador.

$$\text{ISP} = \text{ID} * 0.25 + \text{ICH} * 0.25 + \text{IZ} * 0.25 + \text{IUS} * 0.25 \quad (\text{Equação 30})$$

$$ID = \frac{\text{n}^\circ \text{ de casos em 2020}}{\text{população do bairro}}$$

(Equação 31)

Se maior do que 0: ID = 0;

Se igual a 0: ID = 100.

$$IZ = \frac{\text{n}^\circ \text{ de casos em 2020}}{\text{população do bairro}}$$

(Equação 32)

Se maior do que 0: IZ = 0;

Se igual a 0: IZ = 100.

$$ICH = \frac{\text{n}^\circ \text{ de casos em 2020}}{\text{população do bairro}}$$

(Equação 33)

Se maior do que 0: ICH = 0;

Se igual a 0: ICH = 100.

$$IUS = 100 \text{ para bairros em que se tem a presença de unidades de atendimento;}$$

(Equação 34)

$$0 \text{ para bairros em que não se tem a presença de unidades de atendimento}$$

Onde:

ISP = Indicador de Saúde Pública;

ID = Incidência de dengue Incidência de casos de Dengue, sendo: caso qualquer tenha incidência – 0, caso não tenha incidência – 100;

IZ = Incidência de Zica, incidência de casos de Zica, sendo: caso tenha qualquer incidência – 0, caso não tenha incidência – 100;

ICH = Incidência de Chikungunya, incidência de casos de Chikungunya, sendo: caso tenha qualquer incidência – 0, caso não tenha incidência – 100;

IUS = Índice de presença de unidades de saúde, presença de unidades de saúde no bairro, sendo: caso tenha alguma unidade – 100, caso não tenha - 0.

4.3 Análise estatística multivariada

Diante do levantamento dos dados de salubridade ambiental, a fim de constatar situações específicas ocorrentes nas localidades em estudos, foi utilizada a técnica de estatística multivariada, análise de agrupamentos. Assim, foram identificados e selecionados bairros com condições mais agravantes e outros com situações de salubridade mais adequada.

Esta técnica multivariada, segundo Mingoti (2005), é definida como uma ferramenta que tem como finalidade a separação dos objetos analisados em grupos, com base nas características (variáveis) que eles dispõem. Neste estudo, o objetivo consistiu em estudar os agrupamentos gerados pelos bairros da área em estudo, em relação aos serviços e condições de salubridade.

A análise de agrupamentos, que também é chamada por *cluster analysis*, é realizada a partir dos seguintes procedimentos metodológicos, conforme atesta Pereira (1999):

- Obtenção das distâncias entre os objetos em estudo, no que concerne o espaço multiplano de todas as variáveis que estão sendo consideradas. Para isso, há as seguintes medidas de distâncias: euclidiana, euclidiana ao quadrado, city block, chebychev, entre outros;
- Definição e encadeamento dos agrupamentos por proximidade geométrica, considerando a distância adotada. Para isso, se tem métodos para agrupamento, os mais usados consistem em: vizinho mais próximo, método do vizinho completo, método de Ward, entre outros;
- Identificação dos grupos obtidos de forma coerente, acatando as características do universo de dados em estudo.

Ao avaliar um determinado conjunto de dados que possuem relações interdependentes entre si, a análise de agrupamentos possibilita a formação a partir das características dos conjuntos. Essa formação de grupos é mensurada a partir das características homogêneas internas de análise, que se despojam de maneiras diferentes entre cada objeto, como índice de atendimento de esgotamento sanitário, abastecimento de água, questões de drenagem urbana, bem como os outros dados de salubridade. Portanto, os grupos são estabelecidos como heterogêneos com comportamentos que são diferentes entre si (EVERITT, 1995; VICINI, 2005; FREI, 2006).

Conforme é apontado por Frei (2006), a análise de agrupamento tem como premissa principal, a elaboração de uma matriz de m amostras (objetos). Deste modo, se propõe agrupar automaticamente os n objetos da base de dados em k clusters (grupos), utilizando apenas os dados das variáveis de cada conjunto em estudo. Para averiguar a conjectura de semelhança ou diferença entre os conjuntos em estudo, se emprega uma função de distância, que neste caso, foi escolhida a distância euclidiana, apontada na Equação 35, que corresponde à similaridade (semelhança) entre os dados dos elementos.

$$d(X_i, X_k) = [(X_i - X_k)'(X_i - X_k)]^{1/2} = [\sum (X_{il} - X_{kl})^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 35})$$

As distâncias de dissimilaridade e similaridade são empregadas em pesquisas que buscam obter determinados objetivos que englobam averiguar os graus de semelhança ou disparidade entre um ou mais conjuntos. Em contrapartida, quando há uma grande quantidade de conjuntos em estudo, as medidas de dissimilaridade possuem uma importância maior, em razão de ser inexecutável, o reconhecimento de grupos de conjuntos por apenas visualização

simples. Sendo assim, a realização de métodos que efetuam os agrupamentos dos referidos conjuntos pode ser uma adequada alternativa para identificação de fatores, interpretação e análise dos dados e informações (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Portanto, obtidas as distâncias, pode-se executar um o método hierárquico da análise de agrupamentos, que de maneira geral, se tem como objetivo principal, constatar mais de um tipo de partição e aproximação dos dados entre os objetos em estudo (pertencentes aos conjuntos), sendo possível gerar diversos agrupamentos a partir da similaridade em questão (BEM *et al.*, 2015).

No que concerne aos métodos hierárquicos, se pode aplicar diversas técnicas estatísticas para elaboração do desenho dos agrupamentos que são formados, priorizando um determinado método que é aplicado. Nesse contexto, existe o método de Ward, o qual foi utilizado neste estudo. Este método, que também é denominado de método da mínima variância, incide em agrupar os dados com base na medida de distância entre dois clusters (agrupamentos), levando em consideração a soma das distâncias ao quadrado entre os dois referidos clusters, que são definidos como conjuntos de dados.

De acordo com Hair Jr *et al.* (2005), o método de Ward consiste em um procedimento de agrupamentos hierárquicos, em que a metodologia empregada para a formação dos agrupamentos, é definida a partir do cálculo da soma de quadrados entre os dois conjuntos. Este cálculo é efetuado a partir da variância dos elementos em estudo, conforme mostra as equações 36 a 39 e, no esquema apontado na Figura 10. Para realização da análise de agrupamentos foi utilizado o software de estatística *Past4.08 – Paleontological Statistics*.

O referido software foi elaborado e desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Oslo, na Noruega, para realização de análises comuns na área de ecologia e ciências ambientais. É disponível gratuitamente, com ferramentas e algoritmos que permitem aplicações de estatística multivariada, descritiva, inferência, entre outros (HAMMER *et al.*, 2001).

$$SSI = \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{l,k,j} - \bar{X}_{l,j})^2, \quad \bar{X}_{l,j} = \frac{1}{n_l} \sum_{k=1}^{n_l} (X_{l,k,j}) \quad (\text{Equação 36})$$

$$SSI_{i,j} = \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{l,k,j} - \bar{X}_j)^2 + \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{j=1}^p (X_{i,k,j} - \bar{X}_j)^2, \quad (\text{Equação 37})$$

$$\bar{X}_j = \frac{1}{n_l + n_i} \left(\sum_{k=1}^{n_l} X_{l,k,j} + \sum_{k=1}^{n_i} X_{i,k,j} \right)$$

$$d(C_l, C_i) = SSI_{i,j} - (SSI + SSI_{i,j}) \quad (\text{Equação 38})$$

$$d(C_l, C_i) = \frac{n_l * n_i}{n_l + n_i} \sum_{j=1}^p (\bar{X}_{l,j} - \bar{X}_{i,j})^2 \quad (\text{Equação 39})$$

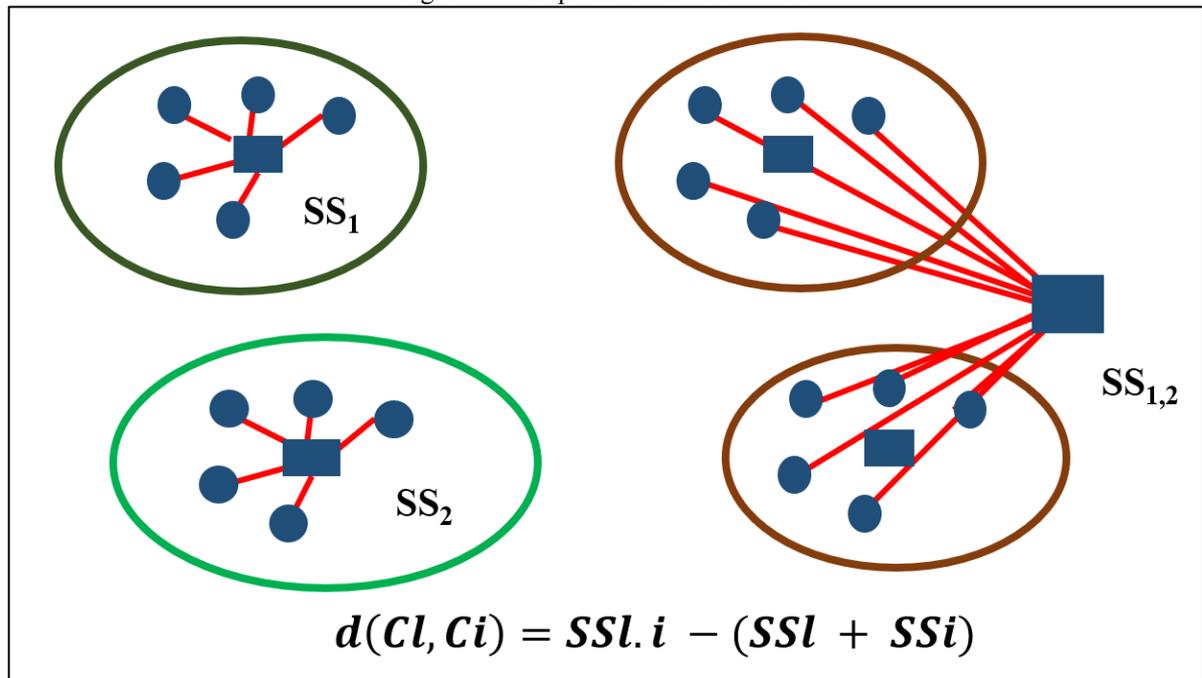
Onde: $X_{l,k,j}$ = valor para a variável p na observação j pertencente ao cluster l ; SS_l = soma dos erros quadrados dentro do cluster l ; SS_i = soma total dos erros quadrados (agrupando os clusters l e i).

Após definido o método estatístico utilizado para execução da análise de agrupamentos, para uma melhor visualização dos grupos, se utiliza o dendrograma, que é elaborado a partir dos níveis das distâncias dos referidos grupos desenvolvidos. Sendo assim, permite-se analisar de maneira visual, os grupos de bairros formados e suas relações, envolvendo as variáveis e indicadores de salubridade em estudo.

A quantidade de grupos, bem como quantidade de bairros que são expressos em cada um desses grupos dispostos, pode ser apurada de forma subjetiva, com base na execução de corte transversal no dendrograma. O referido corte é definido diante das características observadas que se referem a aproximação dos grupos no desenho do dendrograma obtido, de forma que as distâncias entre os intragrupos, bem como a quantidade de bairros em cada um, sejam factíveis e coerentes, para traçar planejamentos direcionados posteriormente.

Para averiguar a adequação entre as distâncias dos agrupamentos, se consulta o coeficiente de correlação cofenética, que indica o grau de preservação das distâncias agrupadas pelo dendrograma obtido na análise de agrupamentos, em comparação com as distâncias originais. O pressuposto consiste em adquirir a correlação entre as distâncias observadas entre os objetos (componentes e variáveis dos bairros), em relação as distâncias obtidas a partir da análise de agrupamentos, assim, a partir da matriz de distâncias em questão, denomina-se a mesma como matriz cofenética.

Figura 10 - Esquema do método Ward.



Fonte: O autor (2022).

Perante a aplicação da estatística multivariada, que dispõe os referidos agrupamentos, ponderando as variáveis e nos indicadores de salubridade em estudo, foi possível verificar quais conjuntos (bairros) estão em maior similaridade de características. Nesse sentido, foi possível aferir quais as regiões (R1, R2, R3, ...), que possuem dados de serviços de saneamento, saúde ambiental, condições ambientais, com menor variância entre si.

4.4 Diagnóstico especializado de aspectos e elaboração de mapas temáticos

O diagnóstico de salubridade ambiental permite compreender as dimensões de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana, questões socioeconômicas, infraestrutura urbana da área e saúde pública. Assim, são consolidadas informações significativas que se constituem como dados de sistemas de informações que podem auxiliar na elaboração de políticas públicas em temas do saneamento básico.

Dessa forma, é de interesse que o diagnóstico de uma localidade acerca da salubridade ambiental, seja realizada de forma espacial, a fim de selecionar e identificar as localidades em diferentes condições. Com esse estudo, torna-se possível organizar mais adequadamente o planejamento, investimento, orçamento e administração financeira dos serviços envolvidos.

Para isso, a partir dos dados organizados por bairros da área em estudo, foram confeccionados mapas temáticos envolvendo as condições de saneamento da área. A cartografia

temática, segundo Archela e Théry (2008), consiste na produção de mapas temáticos que possuem como base informações geográficas diversas de uma área, podendo integrar variadas informações físicas, sociais, ambientais, entre outros.

Destarte, conforme afirma Joly (1990), a utilização de mapas temáticos possibilita a representação num plano, indicando os objetos e elementos que devem ser observados e analisados sobre a superfície terrestre. Ademais, também indica a posição absoluta dos objetos e suas características, em relação a distância de outros objetos no mesmo espaço.

Com a intenção de estudar o espaço e seus fatores, se faz o uso de geotecnologias, que possuem as ferramentas necessárias para elaboração das representações espaciais que se deseja, podendo criar diversas temáticas, para representar a dinamicidade dos elementos em estudo. Neste trabalho, foi utilizado o *software* QGIS para compilação dos dados e confecção dos mapas, que elucidam a visualização das condições sanitário-ambientais dos bairros.

Portanto, com a elaboração dos referidos mapas, foi permitido visualizar o diagnóstico da área de estudo, de maneira espacializada. Os produtos obtidos revelam a ocorrência espacial de fenômenos específicos, podendo representar condições específicas acerca dos indicadores de salubridade, como:

- Mapeamento dos bairros por componentes do ISA;
- Identificação dos bairros em relação ao quantitativo de domicílios que são atendimentos por rede pública de coleta de efluentes domésticos, seja via rede de esgotamento sanitário ou água pluvial;
- Identificação dos bairros em relação ao quantitativo de bocas de lobo;
- Identificação dos bairros em que há presença de Ecopontos ou Ecoestações;
- Mapeamento dos bairros em que há presença de postos de saúde.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos diante da execução dos procedimentos metodológicos, são revelados neste capítulo, que discute a situação das condições sanitárias da área em estudo. Deste modo, são evidenciados os resultados adquiridos, englobando o emprego do Índice de Salubridade Ambiental - ISA, análise de agrupamentos dos bairros em estudo e geoespacialização.

5.1 Análise do Índice de Salubridade Ambiental

Com a aplicação do ISA, a partir dos indicadores adotados, foram obtidos os dados de salubridade dos bairros em estudo, envolvendo as questões de saneamento ambiental. Assim, foram calculados os indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana, infraestrutura urbana, aspectos socioeconômicos e saúde pública, conforme exposto nos itens a seguir.

5.1.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS

No que concerne os serviços de atendimento de água, inicialmente, foi estimada a variável que indica o atendimento de água nos bairros em estudos (IAA). A Tabela 11 revela as principais fontes de abastecimento de água potável para os domicílios, englobando a cobertura de atendimento pela rede pública, poço ou nascente, carro pipa ou similar e coleta de água pluvial.

Percebeu-se que em todos os bairros há pelo menos 86,31% de cobertura de abastecimento de água rede pública, sendo que o bairro da Macaxeira possui o menor índice de atendimento, sendo os referidos 86,31%. Os domicílios em que o abastecimento, advém de poços ou nascentes, na grande maioria não possuem grande relevância, sendo menor do que 5% em quase todos os bairros. A exceção consiste no bairro da Macaxeira em que cerca de 11,83% das residências, o consumo de água provém dessas fontes. Outros bairros como Bomba do Hemétrio e Cajueiro ficam em torno de 4,72% e 4%, respectivamente.

Em relação as outras formas de abastecimento de água que, consistem na utilização de carros pipas ou similares e na utilização de aproveitamento de água pluvial, não há formas

expressivas para abastecimento de água. Em nenhum dos bairros em estudo, estas últimas fontes para consumo de água ultrapassam os 3% de domicílios.

Tabela 11 - Componentes do índice de atendimento de água.

Bairros	ICA = Índice de cobertura de atendimento da rede pública (%)	IAP = Índice de abastecimento a partir de poço ou nascente (%)	IACP = Índice de abastecimento a partir de carro pipa ou outra forma (%)	IAAP = Índice de aproveitamento de água pluvial (%)	IAA = Índice de atendimento de água
Córrego do Jenipapo	97,55	1,68	0,00	0,77	98,87
Brejo da Guabiraba	96,58	1,43	0,00	1,98	98,24
Brejo de Beberibe	95,93	3,13	0,00	0,94	98,19
Nova Descoberta	97,86	0,92	0,00	1,22	98,90
Macaxeira	86,31	11,83	0,00	1,86	94,15
Dois Unidos	96,00	2,14	0,00	1,86	98,03
Vasco da Gama	98,96	0,48	0,00	0,56	99,47
Alto José Bonifácio	97,79	0,92	0,00	1,29	98,86
Morro da Conceição	99,29	0,30	0,00	0,41	99,63
Linha do Tiro	98,33	1,17	0,00	0,50	99,23
Beberibe	97,95	1,59	0,00	0,46	99,09
Porto da Madeira	95,72	2,01	0,00	2,27	97,83
Cajueiro	93,64	4,00	0,00	2,37	96,98
Fundão	98,68	0,64	0,00	0,68	99,33
Água Fria	97,93	1,56	0,00	0,51	99,07
Alto Santa Terezinha	98,19	0,37	0,00	1,44	98,99
Alto José do Pinho	98,32	0,88	0,00	0,80	99,17
Bomba do Hemetério	94,34	4,72	0,00	0,94	97,55
Mangabeira	98,49	0,66	0,00	0,85	99,22
Passarinho	90,59	2,76	0,09	6,56	94,89

Fonte: O autor (2022).

Nesse sentido, se constata que a variável Índice de atendimento de água (IAA) ficou em todos em bairros acima de 90,00, visto que grande parte dos bairros, a principalmente fonte de abastecimento, consiste na rede pública. A menor pontuação foi verificada no bairro de Passarinho com 94,94 e, a maior no bairro de Vasco da Gama com 99,47. O bairro de Passarinho possui cerca de 20 mil habitantes, enquanto Vasco da Gama possui cerca de 31 mil habitantes, sendo que o primeiro possui uma urbanização mais lenta, seu processo de ocupação ocorreu em anos em mais recentes do que os outros bairros.

Em estudo realizado por Gonçalves *et al.* (2015), no município de Barcarena, no estado do Pará, no norte do Brasil, aponta que apenas 31% dos domicílios amostrados, possuem acesso a rede pública de abastecimento de água, no centro da referida cidade, evidenciando um cenário pior do que o encontrado nas áreas de morros urbanos da zona Norte do Recife. Neste estudo,

é predominante a utilização de poços como alternativas para abastecimento de água, em razão das condições ambientais serem mais favoráveis, o que não ocorre no Recife.

Já no município de Feira de Santana, no estado da Bahia, em estudo realizado por Santos *et al.* (2021), no bairro de Rua Nova, há um cenário mais similar com as áreas de morros da zona Norte do Recife, em que mais de 95% dos domicílios possuem acesso a rede pública de abastecimento de água. Entretanto, foi constatado que neste caso, há significativas desigualdades raciais dentro do próprio bairro em relação ao atendimento com serviço público de abastecimento de água.

Acerca das outras variáveis que compõem o Indicador de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos (IAB), a Tabela 12 dispõe os valores obtidos para os bairros. O Índice de qualidade de água da rede, que constata a pontuação acerca dos parâmetros de qualidade de água, mostra que em todos os bairros da pontuação foi 0, em detrimento de pelo menos um dos parâmetros estarem em desconformidade com a legislação em algum período analisado, conforme aponta o relatório de 2017 da COMPESA (COMPESA, 2017).

O Índice de frequência de abastecimento (IFA), que foi calculado de acordo com o calendário da COMPESA (COMPESA, 2021), que mostra a frequência mensal de abastecimento nas localidades, diante disto verificou-se que houve variação entre 40 e 100 pontos no IFA. Bairros como Passarinho, Morro da Conceição e Dois Unidos, em geral, sofrem um desabastecimento maior, onde usualmente há água apenas duas vezes por semana. Outros bairros como Vasco da Gama, Córrego do Jenipapo e Alto José Bonifácio, há água três vezes por semana, bairros como Água Fria e Nova Descoberto há frequência de água é de quatro ou cinco vezes por semana e, em bairros como Brejo da Guabiraba e Macaxeira, de forma geral há água de forma ininterrupta.

Este fato demonstra que a distribuição de água em bairros nas áreas de morros da cidade do Recife, é desigual e pode depender de diversos fatores como rede distribuição, acesso as vias com redes, bem como condições geográficas e ambientais, envolvendo o relevo e a forma de ocupação.

Tabela 12 - Componentes do indicador de abastecimento de água e recursos hídricos.

Bairros	IQAR = Índice de qualidade da água da rede	IFA = Índice de frequência de abastecimento	IQRAB = Índice de qualidade da rede de abastecimento	IAA = Índice de atendimento de água	IAB = Indicador de abastecimento de água e recursos hídricos
Córrego do Jenipapo	0,00	60,00	20,00	98,87	65,43
Brejo da Guabiraba	0,00	100,00	30,00	98,24	75,12
Brejo de Beberibe	0,00	100,00	30,00	98,19	75,09

Bairros	IQAR = Índice de qualidade da água da rede	IFA = Índice de frequência de abastecimento	IQRAB = Índice de qualidade da rede de abastecimento	IAA = Índice de atendimento de água	IAB = Indicador de abastecimento de água e recursos hídricos
Nova Descoberta	0,00	80,00	25,00	98,90	70,45
Macaxeira	0,00	100,00	40,00	94,15	75,08
Dois Unidos	0,00	40,00	40,00	98,03	65,01
Vasco da Gama	0,00	60,00	40,00	99,47	69,74
Alto José Bonifácio	0,00	60,00	65,00	98,86	74,43
Morro da Conceição	0,00	40,00	60,00	99,63	69,82
Linha do Tiro	0,00	80,00	60,00	99,23	77,62
Beberibe	0,00	80,00	50,00	99,09	75,54
Porto da Madeira	0,00	100,00	50,00	97,83	78,92
Cajueiro	0,00	100,00	50,00	96,98	78,49
Fundão	0,00	100,00	40,00	99,33	77,67
Água Fria	0,00	80,00	40,00	99,07	73,53
Alto Santa Terezinha	0,00	40,00	60,00	98,99	69,49
Alto José do Pinho	0,00	80,00	65,00	99,17	78,58
Bomba do Hemetério	0,00	100,00	50,00	97,55	78,77
Mangabeira	0,00	100,00	60,00	99,22	81,61
Passarinho	0,00	40,00	40,00	94,89	63,44

Fonte: O autor (2022).

O Índice de qualidade da rede de abastecimento (IQAR), que indica a condição de conservação da rede pública de abastecimento de água, variou entre 20 e 65 pontos, mostrando redes de abastecimento em péssimas conservações como no Córrego do Jenipapo e Nova Descoberta. Houve também situações de conservação ruim em locais como nos bairros de Fundão e Água Fria e, em condições satisfatórias em bairros como Alto Santa Terezinha e Mangabeira.

Deste modo, foi calculado o Indicador de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos (IAB), no qual o maior valor foi encontrado no bairro de Mangabeira com 81,91 e, o menor no bairro de 63,44 no bairro de Passarinho. Isso mostra a amplitude de quase 19 pontos entre o menor IAB obtido para o maior. Nesse caso, o bairro de Passarinho, por ter uma ocupação mais recente, também enfrenta maiores problemas de abastecimento, em decorrência da falta de redes de distribuição.

A Figura 11 revela a coleta de água pluvial realizada por moradores no bairro de Nova Descoberta, onde há a coleta em caixas d'água para utilização em fins não potáveis. Essa prática apesar de não ser tão frequente na área em estudo, ocorre em casos de desabastecimento de água que duram mais tempo, chegando a duas semanas. Nessas situações, a população necessita coletar água pluvial ou contratar carro pipa ou similar.

Figura 11 - Caixa d'água para coletar água pluvial em Nova Descoberta.



Fonte: O autor (2022).

O reservatório de Jiquiri, localizado em Brejo da Guabiraba, em certos momentos, sofre com vazamentos em tubulações que são oportunos para a população do entorno, nesta localidade é comum utilizar a água para usos domésticos, como lavagem de roupas, como mostra a Figura 12. Esse cenário, de uso da água em situação irregular no reservatório aponta uma situação insalubre de acesso a água potável, que pode prejudicar a logística de abastecimento. Salienta-se que em diversos locais as redes de distribuição ainda contam com tubulações em ferro fundido, que estão em estado elevado de deterioração.

A questão da conservação da rede de distribuição de água é relevante sob o ponto de vista do gerenciamento da água. Em locais com redes inadequadas, a possibilidade de vazamento de água é significativa, sendo que os bairros em estudos possuem encostas e taludes, com registros de deslizamentos, o que pode colocar em risco a população. A Figura 13 mostra a situação da rede de distribuição de água no bairro de Dois Unidos, onde foram registrados vazamentos em tubulações.

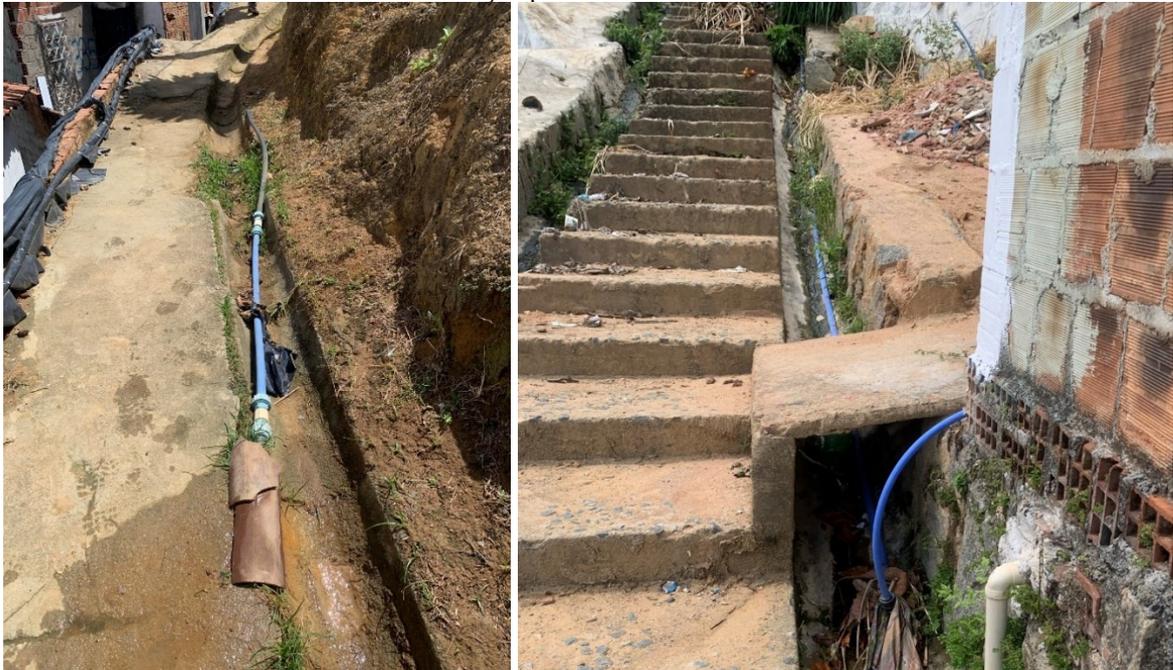
Dessa forma, são necessárias precauções para correções desses vazamentos e conservação da rede, em função da possibilidade de desperdício de água. Manutenções preventivas, limpezas e desobstruções são ações que podem ser tomadas com o objetivo de evitar o surgimento de problemáticas de abastecimento de água.

Figura 12 - Reservatório Jiquiri, situado no bairro de Brejo da Guabiraba.



Fonte: O autor (2022).

Figura 13 - Vazamento na rede de distribuição registrado no bairro de Dois Unidos, e remais da rede de distribuição presentes em escadaria.



Fonte: O autor (2022).

5.1.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O componente de esgotamento sanitário foi calculado considerando inicialmente a variável de Índice de destinação de efluentes (IDE), conforme é mostrado na Tabela 13. As formas de destinação do esgoto doméstico consistem no despejo via rede geral de esgoto ou água pluvial, via fossa séptica, via fossa rudimentar, via vala, via despejo em corpo d'água e via escoadouro.

Em geral, o bairro de Beberibe e Córrego do Jenipapo são os bairros em que há menor presença da coleta de esgoto via rede pública, sendo respectivamente 6,81% e 7,36% de coleta. Entretanto, nos demais bairros, é evidenciada uma maior presença, sendo a máxima de 59,96%, no bairro da Macaxeira. A maior quantidade de domicílios que utilizam fossa séptica como destino do esgoto doméstico está presente no bairro Morro da Conceição com 61,46% e, por outro lado, o bairro com menor presença de fossa séptica consiste em Mangabeira com 1,89%.

Tabela 13 - Componentes do índice de destinação de efluentes (IDE).

Bairros	Domicílios via rede geral de esgoto ou pluvial (%)	Domicílios via fossa séptica (%)	Domicílios via fossa rudimentar (%)	Domicílios via vala (%)	Domicílios via rio, lago ou mar (%)	Domicílios via outro escoadouro (%)	IDE = Índice de destinação de efluentes
Córrego do Jenipapo	7,36	4,61	83,27	2,16	0,48	1,61	35,32
Brejo da Guabiraba	12,99	16,05	67,92	1,14	0,18	0,32	43,08
Brejo de Beberibe	39,49	2,24	45,91	1,10	7,89	0,37	55,07
Nova Descoberta	13,62	22,07	62,13	0,89	0,01	0,67	45,58
Macaxeira	59,96	15,22	22,71	1,17	0,05	0,45	75,99
Dois Unidos	15,23	43,39	28,72	2,77	8,32	0,92	50,48
Vasco da Gama	11,63	7,53	75,84	2,89	0,35	0,91	39,11
Alto José Bonifácio	19,55	19,27	60,08	0,70	0,00	0,20	49,18
Morro da Conceição	15,09	61,46	20,20	1,62	0,00	0,74	58,15
Linha do Tiro	16,52	27,56	39,04	8,55	6,74	1,05	45,59
Beberibe	6,81	23,09	52,47	6,54	10,32	0,39	37,26
Porto da Madeira	38,22	40,36	11,14	2,27	7,58	0,13	66,27
Cajueiro	29,34	39,06	19,98	0,63	8,57	0,05	59,23
Fundão	28,30	24,21	41,20	5,61	0,36	0,24	55,49
Água Fria	28,82	23,89	38,83	6,32	0,37	0,86	55,18
Alto Santa Terezinha	20,82	27,17	44,92	6,03	0,28	0,42	50,93
Alto José do Pinho	13,70	33,39	42,54	9,89	0,03	0,26	47,01
Bomba do Hemetério	37,70	4,13	36,98	13,02	2,04	5,57	52,30
Mangabeira	26,94	1,89	58,65	10,54	0,00	1,23	46,25
Passarinho	24,15	20,41	47,22	2,68	1,76	1,40	50,86

Fonte: O autor (2022).

Em relação ao destino de efluentes para fossas rudimentares, o bairro Vasco da Gama possui 75,84% dos domicílios que possuem essa estrutura para destinar o esgoto produzido. Em situação oposta, o bairro de Porto da Madeira 11,14%. Em locais com ausência de rede pública de coleta de esgoto, é comum a existência de fossas em residências, para depositar o esgoto doméstico.

Do ponto de vista geral da Região Metropolitana do Recife – RMR, segundo Teixeira *et al.* (2021), considerando todos os municípios de grande porte, há em média 28,21% de domicílios com acesso a coleta de esgoto no ano de 2018. Os municípios de Recife e Olinda, analisando todos os bairros, possuem um acesso maior, sendo 74,69% e 52,68% respectivamente, de domicílios atendidos, representado mais da metade da população residente.

No caso das áreas de morros da zona Norte do Recife, nos bairros da localidade, onde esse acesso a rede pública de esgoto é significativamente menor, há a ocorrência de fossas, principalmente as rudimentares, que não dispõem nenhum tipo de tratamento, consistindo em um buraco aberto no terreno, proporcionam riscos ao solo, em detrimento do acúmulo de dejetos. Segundo Figueiredo *et al.* (2019), isso ocasiona poluição de solo e modificações na estrutura física, prejudicando a qualidade da área, podendo atingir o lençol freático. As fossas sépticas são ambientalmente mais adequadas, em razão de disponibilizar, pelo menos, um sistema de depuração de compostos residuais domésticos.

As outras formas de destino de efluentes domésticos englobam o despejo em valas, escoadouros ou em corpos d'água, ocorrendo em no máximo 15% dos bairros em estudo. Essas alternativas de despejo relevam o depósito de esgoto doméstico a céu aberto, evidenciando problemas ambientais que podem impactar a saúde da população. Diante destes fatos, percebe-se que a grande necessidade de adequação da rede coletora de esgotamento sanitário, para evitar a despejo de efluentes a céu aberto ou em fossas, que expõe a problemática de esgoto da localidade.

Neste contexto, para estimar o Indicador de Esgotamento Sanitário (IES), exposto na Tabela 14, também foi averiguado o Índice de acesso a banheiros (IABH), que expressa a presença de banheiros com sanitários nos domicílios, onde em todos os bairros, mais de 98% da residência possuem banheiros com sanitários.

Tabela 14 - Componentes do indicador de esgotamento sanitário.

Bairros	IABH = Índice de acesso a banheiros	IEEV = Índice de esgotamento a céu aberto escoando nas vias	IDE = Índice de destinação de efluentes	IES = Indicador de esgotamento sanitário
Córrego do Jenipapo	99,49	10,00	35,32	45,03
Brejo da Guabiraba	98,60	20,00	43,08	51,19
Brejo de Beberibe	96,99	30,00	55,07	59,28
Nova Descoberta	99,40	20,00	45,58	52,64
Macaxeira	99,57	15,00	75,99	66,64
Dois Unidos	99,35	20,00	50,48	55,08
Vasco da Gama	99,14	20,00	39,11	49,34
Alto José Bonifácio	99,80	25,00	49,18	55,79
Morro da Conceição	99,12	25,00	58,15	60,10
Linha do Tiro	99,45	20,00	45,59	52,66
Beberibe	99,61	35,00	37,26	52,28
Porto da Madeira	99,70	50,00	66,27	70,56
Cajueiro	97,63	50,00	59,23	66,52
Fundão	99,92	30,00	55,49	60,23
Água Fria	99,10	15,00	55,18	56,11
Alto Santa Terezinha	99,63	25,00	50,93	56,62
Alto José do Pinho	99,80	25,00	47,01	54,70
Bomba do Hemetério	99,45	20,00	52,30	56,01
Mangabeira	99,24	20,00	46,25	52,94
Passarinho	97,62	10,00	50,86	52,33

Fonte: O autor (2022).

A variável que dispõem a presença de esgoto a céu aberto, o Índice de esgotamento a céu aberto escoando nas vias (IEEV), mostra a ocorrência de efluentes a céu aberto que escoam pelas ruas e escadarias. A pontuação desta variável para todos os bairros, variou entre 10,00 e 50,00, revelando que em todos os bairros, há vias com escoamento de esgoto sanitário de forma relevante e perceptível.

Portanto, considerando todas as variáveis envolvidas, foi estimado o Indicador de Esgotamento Sanitário (IES). O maior valor foi verificado no bairro de Porto da Madeira com 70,56 e, o menor valor em no bairro de Córrego do Jenipapo com 45,03, revelando uma amplitude de mais de 25,00 entre os dois bairros. A Figura 14 mostra a situação de canais com presença de esgotamento sanitário ao ar livre, constatando uma condição ambientalmente irregular, podendo levar a problemas de saúde à população bem como afetar a economia local, desvalorizando imóveis, aluguéis e comércio.

Figura 14 - Esgoto em canal no bairro Nova Descoberta (à esquerda) e no bairro Brejo da Guabiraba (à direita).



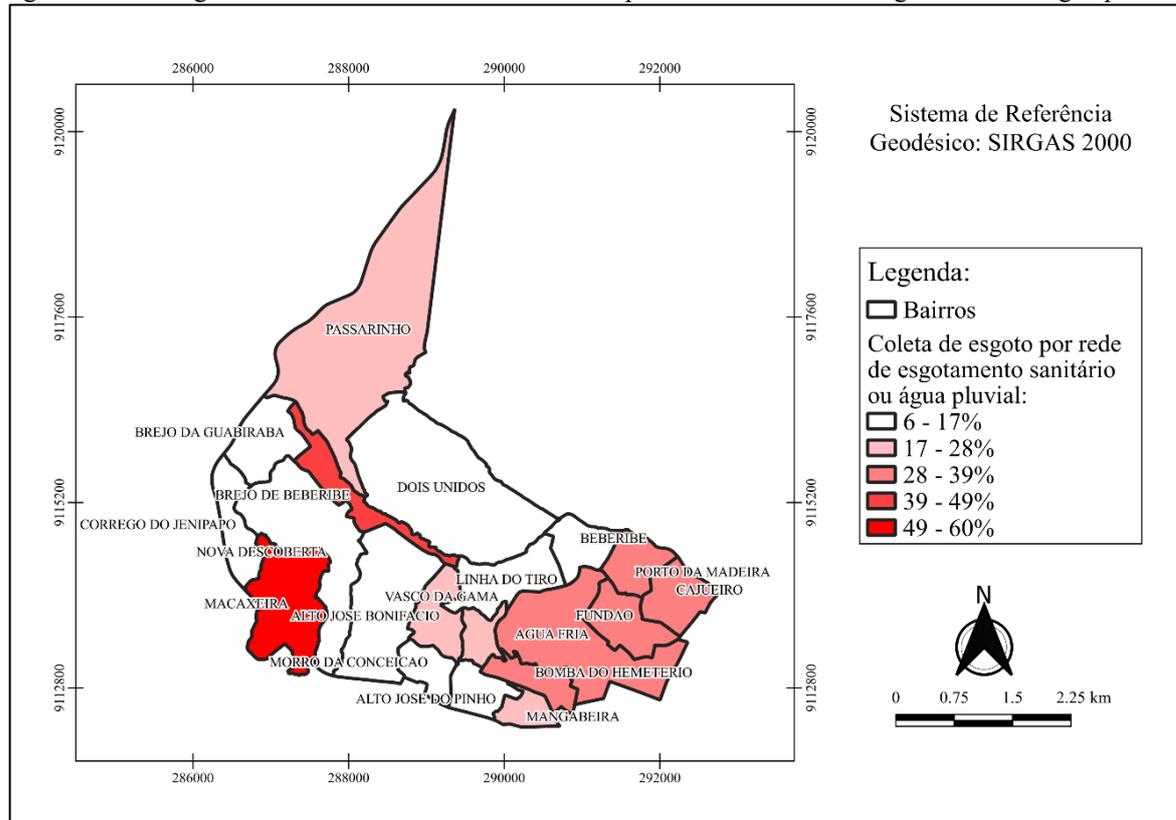
Fonte: O autor (2022).

A ocorrência de escoamento de esgoto sanitário a céu aberto consiste em uma problemática bastante frequente nos bairros em estudo. Esse cenário indica um cenário em que a população não tem acesso ao serviço de coleta de efluentes domésticos de forma adequada e ampla, resultando em uma condição perceptível de insalubridade ambiental.

A cobertura de coleta de esgotos, em grande parte dos municípios brasileiros é baixa ou mediana, tornando evidente o déficit desse requisito. A Figura 15 mostra a realidade dos bairros da zona Norte do Recife, que também é similar ao cenário nacional, sendo que apenas 1 bairro possui mais de 49,00% de coleta de efluentes e, a maioria possuem menos de 17,00%. O déficit de rede coletora de esgotamento sanitário urbano é uma realidade bastante frequente e consiste em um dos principais desafios do saneamento.

Ademais, é válido ressaltar que essa coleta de efluentes, de acordo com o IBGE (2010b), é realizada por rede pública de esgoto ou de águas pluviais, ou seja, de drenagem urbana. Dessa forma, a problemática se torna mais agravante, em detrimento de existir em determinados locais sistemas integrados de esgotamento sanitário e drenagem urbana. Com isso, há esgotamento sanitário escoando ao ar livre em canais abertos, em situação totalmente insalubre, propiciando o alastramento de vetores e prejuízos para a saúde pública.

Figura 15 - Abrangência da coleta de efluentes doméstico por sistema de rede de esgotamento ou água pluvial.



Fonte: O autor (2022).

5.1.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento de resíduos sólidos é definido como um dos serviços mais pertinentes do saneamento ambiental. A Tabela 15 revela os componentes do Índice de destinação de resíduos sólidos (IDRS), calculado a partir das formas de descarte de resíduos sólidos pelos domicílios, envolvendo coleta por serviços de limpeza, coleta em caçamba, realização de queima de resíduos, enterramento, descarte em terreno baldio ou logradouro ou descarte em corpos d'água.

Nesse sentido, em todos os bairros, pelo menos, 81,00% dos domicílios possuem serviço domiciliar de coleta por serviço de limpeza, indicando a abrangência da prefeitura na disponibilização do referido serviço. O bairro do Fundão é o que menos tem acesso a coleta domiciliar por serviço de limpeza, sendo 81,00% dos domicílios e, o bairro Córrego do Jenipapo possui cerca de 99,71% dos domicílios, sendo o local com maior acesso.

Tabela 15 - Componentes do índice de destinação de resíduos (IDRS).

Bairros	Domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza (%)	Domicílios com lixo coletado em caçamba de serviço de limpeza (%)	Domicílios com lixo queimado na propriedade (%)	Domicílios com lixo enterrado na propriedade (%)	Domicílios com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro (%)	Domicílios com lixo jogado em rio, lago ou mar (%)	IDRS = Índice de destinação de resíduos sólidos
Córrego do Jenipapo	99,71	0,15	0,00	0,00	0,15	0,00	99,82
Brejo da Guabiraba	94,51	4,93	0,03	0,00	0,44	0,00	97,57
Brejo de Beberibe	94,39	0,00	0,00	0,00	2,93	2,68	95,24
Nova Descoberta	96,51	2,20	0,04	0,01	1,22	0,00	98,09
Macaxeira	97,37	1,38	0,00	0,02	1,19	0,02	98,44
Dois Unidos	95,15	1,26	0,30	0,02	2,46	0,44	96,56
Vasco da Gama	96,54	1,04	0,05	0,00	2,29	0,00	97,65
Alto José Bonifácio	99,33	0,64	0,00	0,00	0,03	0,00	99,72
Morro da Conceição	99,05	0,44	0,00	0,00	0,51	0,00	99,42
Linha do Tiro	87,15	6,69	0,02	0,05	5,88	0,19	92,38
Beberibe	97,49	0,85	0,04	0,00	1,04	0,54	98,28
Porto da Madeira	97,77	0,04	0,00	0,00	1,29	0,21	98,08
Cajueiro	99,16	0,21	0,05	0,00	0,16	0,37	99,37
Fundão	81,00	18,96	0,00	0,00	0,04	0,00	92,38
Água Fria	94,98	1,59	0,01	0,00	3,30	0,02	96,60
Alto Santa Terezinha	95,64	1,81	0,00	0,00	2,41	0,00	97,21
Alto José do Pinho	89,49	8,49	0,00	0,00	1,91	0,03	94,97
Bomba do Hemetério	89,19	8,72	0,04	0,00	1,57	0,26	94,78
Mangabeira	96,36	1,23	0,00	0,00	2,32	0,05	97,57
Passarinho	83,27	0,47	1,74	0,07	14,23	0,07	87,12

Fonte: O autor (2022).

No que tange as outras formas de descarte de resíduos sólidos, foi evidenciado que o bairro de Fundão possui cerca de 18,96% dos domicílios que realizam o descarte em caçambas de lixo, pelo serviço de limpeza. Em locais sem coleta domiciliar, o armazenamento de resíduos em caçambas de serviço de limpeza, permite centralizar os resíduos em um local, para serem posteriormente coletados pelos caminhões. Em contrapartida, o acúmulo excessivo de resíduos em caçambas pode contribuir para o alastramento de odores e vetores. Os demais bairros não ultrapassam 10,00% para este serviço.

As demais formas de descarte, a mais expressiva consiste no depósito em terrenos baldios, sendo nos bairros de Passarinho e Linha do Tiro os mais frequentes, em que 14,23% e

5,88% dos domicílios realizam esta ação, respectivamente. Em relação ao descarte em corpos d'água, enterramento ou queima, não ocorre em nenhum bairro, essas práticas em mais de 3,00% dos domicílios.

Assim, foi estimado o Índice de destinação de resíduos sólidos (IDRS), em que o maior valor obtido foi no bairro de Córrego do Jenipapo com 99,82 e, em contraponto, o menor valor constatado foi no bairro de Passarinho com 87,12. A partir deste índice e das variáveis do componente de resíduos sólidos, foi estimado o Indicador de Resíduos Sólidos (IRS), conforme é mostrado na Tabela 16.

Tabela 16 - Componentes do indicador de resíduos sólidos.

Bairros	IPEV = Índice de pontos de entrega voluntária ou similares	IVR = Índice de limpeza de ruas e escadarias	IDRS = Índice de destinação de resíduos sólidos	IRS = Indicador de resíduos sólidos
Córrego do Jenipapo	0,00	50,00	99,82	77,39
Brejo da Guabiraba	0,00	50,00	97,57	76,04
Brejo de Beberibe	0,00	55,00	95,24	76,40
Nova Descoberta	0,00	40,00	98,09	72,85
Macaxeira	100,00	50,00	98,44	81,56
Dois Unidos	0,00	30,00	96,56	68,44
Vasco da Gama	0,00	30,00	97,65	69,09
Alto José Bonifácio	0,00	30,00	99,72	70,33
Morro da Conceição	100,00	30,00	99,42	75,15
Linha do Tiro	0,00	60,00	92,38	76,43
Beberibe	0,00	25,00	98,28	67,72
Porto da Madeira	0,00	30,00	98,08	69,35
Cajueiro	0,00	60,00	99,37	80,62
Fundão	0,00	60,00	92,38	76,43
Água Fria	0,00	25,00	96,60	66,71
Alto Santa Terezinha	0,00	25,00	97,21	67,08
Alto José do Pinho	0,00	35,00	94,97	69,23
Bomba do Hemetério	0,00	35,00	94,78	69,12
Mangabeira	0,00	45,00	97,57	74,29
Passarinho	0,00	40,00	87,12	66,27

Fonte: O autor (2022).

Os bairros de Macaxeira e Morro da Conceição são os únicos que possuem pontos de entrega voluntária de resíduos, denominados de Ecopontos ou Ecoestações, pela prefeitura do Recife. No que tange os serviços de limpeza das ruas e escadarias, os cenários mostram serviços, envolvendo varredura, capinação e outros, em situação não existente, insatisfatória e satisfatória. Os bairros em situação satisfatória, com maiores pontuações, consistem em Linha do Tiro, Cajueiro, Fundão e Brejo de Beberibe, os demais apresentaram condições de limpeza insatisfatória ou não existente.

Com isso, foram calculados os Indicadores de Resíduos Sólidos (IRS), com base em todas as variáveis do componente de resíduos sólidos, sendo o bairro de Macaxeira o mais bem avaliado, com 81,56 e, o bairro de Passarinho, com pior avaliação, sendo 66,27. As Figuras 16 e 17 mostram a realidade de resíduos que estão presentes nos bairros em estudo. Em eventos de precipitação, resíduos mal acondicionados ou irregularmente depositados, podem ser carregados para canais de drenagem e vias públicas, ocasionando problemáticas socioambientais.

Figura 16 - Resíduos depositados em canais, no bairro de Fundão.



Fonte: O autor (2022).

A disposição inadequada de resíduos sólidos em áreas urbanas, está relacionada com o surgimento de impactos ambientais englobando a infraestrutura urbana e a ocorrência de alagamentos. Com o escoamento superficial, também há o transporte de resíduos, que atingem canais e rios, ocasionando um desequilíbrio ambiental, a partir da poluição aquática causada, que prejudica a vida aquática e a dinâmica dos cursos hídricos.

Ademais, estes eventos também ameaçam a saúde pública, contribuindo para ao alastramento de vetores causadores de doenças. Sendo assim, em locais sem acesso a coleta adequada de resíduos sólidos, possuem a tendência de a insalubridade ser agravada, propiciando a ocorrência de impactos ambientais pertinentes, sendo necessária a expansão dos serviços de coleta domiciliar.

Figura 17 - Acúmulo de resíduos no bairro de Nova Descoberta.

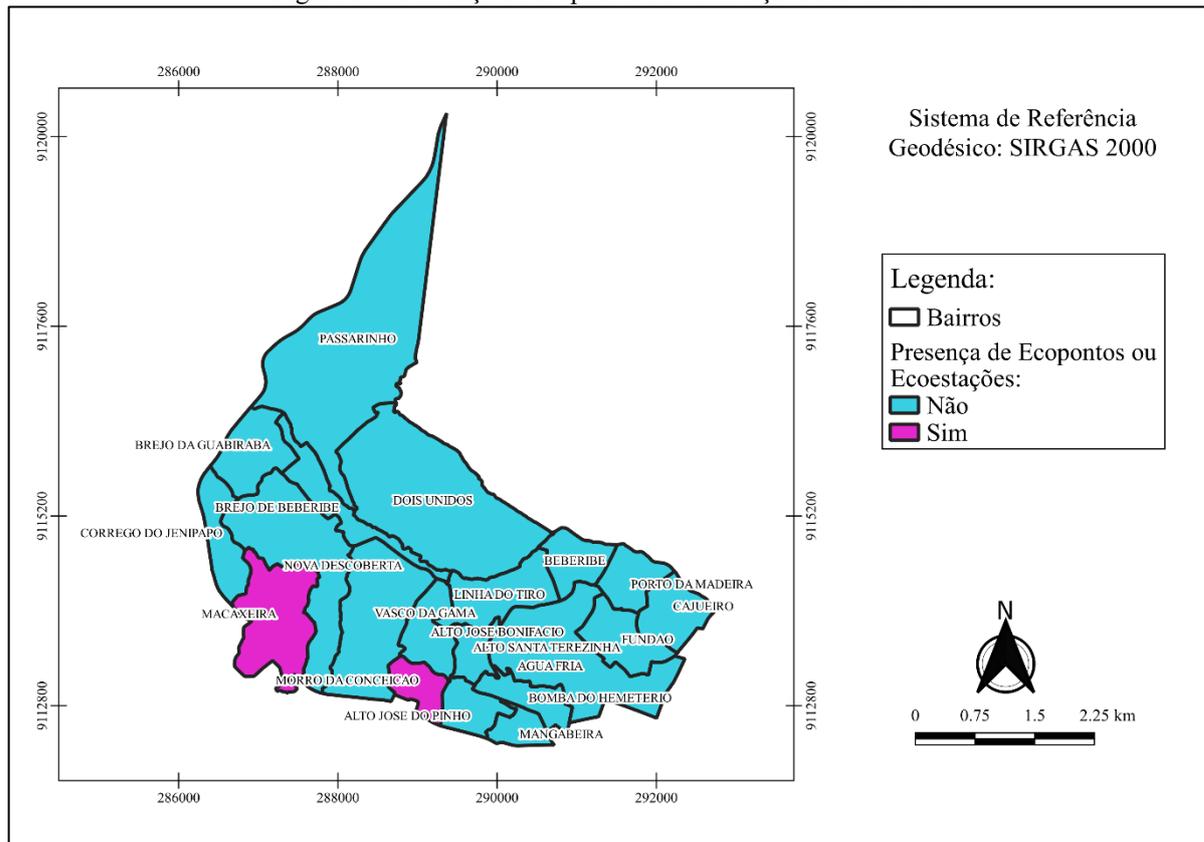


Fonte: O autor (2022).

A questão dos resíduos sólidos, que podem indicar a conformidade com as metas de sustentabilidade, consiste na presença de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) ou locais similares. De acordo com a Prefeitura de Recife, no município há as Ecoestações e Ecopontos, que possuem funções parecidas, de recolher, acondicionar e auxiliar no destinação correto dos resíduos, auxiliando na separação adequada, nas etapas de gestão dos resíduos, bem como na logística reversa. Salienta-se que diversos tipos de resíduos podem ser destinados aos PEVs, existindo caixas coletoras para acondicionamento dependendo da composição dos mesmos.

Nesse caso, a Figura 18 mostra os bairros da zona norte que possuem algum destes pontos, destinados ao descarte correto de resíduos, estimulando o gerenciamento compartilhado, que envolve a reutilização e reciclagem de materiais. Os únicos bairros que possuem algum Ecoponto ou Ecoestação consistem em Macaxeira e Morro da Conceição, indicando um cenário de gestão de resíduos sólidos que pode ser amplificado no que concerne a promoção da reciclagem de resíduos sólidos. Assim, é interessante a instalação de mais pontos no demais bairros, contribuindo para a sustentabilidade na zona norte do Recife.

Figura 18 - Presença de ecopontos ou ecoestações nos bairros.



Fonte: O autor (2022).

5.1.4 DRENAGEM URBANA

No que se refere ao componente de drenagem urbana, as variáveis que são englobadas na estimativa, estão expostas na Tabela 17. O Índice de existência de bocas de lobo ou bueiro (IBL), que expressa a presença de bocas de lobo nas proximidades dos domicílios nas vias dos bairros em estudo, mostra que no bairro do Cajueiro, cerca 41,80% dos domicílios possuem bocas de lobo ou estruturas similares no entorno das residências.

Em relação ao Índice de conservação dos dispositivos de drenagem urbana (ICDU), pode-se visualizar que o bairro de Cajueiro possui a maior pontuação, sendo 55,00. Os demais bairros possuem valores entre 15,00 e 50,00. Nesse sentido, é perceptível que em grande parte não há conservação das bocas de lobos, sarjetas e demais dispositivos de drenagem urbana, ou que essa conservação é insatisfatória, necessitando assim de maior intervenção do poder público para a limpeza destes pontos e, até mesmo maior interação da comunidade com a educação ambiental no que diz respeito ao despejo de resíduos em vias públicas.

Acerca das medidas de avisos, expressa no Índice de medidas de emergência de avisos e controle de alagamentos e deslizamentos (IMED), a prefeitura do Recife possui um sistema

de alerta de chuvas via SMS, que não está em funcionamento total e, emissão de alertas pela Agência de Água e Clima (APAC). Assim, é pertinente a implementação efetiva do referido sistema, para fins de segurança, evitando possíveis impactos para a população em situações de deslizamentos de massas na zona norte do Recife.

Dessa forma, todos os bairros foram avaliados com IMED no valor de 60,00. Para ocorrer com maior eficiência, o funcionamento deveria levar em consideração outras medidas não estruturais de drenagem, como avisos e sirenes, disponibilização de mapas de evacuação, além de melhorar o serviço de alerta via SMS.

Tabela 17 - Componentes do Indicador de Drenagem Urbana.

Bairros	IBL = Índice de existência de bocas de lobo ou bueiro	ICDU = Índice de conservação dos dispositivos de drenagem urbana	IMED = Índice de medidas de emergência de avisos e controle de alagamentos e deslizamentos	IDU = Indicador de drenagem urbana
Córrego do Jenipapo	0,00	15,00	60,00	18,75
Brejo da Guabiraba	3,04	20,00	60,00	21,52
Brejo de Beberibe	20,78	20,00	60,00	30,39
Nova Descoberta	1,65	25,00	60,00	22,07
Macaxeira	31,50	20,00	60,00	35,75
Dois Unidos	24,40	20,00	60,00	32,20
Vasco da Gama	2,86	20,00	60,00	21,43
Alto José Bonifácio	0,00	40,00	60,00	25,00
Morro da Conceição	0,00	50,00	60,00	27,50
Linha do Tiro	17,92	50,00	60,00	36,46
Beberibe	0,50	25,00	60,00	21,50
Porto da Madeira	29,43	25,00	60,00	35,97
Cajueiro	41,80	55,00	60,00	49,65
Fundão	28,90	20,00	60,00	34,45
Água Fria	15,50	20,00	60,00	27,75
Alto Santa Terezinha	0,00	40,00	60,00	25,00
Alto José do Pinho	1,65	50,00	60,00	28,33
Bomba do Hemetério	17,49	30,00	60,00	31,24
Mangabeira	25,05	50,00	60,00	40,02
Passarinho	2,38	15,00	60,00	19,94

Fonte: O autor (2022).

Sendo assim, a partir das variáveis, foi possível calcular o Indicador de Drenagem Urbana (IDU), sendo que no bairro de Córrego do Jenipapo foi obtida a menor pontuação, sendo 18,75. Em contrapartida, a maior pontuação foi obtida no maior de Cajueiro, com 49,65. As Figuras 19, 20 e 21 mostram situações comuns nos dispositivos de drenagem urbana nos bairros em estudo.

Figura 19 - Boca de lobo comum no bairro de Dois Unidos.



Fonte: O autor (2022).

Figura 20 - Estrutura de drenagem urbana no bairro de Água Fria.



Fonte: O autor (2022).

Os dispositivos de drenagem urbana nos bairros em estudos, como sarjetas, bocas de lobo, são estruturas que em grande parte estão comprometidas em detrimento dos impactos ambientais ocasionados. Nos locais de escadarias, as sarjetas além de suportar as águas pluviais, em muitas áreas, também recebem as águas servidas dos domicílios e presença de lixo e, as bocas de lobos de forma significativa, estão entupidas por resíduos sólidos.

Nesse contexto, em eventos de precipitação, todo o escoamento de águas pluviais é prejudicado, agravando os impactos ambientais de alagamentos. Essa problemática envolvendo resíduos, esgotamento sanitário e drenagem urbana são frequentes em áreas de morros urbanos, sendo um desafio a resolução e compatibilização destes sistemas.

Figura 21 - Sarjetas nas escadarias dos bairros de Dois Unidos (à esquerda) e Vasco da Gama (à direita).



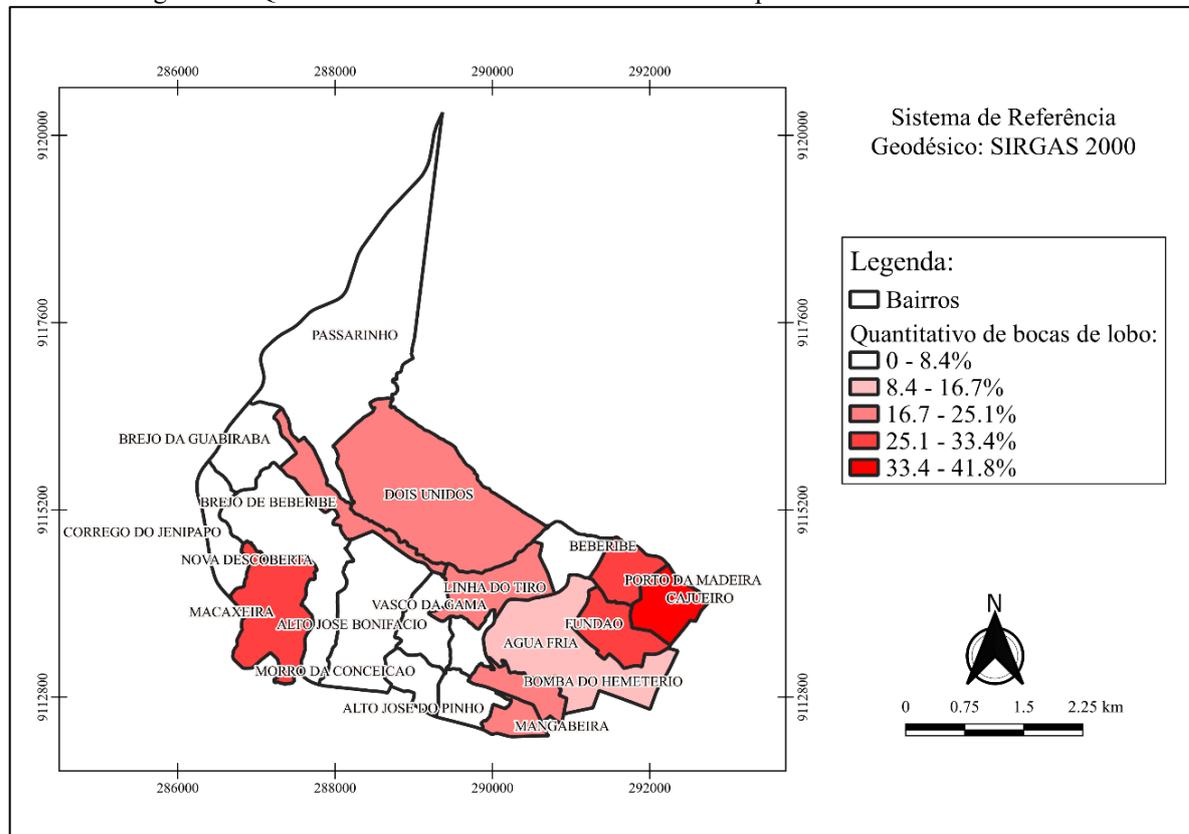
Fonte: O autor (2022).

Os serviços de drenagem urbana, de forma convencional são realizados para dispositivos de manejo de águas pluviais, dentre eles, os principais consistem em bocas de lobo, que são responsáveis por transportar as águas das sarjetas para as tabulações de galerias ou canais. Nesse contexto, a Figura 22 mostra a presença de bocas de lobos ou bueiros nas proximidades dos domicílios, de acordo com o IBGE (2010b), nos bairros em estudo. É possível ver que em nenhum bairro, este dado ultrapassa o patamar de 50,00%, evidenciando um déficit bem significativo.

Os bairros de Macaxeira e Dois Unidos podem ser vistos como os que possuem o melhor sistema de drenagem, em relação aos outros bairros, devido a maior presença de bocas de lobos no entorno dos domicílios. Assim, na grande maioria, há bairros quase sem a presença de bocas de lobos, com menos de 8,40% de domicílios próximos a esses dispositivos. Por ser regiões em que há escadarias, essa problemática também é um desafio, necessitando de planejamento de

drenagem urbana ideal para essas áreas e, em regiões mais planas que possuem vias e ruas, deve haver a regulação do sistema convencional, caso seja existente.

Figura 22 - Quantitativo de bocas de lobos ou bueiros nas proximidades dos domicílios.



Fonte: O autor (2022).

5.1.5 INFRAESTRUTURA URBANA

A infraestrutura urbana é um dos elementos importantes para averiguar a salubridade ambiental de uma área, em razão de dispor questões de acessibilidade e segurança para a população. A Tabela 18 revela os componentes de infraestrutura urbana (IIU), para os bairros em estudo, bem como as suas variáveis.

Tabela 18 - Componentes do indicador de infraestrutura urbana.

Bairros	IEE = Índice de acesso à energia elétrica	IPA = Índice de pavimentação	ICAL = Índice de calçadas	IUP = Índice de existência de iluminação pública	IAR = Índice de arb.	IRA = Índice de rampa de acess. para cadeirante	IQCE = Índice de qualidade e segurança das escadarias e vias	IIU = Indicador de infra. urbana
Córrego do Jenipapo	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	54,00
Brejo da Guabiraba	99,82	17,60	7,09	22,10	2,25	0,00	60,00	60,35

Bairros	IEE = Índice de acesso à energia elétrica	IPA = Índice de pavimentação	ICAL = Índice de calçadas	IUP = Índice de existência de iluminação pública	IAR = Índice de arb.	IRA = Índice de rampa de acess. para cadeirante	IQCE = Índice de qualidade e segurança das escadarias e vias	IIU = Indicador de infra. urbana
Brejo de Beberibe	100,00	31,88	19,24	46,08	10,00	0,16	60,00	65,27
Nova Descoberta	99,83	3,37	2,69	3,37	1,43	0,00	50,00	55,80
Macaxeira	99,90	69,47	0,00	0,00	5,68	0,00	45,00	61,68
Dois Unidos	99,88	72,47	33,59	85,68	24,92	0,95	50,00	73,78
Vasco da Gama	99,87	9,83	6,59	10,16	2,01	0,00	50,00	57,36
Alto José Bonifácio	99,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	56,90
Morro da Conceição	99,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	56,97
Linha do Tiro	99,83	32,49	22,16	45,51	18,23	0,00	35,00	63,24
Beberibe	99,92	1,66	2,17	8,43	3,94	0,15	40,00	55,29
Porto da Madeira	99,96	54,80	38,26	63,11	43,19	0,90	80,00	73,93
Cajueiro	99,95	75,92	86,65	98,53	69,56	1,58	80,00	83,39
Fundão	99,96	53,47	51,22	65,69	33,23	1,68	35,00	69,79
Água Fria	99,88	21,87	21,73	24,14	15,58	0,16	35,00	59,92
Alto Santa Terezinha	99,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	55,93
Alto José do Pinho	99,83	17,75	8,63	17,98	1,11	0,00	60,00	59,97
Bomba do Hemetério	99,79	31,11	31,40	35,83	20,09	0,94	55,00	64,76
Mangabeira	99,95	30,58	26,75	34,31	20,89	0,00	55,00	64,35
Passarinho	99,86	22,32	8,89	41,76	8,96	0,02	30,00	60,23

Fonte: O autor (2022).

Sob este contexto, pode-se visualizar que a variável de Índice de acesso à energia elétrica (IEE) em todos os bairros, é acima de 99,00%, evidenciando que a maior parte das residências possuem energia elétrica. No que consiste o Índice de pavimentação (IPA), há bairros com 0% de domicílios com vias pavimentadas no entorno e, o bairro de Cajueiro que é definido como o melhor nessa questão, possui cerca de 75,92% das residências com pavimentação nas proximidades.

No que tange o Índice de calçadas (ICA) também há bairros com 0,00% de calçadas no entorno dos domicílios e, o melhor classificado consiste também no bairro de Cajueiro com 86,55%. O Índice de existência de iluminação pública (IUP), que releva a quantidade de domicílios que detém postes ou dispositivos de iluminação nas proximidades, também mostra bairros com 0,00% e, o maior de Cajueiro sendo o melhor constatado, com 98,53%.

Acerca do Índice de arborização (IAR), há bairros com 0,00%, apresentando que em vários bairros a presença de árvores é quase nula. O bairro de Cajueiro é melhor colocado com

69,56% de IAR. Em relação ao Índice de rampa de acessibilidade para cadeirante (IRA), que indica a presença em dispor rampas de acesso nas proximidades dos domicílios dos bairros em estudo, também se nota que em todos os bairros há uma problemática de acessibilidade. Em nenhum bairro em estudo, houve um IRA maior do que 2,00%, não ocorrendo uma estrutura de acessibilidade relevante.

As estruturas das vias e escadarias também foram quantificadas no Índice de qualidade e segurança das escadarias e vias (IQCE), em que foram constadas a presença e conservação dos corrimãos, degraus e asfaltos. Bairros como Macaxeira e Beberibe possuem estruturas em situações existentes, mas insatisfatórias, com defeitos estruturais. Em contrapartida, há bairros como Alto José do Pinho e Alto Santa Terezinha com estruturas satisfatórias e, casos como em Porto da Madeira, que possui estrutura em condição mais adequada.

Dessa forma, levando em consideração todas as variáveis englobadas, foi calculado o Indicador de Infraestrutura Urbana (IIU) para toda área de estudo. O bairro de Córrego de Jenipapo foi estimado em 54,00, sendo o pior classificado. O local que possui a melhor colocação para o referido indicador, consiste no bairro de Cajueiro com 83,39. As Figuras 23 e 24 mostram situações da infraestrutura urbana nos bairros em questão, evidenciando as condições também no bairro de Vasco da Gama, que conta com diversas escadarias que possuem postes de iluminações e corrimãos em situações irregulares.

Figura 23 - Poste com iluminação pública em Vasco da Gama.



Fonte: O autor (2022).

Figura 24 - Corrimãos de escadarias em Vasco da Gama e Córrego do Jenipapo.



Fonte: O autor (2022).

5.1.6 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

As questões socioeconômicas que compõem o Indicador Socioeconômico (ISE) são expostas na Tabela 19. O Índice de alfabetização (IEA) revela que em todos os bairros, no mínimo, cerca de 80,00% dos responsáveis pelos domicílios são alfabetizados. Este índice aponta a problemática educacional que atinge as localidades em situação de vulnerabilidade, sendo o bairro de Brejo da Guabiraba o pior avaliado, com 81,96% e, o melhor sendo o bairro de Cajueiro, com 94,95% dos responsáveis pelas residências sendo pessoas alfabetizadas. Em geral, os níveis de educação também estão relacionados com as questões socioeconômicas e poder aquisitivo da população.

Tabela 19 - Componentes do indicador socioeconômico.

Bairros	IEA = Índice de alfabetização	IRF = Índice de renda familiar	ISE = Indicador socioeconômico
Córrego do Jenipapo	85,69	15,26	36,39
Brejo da Guabiraba	81,96	12,11	33,07
Brejo de Beberibe	86,38	15,53	36,79
Nova Descoberta	84,67	11,69	33,58
Macaxeira	87,86	21,68	41,53
Dois Unidos	87,57	12,01	34,68
Vasco da Gama	88,00	19,71	40,19
Alto José Bonifácio	87,82	12,83	35,32
Morro da Conceição	87,95	17,80	38,85
Linha do Tiro	88,12	15,02	36,95
Beberibe	89,40	16,90	38,65
Porto da Madeira	94,22	43,49	58,71
Cajueiro	94,95	52,52	65,25
Fundão	91,42	32,83	50,40
Água Fria	86,95	19,19	39,52
Alto Santa Terezinha	87,85	10,94	34,01
Alto José do Pinho	88,95	15,38	37,45
Bomba do Hemetério	87,49	20,47	40,57
Mangabeira	87,19	24,24	43,13
Passarinho	81,96	9,17	31,00

Fonte: O autor (2022).

Sobre a questão econômica, o Índice de renda familiar (IRF), aponta que a maioria dos bairros possuem menos de 25,00% de domicílios com renda per capita acima de 1 salário mínimo. Os bairros de Porto da Madeira, Cajueiro e Fundão, são os únicos que ultrapassam essa marca sendo 43,49%, 52,52% e 32,83%, respectivamente. O bairro com menor índice consiste em Passarinho, com apenas 9,17%.

Esse cenário aponta uma desigualdade comum nas áreas urbanas em metrópoles brasileiras, em que o poder econômico é bastante discrepante em uma mesma localidade. A renda per capita é um indicador para averiguar o grau de desenvolvimento dos bairros, relevando que mesmo em bairros geograficamente próximos, existe diferença considerável nas questões econômicas.

Assim, considerando as variáveis envolvidas, foram calculados o Indicador Socioeconômico (ISE) para todos os bairros em estudo. O referido indicado variou entre 31,00 e 65,25, sendo o bairro de Passarinho o pior avaliado e, novamente, o bairro de Cajueiro, o melhor avaliado. Essa amplitude entre o menor e maior valor, também corrobora a condição de desigualdade nas questões socioeconômicas dos bairros em estudo.

5.1.7 SAÚDE PÚBLICA

No que concerne à saúde pública, a Tabela 20 revela o Indicador de Saúde Pública (ISP) e as suas variáveis. Deste modo, foram consideradas as incidências de Dengue, Zica e Chikungunya no ano de 2020, nos bairros em estudo. Ademais, também foi ponderada a presença de postos públicos de saúde nas áreas.

Tabela 20 - Componentes do indicador de saúde pública.

Bairros	IUS = Índice de presença de unidades de saúde	ID = Incidência de dengue	IZ = Incidência de zica	ICH = Incidência de chikungunya	ISP = Indicador de saúde pública
Córrego do Jenipapo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Brejo da Guabiraba	0,00	0,00	100,00	100,00	50,00
Brejo de Beberibe	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00
Nova Descoberta	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00
Macaxeira	100,00	0,00	100,00	100,00	75,00
Dois Unidos	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00
Vasco da Gama	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00
Alto José Bonifácio	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Morro da Conceição	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Linha do Tiro	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00
Beberibe	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00
Porto da Madeira	100,00	0,00	0,00	100,00	50,00
Cajueiro	0,00	0,00	100,00	0,00	25,00
Fundão	0,00	100,00	100,00	100,00	75,00
Água Fria	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Alto Santa Terezinha	0,00	100,00	100,00	100,00	75,00
Alto José do Pinho	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Bomba do Hemetério	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00
Mangabeira	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00

Bairros	IUS = Índice de presença de unidades de saúde	ID = Incidência de dengue	IZ = Incidência de zica	ICH = Incidência de chikungunya	ISP = Indicador de saúde pública
Passarinho	100,00	0,00	100,00	0,00	50,00

Fonte: O autor (2022).

A presença de unidade de saúde, envolvendo Unidades de Saúde Familiar (USF), Unidades de Pronto Atendimento (UPA), Unidades Básicas de Saúde (UBS), entre outros postos para atendimento ao público, está presente na grande maioria dos bairros. Os únicos locais que não possuem nenhuma estrutura ligada ao Sistema Único de Saúde (SUS), em funcionamento, consiste em Alto Santa Terezinha e Brejo da Guabiraba, segundo as informações da Prefeitura do Recife.

Em relação a incidência das doenças de Dengue, Zica e Chikungunya, ocasionados por arbovírus, em diversos bairros houve casos no ano de 2020, registrados pela Prefeitura do Recife, nas unidades de saúde do município. Para a dengue, ocorreram casos em moradores de todos os bairros, com exceção dos bairros de Córrego do Jenipapo, Alto José Bonifácio, Morro da Conceição, Fundão, Água Fria, Alto Santa Terezinha e Alto José do Pinho.

Casos de Zica foram bem menos incisivos, não ocorrendo em nenhum dos bairros, com exceção de Porto da Madeira, onde se teve registro. Sobre os casos de Chikungunya, houve indecência de casos em metade dos bairros em estudo. Nesse sentido, as arboviroses consistem em preocupações pertinentes para planejamento da saúde pública local, estando relacionadas com o saneamento da área, em que regiões com déficits, a incidência de doenças, principalmente as arboviroses, tendem a ser maiores, como ocorre na zona norte de Recife, principalmente com Chikungunya e Dengue.

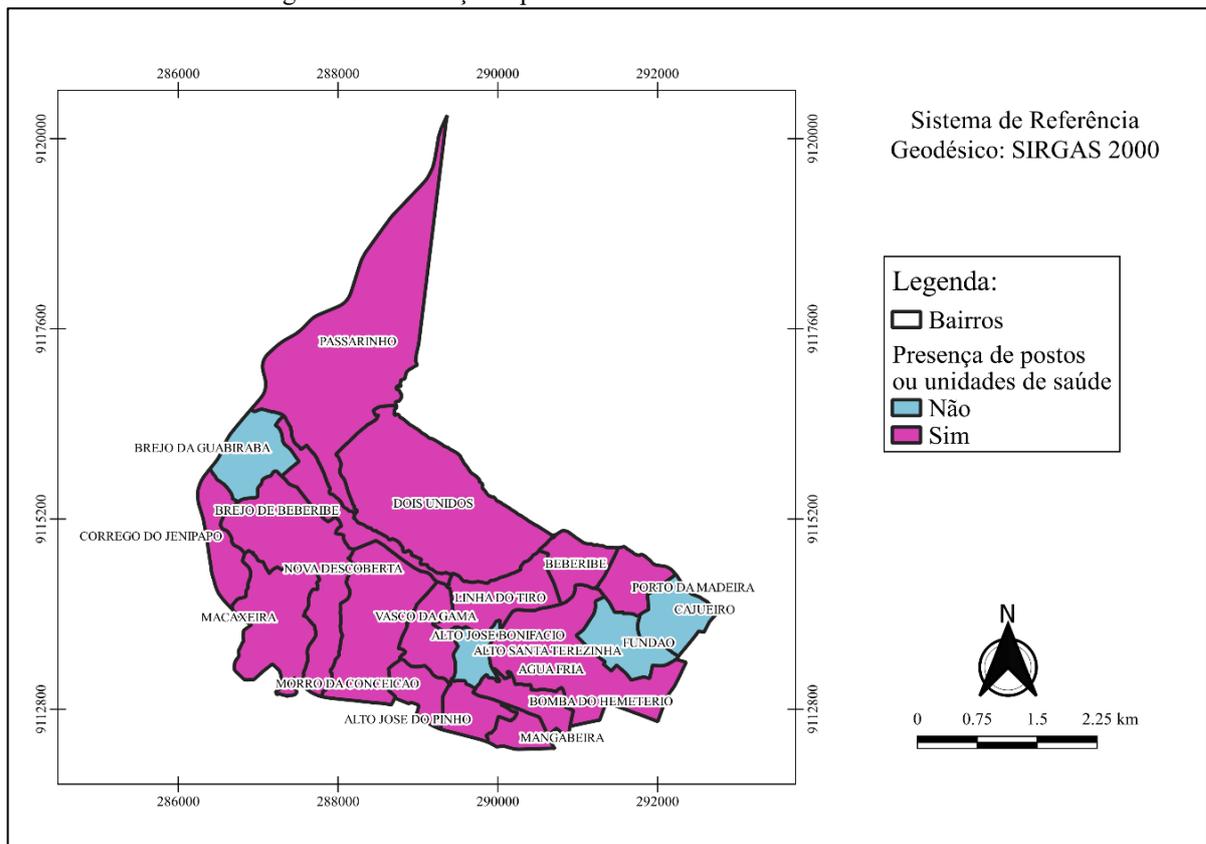
Destarte, com a aquisição de todos as variáveis do componente de saúde pública, foi calculado o ISP, que variou entre 25,00 e 100,00. Bairros como Morro da Conceição, Alto José do Pinho, Córrego do Jenipapo, Alto José Bonifácio e Água Fria, em que não houve incidências registradas de arboviroses, além de possuírem postos públicos de saúde, obtiveram uma pontuação de 100,00 para o ISP. Os demais bairros, onde não houve esses registros de doenças ou não possuem alguma unidade de saúde, a pontuação de ISP variou entre 25,00 e 75,00.

Na temática de saúde, ainda em relação a presença de unidades públicas de saúde ligadas ao SUS, a Figura 25 revela os bairros que possuem algum posto destinado ao atendimento da população. Apenas 4 bairros não possuem, sendo que 2 destes, Cajueiro e Fundão, são bairros limítrofes, em que a população é obrigada a buscar atendimento do SUS em outros locais, os outros 2 bairros que não possuem, estão localizados mais distantes, sendo Brejo da Guabiraba

e Alto Santa Terezinha. Nas localidades em que não há presença de USFs ou UPAs, os casos de enfermidades são levados para outros bairros, prejudicando o sistema de saúde municipal.

A presença de unidades de saúde nos bairros pode indicar a pertinência e importância do SUS para a área, como a disponibilidade de atendimento de enfermidades, vacinas, tratamento médicos, dentre outras ações. O ideal seria um posto de saúde por bairro, a fim de atender uma quantidade populacional factível e, dependendo do bairro, a quantidade de postos de saúde deveria ser ampliada.

Figura 25 - Presença de postos ou unidades de saúde nos bairros.



Fonte: O autor (2022).

5.1.8 ISA FINAL

A partir de todos os indicadores avaliados, foi possível calcular o Índice de Salubridade Ambiental (ISA), exposto na Tabela 21. A estimativa foi realizada com base nas ponderações expostas na Equação 1, sendo as seguintes composições: o IAB e IES com 20%, o IRS e IDU com 15%, o IUU, ISE e ISP com 10%. Deste modo, aplicando a referida equação e as devidas ponderações foram obtidos os valores de ISA para cada bairro.

Tabela 21 - Índice de Salubridade Ambiental final dos bairros.

Bairros	IAB	IES	IRS	IDU	IIU	ISE	ISP	ISA = Índice de Salubridade Ambiental
Córrego do Jenipapo	65,43	45,03	77,39	18,75	54,00	36,39	100,00	55,55
Brejo da Guabiraba	75,12	51,19	76,04	21,52	60,35	33,07	50,00	54,24
Brejo de Beberibe	75,09	59,28	76,40	30,39	65,27	36,79	50,00	58,10
Nova Descoberta	70,45	52,64	72,85	22,07	55,80	33,58	50,00	52,79
Macaxeira	75,08	66,64	81,56	35,75	61,68	41,53	75,00	63,76
Dois Unidos	65,01	55,08	68,44	32,20	73,78	34,68	50,00	54,96
Vasco da Gama	69,74	49,34	69,09	21,43	57,36	40,19	50,00	52,15
Alto José Bonifácio	74,43	55,79	70,33	25,00	56,90	35,32	100,00	59,57
Morro da Conceição	69,82	60,10	75,15	27,50	56,97	38,85	100,00	60,96
Linha do Tiro	77,62	52,66	76,43	36,46	63,24	36,95	50,00	58,01
Beberibe	75,54	52,28	67,72	21,50	55,29	38,65	50,00	53,34
Porto da Madeira	78,92	70,56	69,35	35,97	73,93	58,71	50,00	63,96
Cajueiro	78,49	66,52	80,62	49,65	83,39	65,25	25,00	65,91
Fundão	77,67	60,23	76,43	34,45	69,79	50,40	75,00	63,73
Água Fria	73,53	56,11	66,71	27,75	59,92	39,52	100,00	60,04
Alto Santa Terezinha	69,49	56,62	67,08	25,00	55,93	34,01	75,00	55,53
Alto José do Pinho	78,58	54,70	69,23	28,33	59,97	37,45	100,00	61,03
Bomba do Hemetério	78,77	56,01	69,12	31,24	64,76	40,57	50,00	57,55
Mangabeira	81,61	52,94	74,29	40,02	64,35	43,13	50,00	59,80
Passarinho	63,44	52,33	66,27	19,94	60,23	31,00	50,00	50,21

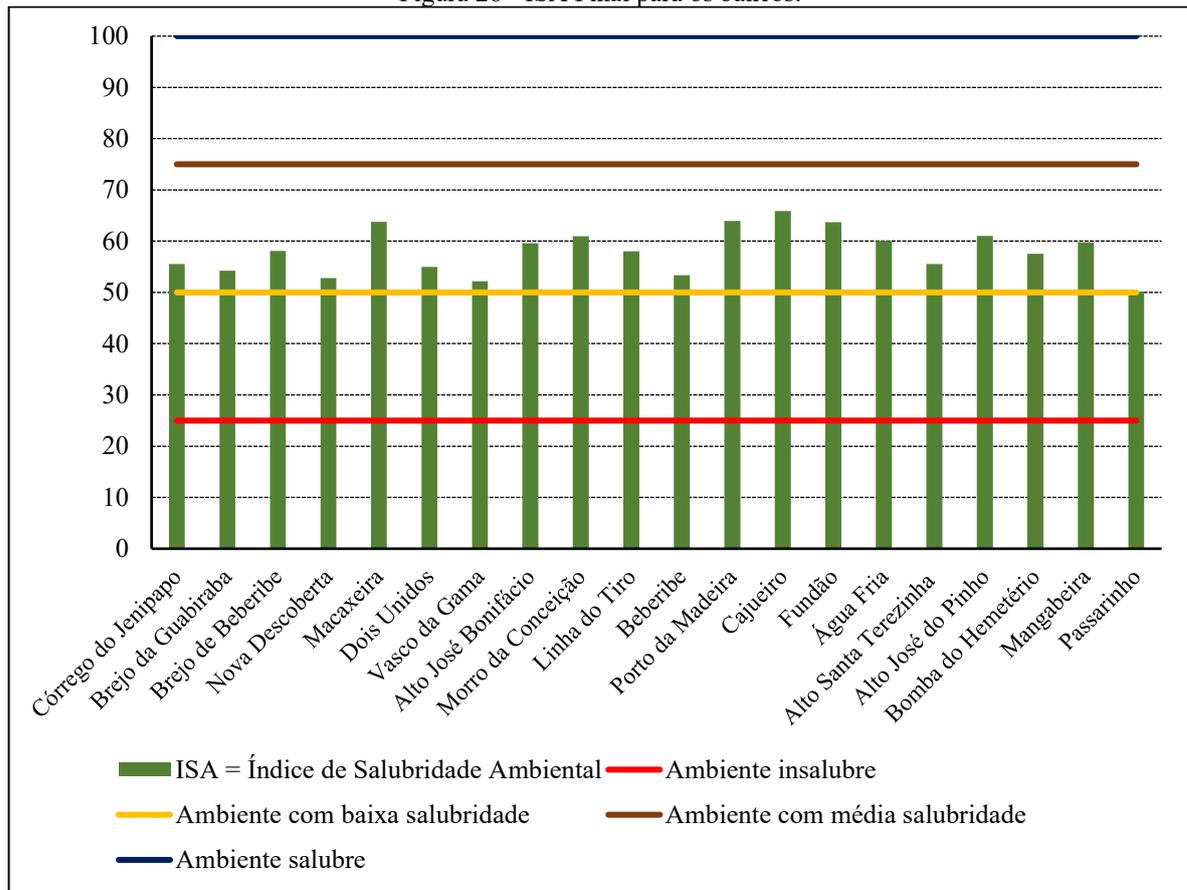
ISA = Índice de Salubridade Ambiental; IAB = Indicador de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos; IES = Indicador de Esgotamento Sanitário; IRS = Indicador de Resíduos Sólidos; IDU = Indicador de Drenagem Urbana; ISE = Indicador Socioeconômico; IIU = Indicador de Infraestrutura Urbana; ISP = Indicador de Saúde Pública.

Fonte: O autor (2022).

Dentre os bairros em estudo, os valores de ISA variaram entre 50,21 e 65,91, mostrando uma amplitude não elevada, entre as áreas em estudo, aproximadamente 15% de diferença. O bairro do Cajueiro, havendo melhores condições abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, resíduos sólidos e infraestrutura urbana, foi o melhor avaliado, com 65,91. Em contrapartida, o bairro do Passarinho, foi o pior avaliado com 50,21, haja vista os registros de condições mais inadequadas nos referidos indicadores.

Nesse contexto, a Figura 26 ilustra os valores de ISA para os 20 bairros em questões. Todos os referidos bairros foram classificados como ambiente com média salubridade pelos valores obtidos estarem acima de 50,00 e menor do que 75,00. Assim, em detrimento da classificação aferida, é evidenciado que os bairros em questão possuem condições de saneamento que, de maneira bem geral, em cenários finais, são similares.

Figura 26 - ISA Final para os bairros.

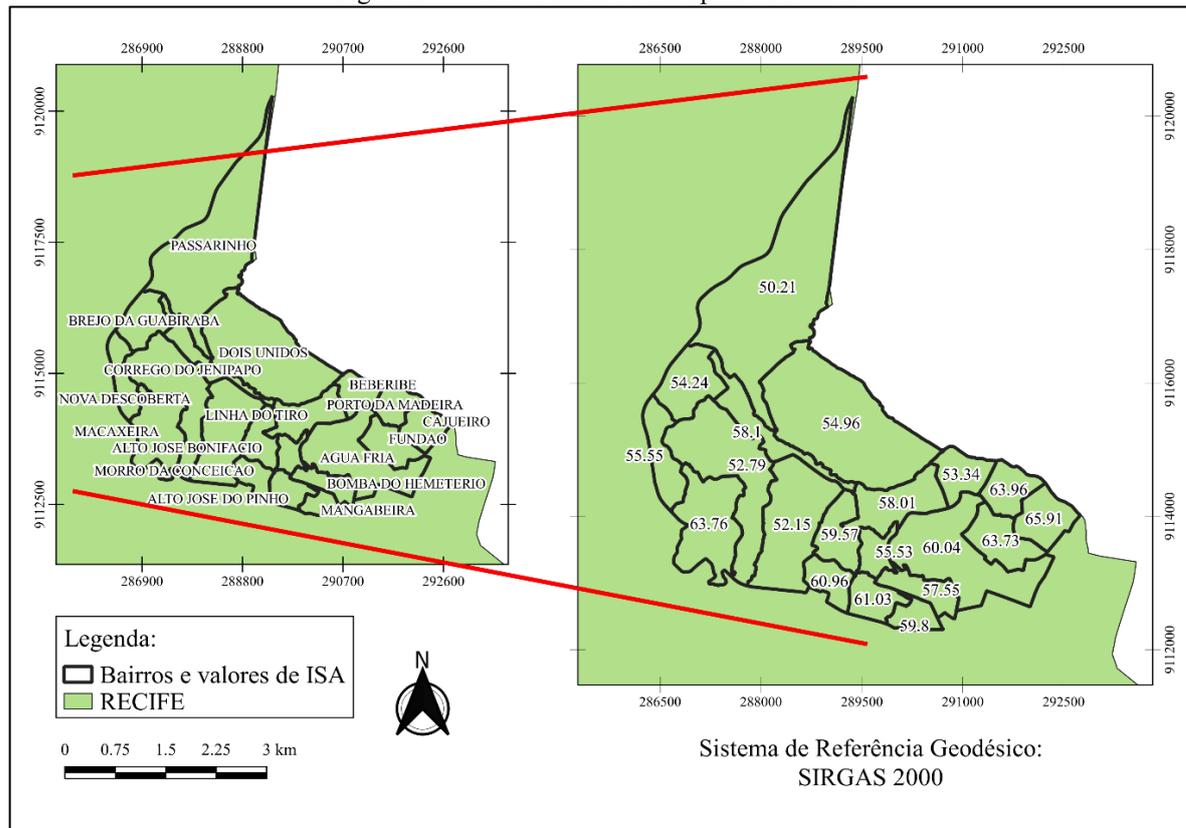


Fonte: O autor (2022).

Nesta perspectiva, a universalização dos serviços de saneamento é essencial para proporcionar uma melhoria nas questões de salubridade ambiental. A ampliação de serviços de tratamento de esgoto, acesso a água potável, coleta de resíduos sólidos, gerenciamento e manejo de águas pluviais, entre outros serviços, devem ser prioridade no planejamento urbano de qualquer localidade.

Como nos bairros em estudo, foram constatados ambientes com média salubridade, se indica que as melhorias no acesso aos serviços de saneamento devem ser realizadas em toda a zona norte de Recife, principalmente nos componentes que estão em significativos déficits. Dessa forma, almeja-se adequar a salubridade da área, visando melhorar a qualidade socioambiental e saúde da população. A Figura 27 expõe todos os valores final de ISA para os bairros em estudo, onde em todas as localidades o valor obtido pode ser enquadrado como média salubridade.

Figura 27 - Valores finais do ISA para os bairros.



Fonte: O autor (2022).

Em estudo de Peixoto *et al.* (2018), realizado também com a utilização de dados dos setores censitários do IBGE no município de Mossoró no Rio Grande do Norte, teve como objetivo analisar os serviços de saneamento. Com isso, comprovou-se que a componente de esgotamento sanitário variou espacialmente mais do que os outros componentes, como coleta de resíduos e abastecimento de água.

Este cenário também pode ser notado nos bairros da zona norte do Recife, em que a problemática de esgotamento sanitário é mais agravada em determinados bairros como Passarinho e Córrego do Jenipapo. Em contrapartida, locais como Porto da Madeira e Cajueiro, possuem melhores pontuações referente ao esgotamento sanitário, contribuindo para uma melhor salubridade.

De acordo com Pinto *et al.* (2014), o ISA também foi aplicado no município de São Pedro do Iguaçu no estado do Paraná, com a finalidade averiguar o desenvolvimento da área, sendo obtido um valor de 79,58, que indica condição salubre para a cidade. Nesse caso, o indicador em pior situação, consiste no componente de resíduos sólidos que, de forma relevante não ocorre a coleta de resíduos em determinadas áreas do município, principalmente nas áreas da zona rural.

A situação em bacias hidrográficas no município de Criciúma, em estudo de Valvassori e Alexandre (2012), já aponta grandes déficits relacionados a drenagem urbana, indicando alagamentos, reduzido índice de coleta e tratamento de esgotos sanitários e, a ocorrência de doenças, incluindo dengue, como sendo as maiores problemáticas. Nesta pesquisa, nota-se os agravantes que atingem a saúde da população, em situações de irregular acesso ao esgotamento sanitário.

No município de Maceió/AL, localizado assim como Recife, no nordeste brasileiro e, com bairros também localizados em áreas de relevo acidentado, em regiões de morros, também foi aplicado um ISA a partir de dados dos setores censitários do IBGE, em estudo realizado de Gama (2013). No município alagoano, a maioria dos bairros foram enquadrados em condição de salubridade moderada, com valores parcialmente similares aos obtidos nos morros da zona norte do Recife, onde há problemas de saneamento em parte análogos, principalmente de esgotamento sanitário.

Deste modo, é evidente que as problemáticas de saneamento ambiental, apesar de terem problemáticas comuns em grande parte dos municípios brasileiros, variam de forma significativa, dependendo as condições econômicas, sociais e ambientais da região. Diante disso, comprova-se que os estudos de salubridade ambiental consideram as peculiaridades locais, que expressam condições pertinentes no gerenciamento dos serviços de saneamento em geral.

5.2 Análise de agrupamentos

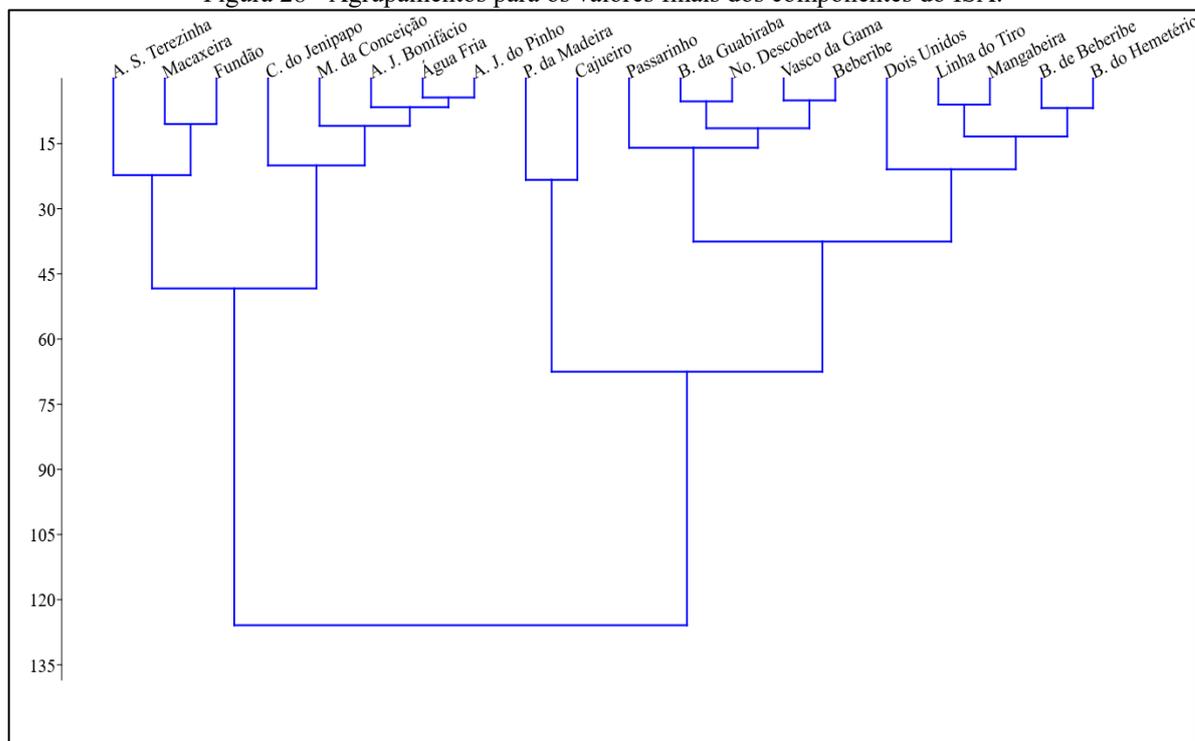
Diante dos dados obtidos acerca dos componentes de salubridade ambiental, foi possível realizar a análise de agrupamentos. A Figura 28 revela os agrupamentos formados com os valores finais dos sete componentes que constituem o ISA, de modo que seja avaliado o comportamento dos agrupamentos gerados a partir dos dados gerais, sendo: IAB, IES, IRS, IDU, IIU, ISE, ISP.

O dendrograma exposto mostra os grupos gerados, englobando os dados dos 20 bairros em estudo, considerando as variâncias entre os mesmos. Com isso, os bairros foram reunidos entre grupos, de modo que essa união proporcione o menor aumento da variância nos intragrupos formados. A análise da variância dos intragrupos permite realizar as aglomerações expostas no dendrograma.

Nesse sentido, de forma visual, pode-se indicar 5 grupos inicialmente, que possuem de forma geral valores de ISA mais próximos entre si, sob um coeficiente de correlação cofenética

de 0,7524, que não indica um grau de adequação relevantemente forte, em razão de estar distante de 1. Em razão disso, é interessante analisar os indicadores de salubridade separadamente para averiguar a adequação em cada um destes.

Figura 28 - Agrupamentos para os valores finais dos componentes do ISA.



Fonte: O autor (2022).

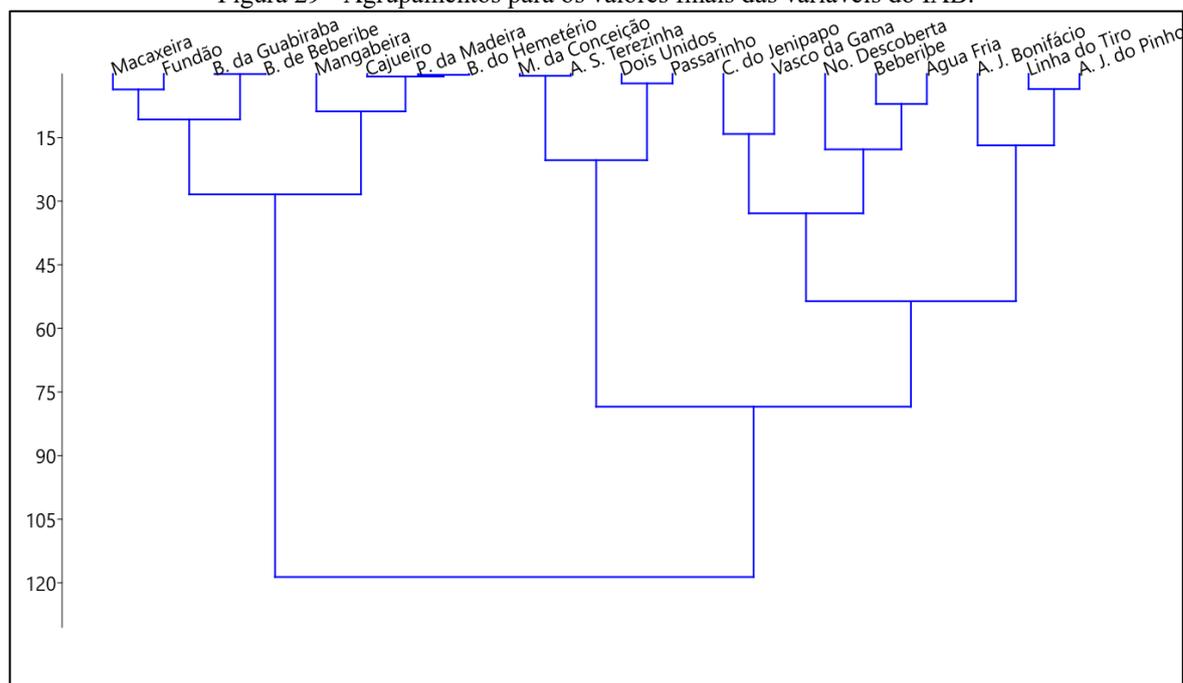
Em relação as variáveis do Indicador de Abastecimento de Água (IAB), a Figura 29 expõe os agrupamentos gerados para estes dados. O coeficiente de correlação cofenética obtido foi de 0,6539, mostrando um ajuste de qualidade não tão significativa. Como o coeficiente de correlação cofenética não foi próximo de 1, isso indica que não há um bom comportamento dos dados.

Assim, os grupos gerados possuem uma união com um certo grau irregular, mostrando que o IAB consiste no indicador que possivelmente contribuiu para o ajuste não tão adequado do ISA final, que conforme foi exposto, foi obtido 0,7524. Deste modo, o dendrograma do IAB aponta que, inicialmente, podem ser classificados também em 4 grupos, em relação aos componentes de abastecimento de água e suas variáveis. Ademais, os grupos formados pelos respectivos bairros podem ser analisados de forma conjunta, a fim de traçar medidas de gerenciamento similares para os mesmos.

Neste caso, levando em consideração as variáveis do componente de abastecimento água e recursos hídricos, pode-se apontar a variação dos valores. Assim, com o índice de

qualidade de água da rede de distribuição, que em todos os bairros foi apontada como 0,00 (zero), além da variação obtida nas variáveis de qualidade da estrutura da rede de água, bem como no índice de frequência de abastecimento, possivelmente, isso proporcionou a disparidade gerada.

Figura 29 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IAB.



Fonte: O autor (2022).

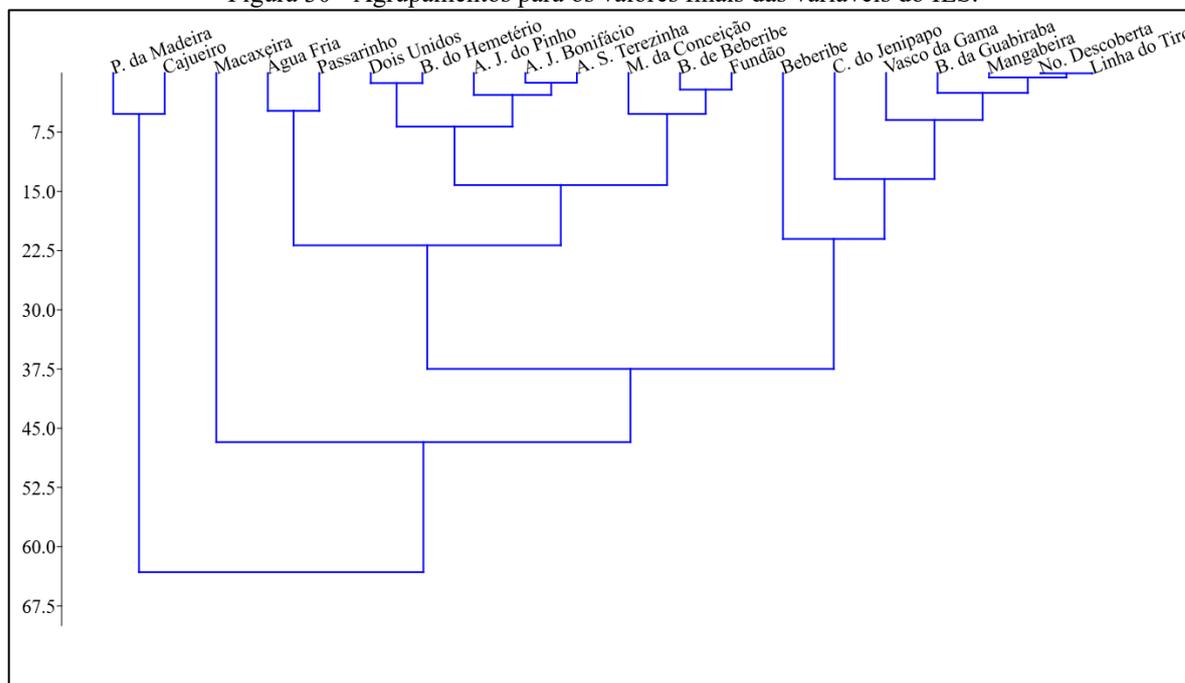
As variáveis do componente de esgotamento sanitário, são representadas pelo Indicador de Esgotamento Sanitário (IES) e, seus agrupamentos estão expostos na Figura 30. Com isso, possivelmente ocorre a formação de 4 grupos, em razão das proximidades geradas pela distância das variâncias.

Para o IES, foi obtido um coeficiente de correlação cofenética de 0,7916, sendo maior do que o IAB. Isso mostra que os dados das variáveis envolvidas, tiveram um grau de adequação levemente maior, visto o valor do referido coeficiente. Entretanto, dentre os grupos gerados, o comportamento também apontou um grau de preservação das distâncias não muito relevante, em razão de ainda estar distante de 1, assim como no IAB.

A estimativa do IES levou em consideração o índice de destinação dos efluentes domésticos, a presença e condição de esgoto a céu abertos nas vias e escadarias, bem como o índice de acesso a banheiros nos domicílios. Como há uma certa discrepância dos valores destas variáveis entre os bairros em estudo, principalmente acerca do índice de destinação dos efluentes, que podem ser realizados a partir de fossas, rede pública, entre outros, se justifica a

quantidade de agrupamentos obtida e, o comportamento que mostra certos bairros em situação mais isolada, além do coeficiente de correlação cofenética apontar uma adequação não significativa.

Figura 30 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IES.



Fonte: O autor (2022).

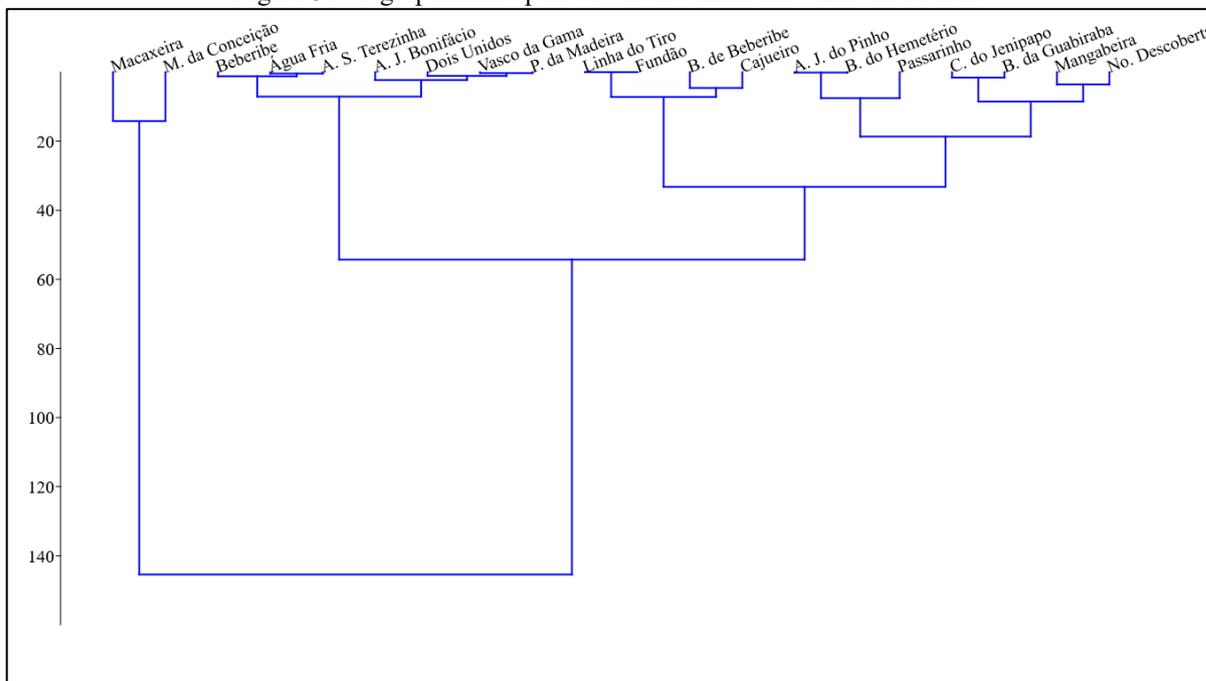
Neste caso, bairro como Porto da Madeira e Cajueiro, que nitidamente possuem valores maiores para as variáveis do IES, são enquadrados em um grupo. O mesmo ocorre com o bairro de Macaxeira, que pode ser classificado em um outro grupo, de forma isolada, de acordo com o dendrograma. Os demais bairros, possuem valores que apontam uma variância que formados os grupos restante. Assim, no que consiste as questões de esgotamento sanitário, estes grupos podem ser levados em consideração para inserir medidas de intervenção nos bairros, de forma conjunta.

No que se refere ao Indicador de Resíduos Sólidos (IRS), a Figura 31 expõe os agrupamentos gerados. Possivelmente são formados 4 grupos a partir do dendrograma gerado, sob um coeficiente de correlação cofenética de 0,9546, indicando uma ótima adequação dos dados de variância do referido dendrograma. Este valor é notavelmente maior do que o obtido no IAB e IES.

Neste sentido, bairros como Macaxeira e Morro da Conceição podem ser enquadrados em um grupo mais isolado e, os demais bairros são enquadrados em outros grupos, que estão mais próximos entre si. Diante destes 4 iniciais grupos, se pode aferir comportamentos similares,

em que os bairros enquadrados juntamente, possuem dados com menor variância entre si, possibilitando o planejamento de intervenções no gerenciamento de resíduos sólidos.

Figura 31 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IRS.



Fonte: O autor (2022).

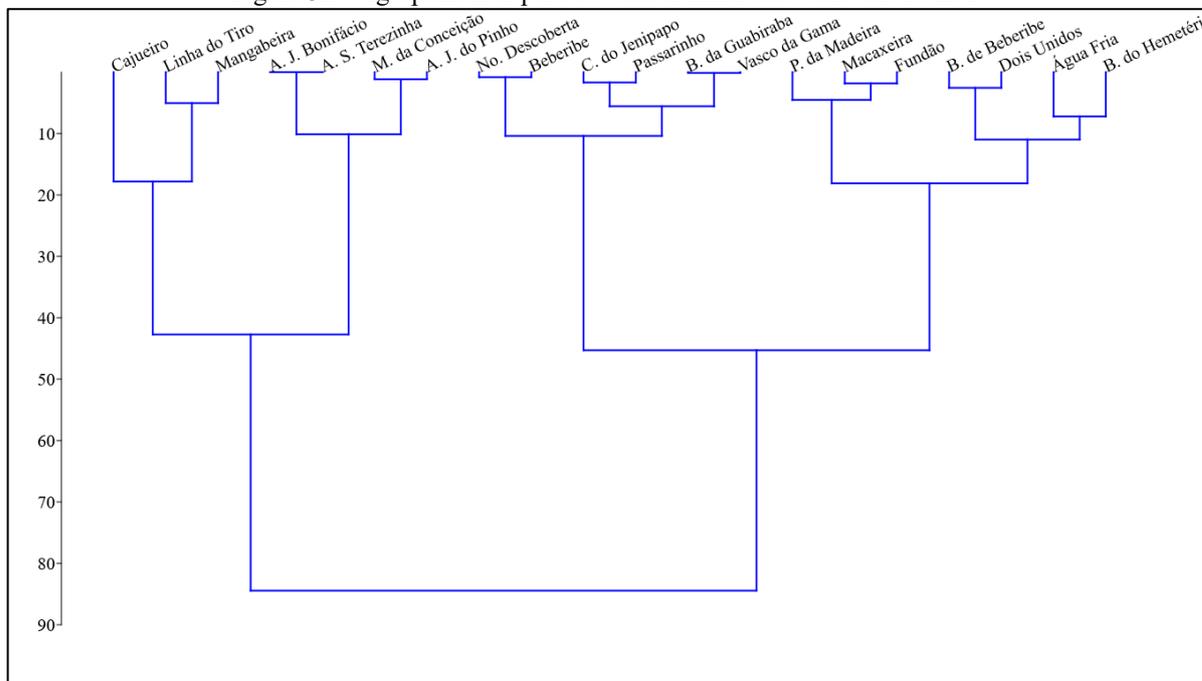
Os bairros que estão em grupos mais isolados, no caso de Macaxeira e Morro da Conceição, possivelmente estão mais isolados, em detrimento da contribuição da presença de Ecopontos que são existentes apenas nestes locais. Nos demais bairros, os mesmos estão com maior proximidade, indicando maior similaridade dos valores das variáveis do componente de resíduos sólidos. Isso releva a necessidade de implementação de Ecopontos nos demais bairros, ou similares, como Pontos de Entrega Voluntária (PEV).

Em relação ao Indicador de Drenagem Urbana (IDU), a Figura 32 revela os agrupamentos das variáveis deste indicador, que envolvem a presença de bocas de lobo, medidas de emergências e conversão dos dispositivos de drenagem, considerando os valores finais. Assim, foi obtido um coeficiente de correlação cofenética de 0,7706, indicando uma adequação não tão forte do dendrograma gerado, considerando as referidas variáveis envolvidas.

Ademais, podem ser visualizados inicialmente 4 grupos no que concerne os dados do do indicador. Neste caso, nos grupos formados, os mesmos possuem basicamente entre 3 e 7 bairros. A variável que mais é discrepante entre os bairros em estudos, consiste no Índice de

existência de bocas de lobo ou bueiro, que aponta bairros como Linho do Tiro, Mangabeira e Cajueiro, com pontuações altas nesta variável e, são enquadrados em um único grupo.

Figura 32 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IDU.



Fonte: O autor (2022).

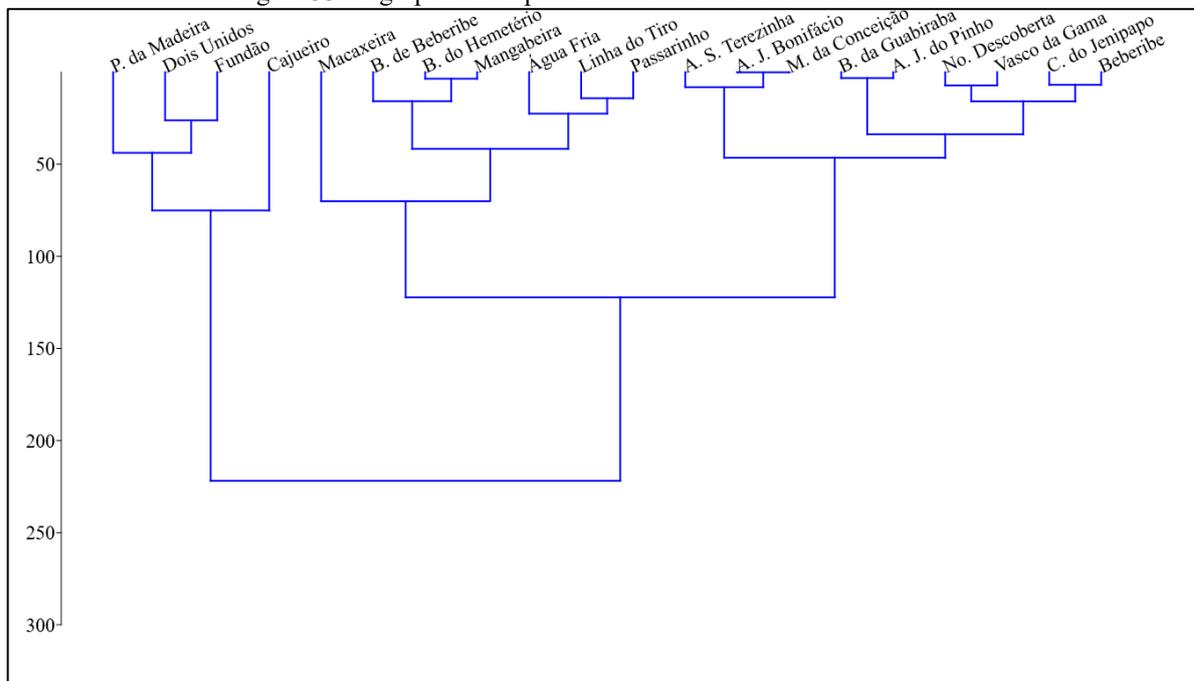
Dessa forma, também é possível notar que os demais bairros, que estão mais próximos ou enquadrados nos outros grupos gerados, possuem características similares no que se refere principalmente a presença de bocas de lobo ou dispositivo de drenagem urbana. Possivelmente esta variável contribuiu mais para o comportamento gerado, em razão das discrepância entre os dados. O mesmo fato ocorre para o Índice de conservação dos dispositivos de drenagem urbana.

Neste contexto, os grupos obtidos podem ser analisados visando a adequação e melhorias nos dispositivos de drenagem urbana, considerando a ampliação do sistema de bocas de lobo e conservação e melhoria dos dispositivos já existentes, como canais e sarjetas. Ressalta-se também a necessidade de ampliação, por parte da prefeitura do Recife, do sistema de sistemas de eventos de chuvas, colocando em funcionamento o cadastro de recebimento de mensagens, sistema de alarmes, entre outras ações, a fim de modificar o cenário atual dos bairros e do município em geral.

Os dados de infraestrutura urbana são mostrados na Figura 33, que expõe os agrupamentos gerados a partir dos valores finais das variáveis do Indicador de Infraestrutura Urbana (IIU). Com isso, foi obtidos um coeficiente de correlação coefecínica de 0,8040,

tornando evidente um grau de adequação entre os intragrupos gerados mais significativo, com bom ajuste.

Figura 33 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do IIU.



Fonte: O autor (2022).

A partir do comportamento dos agrupamentos, se pode indicar inicialmente cerca de 3 grupos, mostrando que os dados do IIU geram menos agrupamentos do que os outros indicadores, possivelmente em razão da menor variância entre os grupos gerados. Neste caso, as variáveis envolvidas provavelmente possuem valores estatisticamente mais próximos, para os bairros em estudo.

Sendo assim, a fim de traçar um planejamento em relação aos déficits do referido indicador, a logística pode ser direcionada em 3 vertentes, que consistem nos 3 grupos, de forma mais individual para cada um. Dessa forma, diante dos dados levantados de pavimentação, presença de calçadas, rampas de acesso, qualidade das escadarias e vias, entre outras problemáticas levantadas, se pode traçar medidas de intervenção para os grupos obtidos. Em geral, essas ações seriam moderadamente similares para todos os bairros, visto que as problemáticas de infraestrutura urbana são bem parecidas, com poucas exceções entre os bairros.

Dentre as possíveis ações que podem ser tomadas relacionados com as estruturas de infraestrutura urbana estão a adequação da pavimentação de escadarias e vias, colocação de rampas em locais específicos e adequação da segurança de escadarias com corrimãos e, possivelmente a implementação de outros meios de locomoção, como elevadores urbanos,

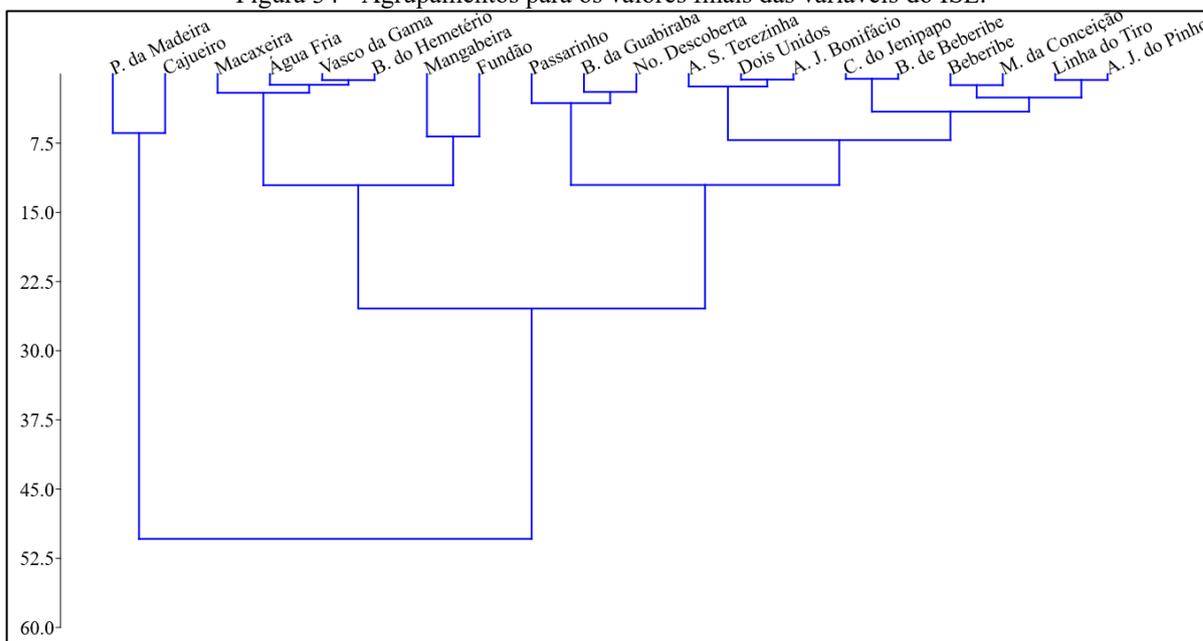
teleféricos, que são formas de transporte em áreas de morros. Essas intervenções devem ser tomadas com a finalidade de melhorar a acessibilidade para os moradores.

Sobre o Indicador Socioeconômico (ISE), a Figura 34 mostra os agrupamentos obtidos com os valores finais das variáveis envolvidas. Como pode ser visualizado, de forma inicial, pode-se classificar os bairros em 3 grupos, sob um coeficiente de correlação cofenética de 0,8575, indicando uma adequação boa para o dendrograma gerado.

Os dados dos aspectos socioeconômicos, indicam que os bairros de Porto da Madeira e Cajueiro, que estão enquadrados em um único grupo, possuem condições de renda e educação melhores. Assim, os referidos bairros são apontados como os que possuem melhores condições socioeconômicas na zona norte, dentre os bairros em estudo, justificando o comportamento dos agrupamentos gerados, que enquadraram os mesmos em um único grupo.

As questões de renda e educação servem como indicadores para avaliar as condições financeiras dos moradores dos bairros, permitindo indicar as situações de desigualdes socioeconômicas. Neste caso, constata-se que há certo grau de desigualdes social e econômica entre os bairros em questão, diante dos agrupamentos e dos dados obtidos, servindo como base para implementação de políticas sociais locais mais específicas, visando a aquisição de renda e promoção de educação.

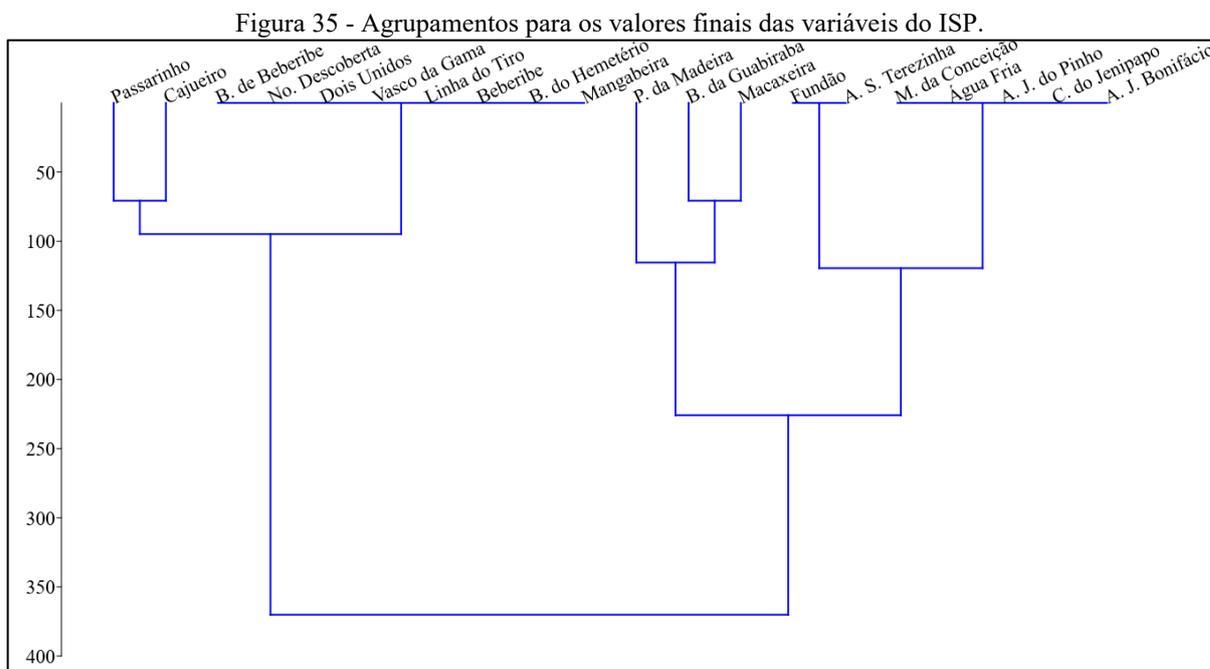
Figura 34 - Agrupamentos para os valores finais das variáveis do ISE.



Fonte: O autor (2022).

Por fim, a partir dos valores finais das variáveis do último indicador, o Indicador de Saúde Pública (ISP) foi elaborada análise de agrupamentos, exposta na Figura 35. Deste modo,

é possível visualizar inicialmente cerca de 3 grupos, sendo obtido um coeficiente de correlação cofenética de 0,8867, apontando boa adequação das distâncias das variâncias. Ademais, é interessante ressaltar que o ISP obteve o segundo melhor coeficiente, sendo apenas menor do que o IRS.



No que tange as informações de saúde pública, nota-se que os bairros em questão, considerando as variáveis e seus valores envolvidos, os bairros possuem um comportamento similar, haja vista que as pontuações para as referidas variáveis dependem apenas da presença de unidades de saúde pública e incidência de doenças. Com isso, se justifica uma melhor adequação do dendrograma.

Portanto, visando o melhor gerenciamento das questões de saúde pública, de acordo com os resultados obtidos, se percebe a necessidade de uma investigação mais aprofundada em determinados bairros, que houveram incidência em 2020 de dengue e chikungunya, com o objetivo de conter os casos dessas arboviroses. Ademais, é necessário também a implementação e funcionamento de unidades de saúde nos bairros de Brejo da Guabiraba, Alto Santa Terezinha, Cajueiro e Fundão, para atendimento da população.

A partir dos resultados expostos acerca das condições sanitário-ambientais da área de estudo, os mapas gerados contribuíram para uma visão mais sistêmica dos déficits de saneamento ocorrentes na zona norte do Recife. Dentre as questões pertinentes levantadas neste estudo, as variáveis mapeadas indicaram a espacialização dos referidos déficits. Estes

indicadores podem ser interpretados como importante em estudos acerca da salubridade ambiental de localidades urbanas.

Assim, Texeira *et al.* (2018) apontam que a parte mais relevante na aplicação do ISA, não é apenas averiguar o valor final obtido, mas sim, compreender os resultados de forma particular para cada um dos indicadores utilizados. Dessa forma, o entendimento das informações torna-se mais palpável e pode apontar as peculiaridades mais pertinentes da área. Dentre as formas de realizar essa verificação, a análise de agrupamentos e a análise espacial dos dados teve contribuição significativa.

A relevância do ISA também é afirmada por Maccarini e Henning (2018), que apontam o índice como aplicável em diversas regiões do país, em razão da facilidade de manuseio das ferramentas envolvidas, baixos custos de execução, disponibilidade de informações em secretarias municipais, além de ser adaptável as diversas realidades regionais. Esses fatores mostraram ser pertinentes na aplicação do ISA na zona norte do Recife, em que a metodologia foi adaptada, em detrimento das peculiaridades das áreas de morros, sendo possível obter resultados de grande importância no planejamento urbano e sanitário do local.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se concluir que as questões de salubridade ambiental nos bairros da zona Norte do Recife estão intrinsecamente relacionadas com as questões socioeconômicas, urbanas e ambientais. A partir dos resultados obtidos, é válido salientar que o ISA, para todos os bairros, foram classificados como média salubridade, apesar de existirem determinadas diferenças pertinentes nos componentes e variáveis dos indicadores entre os referidos bairros.

Todos os bairros em estudo foram classificados na faixa entre 50 e 75, evidenciando a classificação de ambiente com média salubridade. Nesse sentido, o bairro do Cajueiro foi revelado como o bairro com melhor cenário de salubridade, com uma pontuação final do ISA de 65,91 e, o bairro de Passarinho com a pior pontuação do ISA, sendo 50,21. Isso evidencia que mesmo ocorrendo a condição de média salubridade em todos os bairros, há certas diferenças relevante entre os mesmos, que devem ser levadas em consideração no gerenciamento dos serviços de saneamento.

Dentre os principais déficits averiguados, nos bairros que possuem os piores valores dos indicadores do ISA, há significativas irregularidades na cobertura de coleta de efluentes domésticos pela rede pública, bem como na ocorrência de esgotamento sanitário a céu aberto e na qualidade da rede de drenagem urbana. Com isso, é nítida a adequação destes componentes em grande parte dos bairros em estudo, de forma que seja proporcionado uma maior segurança sanitária para a população.

A aplicação do ISA também apontou que as referidas principais irregularidades que estão relacionadas com os componentes de esgotamento sanitário e drenagem urbana, consistem em informações essenciais para auxiliar no diagnóstico das áreas do PSAM – Plano de Segurança do Abastecimento de Água nos Morros da Zona Norte do Recife. A identificação das principais formas de destino dos efluentes domésticos, que consistem em fossas rudimentares e, o conhecimento dos principais locais em que não há presença de rede de drenagem urbana, poderá possibilitar estudos acerca da implementação de medidas de mitigação para melhoramento dos referidos serviços de saneamento no âmbito da gestão urbana e ambiental.

A realização da análise de agrupamentos indicou que a implementação de possíveis medidas de intervenção pode ser realizada com um planejamento e logística que considere os agrupamentos de bairros gerados. Assim, bairros como Cajueiro e Porto da Madeira, em geral, são enquadrados em grupos separados dos demais, dependendo do indicador que compõem o

equacionamento do ISA, outros bairros como Brejo da Guabiraba, Beberibe e Passarinho, são enquadrados em outros grupos. Diante disso, foi evidenciado que há características estatisticamente mais similares entre os referidos bairros, que podem direcionar medidas de mitigação análogas para os mesmos, otimizando o processo de gerenciamento.

Nesta perspectiva, integrando as condições sanitário-ambientais constatadas na área de estudo, juntamente com os objetivos da Política Nacional de Saneamento Básico, pode-se traçar uma gestão mais eficiente e concentrada. Dessa forma, a partir dos resultados, se indica que o planejamento das questões urbanas, sociais, ambientais e econômicas das áreas de morros da zona Norte do Recife, devem priorizar inicialmente os serviços de despejo de efluentes domésticos e manejo de águas pluviais, que mais causam problemáticas para a população na área. Ademais, as soluções devem considerar o relevo acidentado e os fatores socioambientais e econômicas da área, que contribuem para o desenvolvimento do local e o crescimento urbano espontâneo.

Portanto, os resultados obtidos acerca da zona Norte do Recife, servem como base para a elaboração e estudos envolvendo atualizações no plano diretor, plano de drenagem urbana e plano de saneamento básico para o município. Sendo assim, torna-se nítido que estes dados são essenciais para auxílios na gestão pública, principalmente no que concerne as questões de saneamento ambiental e do desenvolvimento urbano do município.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA FAPESP. Ação humana nas encostas é a maior causa de deslizamentos. **Agência FAPESP**, 2018. Disponível em: <<https://agencia.fapesp.br/acao-humana-nas-encostas-e-a-maior-causa-de-deslizamentos/27406/>>; Acesso em: 10 jan. 2022.
- ALHEIROS, M. **Riscos de escorregamento da região metropolitana do Recife**. 111f. Tese doutorado em geologia). Universidade Federal da Bahia, Bahia. Salvador, 1998.
- ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. A. A.; BITOUN, J.; GONÇALVES, E. M. & MEDEIROS, S. M. G. M. (Coords). **Diagnóstico Ambiental, Urbanístico e Social dos Morros - Programa Viva o Morro**. Fundação de desenvolvimento municipal (Pernambuco), Recife. 2003.
- ALMEIDA, M. A. P.; ABIKO, A. K. Indicadores de Salubridade Ambiental em favelas localizadas em áreas de proteção aos mananciais: O caso da favela Jardim Floresta. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000. 28 p.
- ALMEIDA, A.; BELO, C. G. Solução exige uma década. **Gazeta do Povo**, 2011. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/solucao-exige-uma-decada-ebrow559248fqpt0aernt6q8e/>>. Acesso em: 09 jan. 2022.
- ANDREAZZI, M. A. R.; BARCELLOS, C.; HACON, S. Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde. **Rev Panam Salud Pública**, v. 22, n 03, p. 211-217, 2007.
- ARAÚJO, T. B.; ARAÚJO, T. P. **Recife: desenvolvimento e desigualdade**. Desenvolvimento Humano no Recife, Atlas municipal. Prefeitura do Recife, 2005.
- ARCHELA, R. S.; THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. **Confins**, v.3, 2008. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/pesquisa_geografia_fisica/Construcao_LeituredMapas.pdf>. Acesso em 16 nov. 2021.
- BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.
- BATISTA, M. E. M. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para gestão urbana baseado em indicadores ambientais**. 2005. 1-6 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2005.
- BEM, J. S. D.; GIACOMINI, N. M. R.; WAISMANN, M. **Utilização da técnica da análise de clusters ao emprego da indústria criativa entre 2000 e 2010: estudo da Região do Consinos**. RS. Interações (Campo Grande), 16(1), 27-41, 2015.

BENÍCIO, M. H. A.; MONTEIRO, C. A. Tendência secular da doença diarreica na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 6, p. 83-90, 2000.

BERNARDES, C.; BERNARDES, R. S.; GÜNTHER, W. M. R. Proposta de índice de salubridade ambiental domiciliar para comunidades rurais: aspectos conceituais e metodológicos. **Eng Sanit Ambient**, v.23, n.4, jul/ago 2018, p. 697-706.

BRASIL. Constituição, 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de outubro de 1988.

BRASIL. **Lei Federal nº 11445, de 5 de fevereiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BRASIL. **Plano de Saneamento Básico Participativo: elabore o Plano de saneamento de sua cidade e contribua para melhorar a saúde e o meio ambiente do local onde você vive**. 2ª ed. Brasília – DF: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011.

BRASIL. 2013a. Ministério das Cidades. **O Saneamento Básico no Brasil: Aspectos Fundamentais**. Programa Nacional de Capacitação das Cidades: Curso a Distância – Planos de Saneamento Básico. Brasília: Ministério das Cidades, 2013a. Módulo 1. p. 13.

BRASIL. 2013b. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania**. Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. p. 173. Brasília, 2013b.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>. Acesso em 16 nov. 2021.

BRUSCHI, D. M.; RIBEIRO, M. A.; PEIXOTO, M. C. D.; SANTOS, R. C. S.; FRANCO, R. M. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. v. 1. 3ª ed. Belo Horizonte – MG: Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEMA, 2002.

CABRAL, A. C. **Indicador de Salubridade Ambiental relacionado ao consumo de energia e água em municípios limieiros e não limieiros ao Lago de Itaipu da Bacia Hidrográfica do Paraná III**. 69 f. Dissertação (Engenharia em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.

CAMINO, M. E. **Jurisgaia: a ética jurídico-ambiental**. In: FIGUEIREDO, G. J. P. (Org.). Temas de direito ambiental e urbanístico. São Paulo: Max Limonad, 1998.

CARVALHO, V. M. **O direito do saneamento básico**. São Paulo: Quartier Latin, 2010. p. 113.

CARVALHO, S. A. O direito fundamental ao saneamento básico como garantia do mínimo existencial social e ambiental. **Revista Brasileira de Direito**, v. 8, n. 2, p. 6–37, 2012.

CASAGRANDE, A. E. SOUZA, E. B. C. O espaço e a demografia: o planejamento regional em perspectiva nas margens paranaenses do Lago de Itaipu. **Sociedade e Território**, Natal, v. 24, n. 1, p. 2-27, 2012.

CASTRO, J. **Sete palmos de terra e um caixão**. Ensaio sobre o Nordeste: Uma área explosiva. São Paulo: editora Brasiliense, 1967.

COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento. **Controle de qualidade**. 2017. Disponível em: <<https://servicos.compesa.com.br/control-de-qualidade/>>. Acesso em: 10 out. 2021.

COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento. **Calendário para abastecimento**. 2021. Disponível em: <<https://servicos.compesa.com.br/calendario-de-abastecimento-da-compesa/>>. Acesso em: 09 out. 2021.

CONESAN - Conselho Estadual de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Indicador de Salubridade Ambiental, ISA**. Manual de Orientação Técnica. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), 1999.

COSTA, R. V. F. **Desenvolvimento do Índice de Salubridade Ambiental (ISA) para comunidades rurais e sua aplicação e análise nas comunidades de Ouro Branco - MG**. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

COSTA, A. M.; PUGLIESI, E. Análise dos manuais para elaboração de planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos. **Eng Sanit Ambient**, v. 23, n. 3, p. 509-516, maio-jun, 2018.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

DALL'AGNOL, A. L. B. **Panorama da prevalência de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Rio Grande do Sul e sua correlação com indicadores de saneamento**. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. No Recife, um terço da população vive em áreas de morro. **Diário de Pernambuco**, 2019. Disponível em: <<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2019/07/no-recife-1-3-da-populacao-vive-em-areas-de-morro.html>>. Acesso em: 01 fev. 2022.

DIAS, M.C. **Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: estudo em Salvador, Bahia**. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

DINIZ, F. R. Ordenamento territorial urbano e controle de riscos ambientais. A gestão da drenagem urbana no caso do Programa “Viva o morro” no Recife, Brasil. In: GARCÍA, J. G.;

DELGADILLO, J. D.; FIGUEIREDO, F. F (Org.). *Territorios y sociedades en un mundo en cambio: Miradas desde Iberoamérica*. El Colegio de Tlaxcala, A.C., Universidad Nacional Autónoma de México, CRIM. 2014.

DUARTE, A. D. **Indicador de salubridade ambiental para avaliação de áreas urbanas: um estudo de caso no Agreste Pernambucano**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, 2018.

EVERITT, B. S. **Cluster Analysis**. 3 ed., London: Arnold, 170 p., 1995.

FIGUEIREDO, I. C. S.; MIYAZAKI, C. K.; MADRID, F. J. P. L.; DUARTE, N. C.; MAGALHÃES, T. M.; TONETTI, A. L. Fossa absorvente ou rudimentar aplicada ao saneamento rural: solução adequada ou alternativa precária? **Revista DAE**, núm. 220, vol. 67, São Paulo, Edição Especial - Novembro 2019.

FONSÊCA, D. N.; CORRÊIA, A. C.; SILVA, A. C. Compartimentação Geomorfológica da Região Metropolitana do Recife (RMR) a Partir da Análise Morfoestrutural. **Revista GEO UFRJ**, p. 201-219, 2016.

FOULCALT, M. **O nascimento da medicina social**. In: *Microfísica do poder*. Org. e trad. Roberto Machado. 7 ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1992. p.79-98.

FREI, F. *Introdução à Análise de Agrupamentos: Teoria e prática*. São Paulo: Editora UNESP, 2006.

FREIRE, S. F. **Abastecimento de Água e Saneamento na Comunidade de Países de Língua Portuguesa**. Lisboa, 2012. Dissertação (mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Ambiente, Universidade Técnica de Lisboa, 2012.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3ª ed. rev. Brasília: FUNASA, 2004.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado**. Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010. 246 p. il

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 4ª ed. rev. Brasília: FUNASA, 2015.

GAMA, J. A. S. **Índice de salubridade ambiental em Maceió aplicado a bacia hidrográfica do riacho Reginaldo em Maceió/AL**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2013.

GONÇALVES, K. O.; FERNANDES, L. L.; GIRARD, L. Diagnóstico do serviço de abastecimento de água na percepção do usuário no município de Barcarena – Pará. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v.14, n.1, Jan-Abr. 2015, p20-25.

GOMES, J. H.; SILVA, T. L. V.; GUERRA, E. R.; ANASTACIO, D. T. S. Ocupação em Área de Risco de Deslizamentos no Córrego do Jenipapo, Recife, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 03 (2012) 524-539. ISSN:1984-2295.

GUIMARÃES, L. **Introdução à formação do Nordeste: da articulação comercial à integração produtiva**. Recife: Editora Massangana, Fundação Joaquim Nabuco, 1989.

HAIR JR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise Multivariada de Dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, vol. 4, issue 1, art. 4: 9pp. 2001.

HELLER, L. **Saneamento e saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde, 1997. 97p.

HUTTON, G. **Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage**. World Health Organization 2012. Disponível em: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/globalcosts.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico do Brasil: Recife**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados Aglomerados por Setores Censitários: Pernambuco**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas do Censo Demográfico**. 2022. Disponível em: <[https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/glossario.html#:~:text=Aglomerado%20subnormal%20\(favelas%20e%20similares,carentes%2C%20em%20sua%20maioria%2C%20de%202010](https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/glossario.html#:~:text=Aglomerado%20subnormal%20(favelas%20e%20similares,carentes%2C%20em%20sua%20maioria%2C%20de%202010)>. Acesso em: 20 jan. 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Estudo Benefícios Econômicos e sociais da expansão do Saneamento no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficios-ecosocio/relatorio-completo.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

JACOBI, P. R.; PAZ, M. G. A.; SANTOS, I. P. O. (org.). **Metodologias para o fortalecimento do controle social no saneamento básico**. 5. ed. São Paulo: USP, 2016. p. 52.

JOLY, F. **A cartografia**. Campinas/São Paulo: Papyrus, 1990.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública – RAP**. Rio de Janeiro 45(2):331-48, mar./abr. 2011.

LIMA, S. M. S. A., LOPES, W. G. R., & FAÇANHA, A. C. (2019). Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2019, 11, e20180037.

MACCARINI, M. B.; HENNING, E. Indicadores de Salubridade Ambiental: Uma análise sistemática. **SCIENTIA CUM INDUSTRIA**, V. 6, N. 3, PP. 44 — 49, 2018.

MACHADO C. J. S.; MIAGOSTOVICH M. P.; LEITE J. P. G.; VILANI, R. M. Promoção da relação saúde-saneamento-cidade por meio da Virologia Ambiental. **Revista de Informação Legislativa**. 2013; 50(199):321-345.

MARICATO, E. **Metrópole na periferia do capitalismo: ilegalidade, desigualdade e violência**. In: GONÇALVES, M. F. (org.). O novo Brasil urbano, impasse, dilemas, perspectiva. Porto Alegre: Editora Mercado Aberto, 1995.

MARICATO, E. **Brasil, cidades: uma alternativa para a crise urbana**. 3ª ed., vol. 1. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

MARTINETTI, T. H. **Análise das Estratégias, Condições e Obstáculos para Implantação de Técnicas mais Sustentáveis para Tratamento Local de Efluentes Sanitários Residenciais. Caso: Assentamento Rural Sepé-Tiaraju, Serra Azul – SP**. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos (UFSC). São Carlos, 2009.

MASSA, K. H. C.; CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Saneamento básico e saúde autoavaliada nas capitais brasileiras: uma análise multinível. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Montes Claros, v. 23, ed. 200050, 2020.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. pp. 297.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) ISBN 85-334-1240-1.

MIRANDA, E. C. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. In: GALVÃO JÚNIOR, A. C; SILVA, A. C. (Editores). Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2ª ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

MORAES, L. R. S. Acondicionamento e Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares e Impacto na Saúde de Crianças Residentes em Assentamentos Periurbanos de Salvador, Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, n.23, sup. 4, p. S643-S649, 2007.

MORAES, L. R. S.; Silva, A. G. L. S.; Dias Neto, A. A.; Borja, P. C.; Prudente, A. A.; Rocha, L. S. **Análise situacional do déficit em saneamento básico**. Brasília: Ministério das Cidades / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014. 340 p. (Panorama do Saneamento Básico no Brasil, v.2).

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

NERI, G.L.T. **Saneamento ambiental: uma deficiência na Ilha do Ouro, semi-árido de Sergipe**. 415 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2005.

NERI, M. **Os emergentes dos emergentes: reflexões globais e ações locais para a nova classe média brasileira**. Rio de Janeiro: Centro de Políticas Sociais – Fundação Getulio Vargas, 2011.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Manual da Classificação Estatística Internacional de Doenças, Lesões e Causas de Óbitos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1985. ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE (OPAS).

PAULA, E. S.; BOTELHO, T. L. M.; BARBOZA, A. D. Manejo de resíduos sólidos: a coleta no bairro do Morro da Conceição - Recife/PE. In: SEABRA, G.; MENDONÇA, I (Orgs.). Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011. V. 4 1.633 p.: il.

PECCATIELLO, A. F. O. Políticas públicas ambientais no Brasil: da administração dos recursos naturais (1930) à criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (2000). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 24, p. 71-82, jul./dez. 2011. Editora UFPR.

PEIXOTO, F. S.; FELIX NETO, J. M.; GOMES, I. N.; DIAS, G. H. Índice de saneamento ambiental da área urbana do Município de Mossoró – RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n.06 (2018) 2130-2139.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/FAPESP, 1999.

PEREIRA, L. H. C. **O desafio da universalização do saneamento básico no Brasil e a contribuição da participação popular para a sua efetividade**. 150 f. Dissertação (Mestrado em Direito Político e Econômico) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2021.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; MAGLIO, I. C. **Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos**. In: Educação ambiental e sustentabilidade; editores Arlindo Philippi Jr. e Maria Cecília Focesi Pelicioni [S.l: s.n.], 2014.

PINTO, L. P.; CABRAL, A. C.; PERISSATO, S. M.; AZEVEDO, K. D.; FRIGO, J. P.; FRIGO, E. P. Salubridade ambiental do município de São Pedro do Iguaçu – PR. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 55-64, 2014

PLANTÃO AMAZONENSE. Manaus está entre as 5 piores cidades em saneamento básico do país. **Plantão Amazonense**, 2018. Disponível em: <<https://www.plantaoamazonense.com/manaus-esta-entre-as-5-piores-cidades-em-saneamento-basico-do-pais/>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

PREFEITURA DO RECIFE. Secretaria de Saúde. **Unidades Básica de Saúde**. 2019. Disponível em: <<http://dados.recife.pe.gov.br/dataset/unidades-basica-de-saude>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

PREFEITURA DO RECIFE. Secretaria de Saúde. **Casos de Dengue, Zica e Chikungunya em 2020**. 2020. Disponível em: <<http://dados.recife.pe.gov.br/el/dataset/casos-de-dengue-zika-e-chikungunya>>. Acesso em: 05 out. 2021.

PREFEITURA DO RECIFE. **Perfil dos bairros**. 2021a. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/servico/perfil-dos-bairros>>. Acesso em: 18 out. 2021.

PREFEITURA DO RECIFE. **Mapa de Ecopontos e Ecoestações**. 2021b. Disponível em: <http://www.ecorecife.recife.pe.gov.br/ecolocais?field Equipamento_de_coleta_tid=14>. Acesso em: 15 out. 2021.

PREFEITURA DO RECIFE. **Alerta de Chuva Via SMS**. 2021c. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/servico/alerta-de-chuva-sms>>. Acesso em: 05 out. 2021.

RAUPP, L.; CUNHA, G. M.; FÁVARO, T. R.; SANTOS, R. V. Saneamento básico e desigualdades de cor/raça em domicílios urbanos com a presença de crianças menores de 5 anos, com foco na população indígena. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, ed. 58518, 2019. Supl. 3.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG. 310 p. 2002.

ROCHA, J. L. S. **Indicador Integrado de Qualidade Ambiental, Aplicado à Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Jiquiriçá - BA**. 99 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008.

RONDÔNIA AO VIVO. Vergonha: Porto Velho segue como pior capital em saneamento no Brasil. **Rondônia ao Vivo**, 2019. Disponível em: <<https://rondoniaovivo.com/geral/noticia/2019/06/23/vergonha-porto-velho-segue-como-pior-capital-em-saneamento-no-brasil.html>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

RUBIO JUNIOR, P. (2011) **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental no Conjunto Habitacional Buba - Foz do Iguaçu – PR**. 103 f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) - União Dinâmica de Faculdade Cararatas, Foz do Iguaçu.

SALLES, M. J. **Política nacional de saneamento: percorrendo caminhos em busca da universalização**. Tese (Doutorado): Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. 185 f. Rio de Janeiro, 2009.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SANTOS, R. M. **A utilização do indicador de Salubridade Ambiental – ISA como Ferramenta de Planejamento Aplicado à cidade de Aquidauana/MS**. Dissertação de

Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Aquidauana – MS, 2008.

SANTOS, R. F.; CABRAL, A. C.; FRIGOL, E. P.; BASTOS, R. K.; PLACIDO, H. F.; PINTO, L. P. Aplicação de indicadores no município de Palotina- Pr. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9(1): 84-89, 2015.

SANTOS, F. F. **Adaptação do indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para análise do saneamento básico na cidade de Brejo Grande/SE**. Dissertação (mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2016.

SANTOS, O.; GOMES, E. T. A. A questão do desenvolvimento e os desdobramentos recentes do processo de fragmentação do espaço urbano em Recife/PE – o caso do “projeto novo Recife”. **Bol. Goia. Geogr. (Online)**. Goiânia, v. 36, n. 2, p. 379-398, maio/ago. 2016.

SANTOS, F. F. S.; DALTRO FILHO, J.; MACHADO, C. T.; VASCONCELOS, J. F.; FEITOSA, F. R. S. O Desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.4, n.1. 241-251p., 2018.

SANTOS, T. A.; MORAES. L. R. S.; LARREA-KILLINGER, C. Percepção do racismo estrutural no acesso ao serviço público de abastecimento de água no bairro negro Rua Nova, em Feira de Santana-Bahia. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (Gesta)**, v. 9, n. 3, p. 108 - 123, 2021.

SCHLEE, M. B. Ocupação de encostas urbanas: algumas considerações sobre resiliência e sustentabilidade. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 15, n. 29, pp. 241-264, jan/jun 2013.

SCOTT, R.; COTTON, A.P.; GOVINDAN, B. **Sanitation and the Poor**. Loughborough. Londres e Delft: WELL Resource Centre. 2003.

SILVA, N. V. S. **As condições de Salubridade Ambiental das Comunidades Periurbanas da Bacia do Baixo Gramame: Diagnóstico e Proposição de Benefícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal da Paraíba, Paraíba. 2006.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Série histórica**. S.d. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-seriehistorica>>. Acesso em: jan. 2022.

SOUSA, A. **Do Mocambo à Favela Recife 1920 – 1990**. João Pessoa – PB. Editora Universitária 1. UFPB, 2003.

SOUSA, I. **Regularização fundiária das “Terras de Ninguém”: A Semi-Formalização em novas bases**. Dissertação (Mestrado) Recife – PE. UFPE, 2005.

SOUZA, M. C. C. A. **Análise das Condições de Salubridade Ambiental Intra-Urbana em Santa Rita – PB**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2010.

SOUZA, C. M. N.; FREITAS, C. M. A produção científica sobre saneamento: uma análise na perspectiva da promoção da saúde e da prevenção de doenças. **Eng Sanit Ambient.** v.15 n.1, jan/mar 2010, p. 65-74.

SNOW, J. **Sobre a maneira de transmissão do cólera.** Editora HUCITEC, ISBN: 9788527101325. Rio de Janeiro, 1999. 188 p.

STANGANINI, F. N.; LOLLO, J. A. O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, 2018, 10(Supl. 1), 118-128.

TEIXEIRA, S. F.; MELO, G. V.; LUZ, G. C. B. Coleta e tratamento de esgoto dos municípios de grande porte da Região Metropolitana do Recife: ameaça à saúde pública. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.2, p.4391-4400 mar./apr 2021.

TOMÉ, L. M. **Infraestrutura de saneamento na Região Nordeste: situação atual e perspectivas.** Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. Banco do Nordeste, 2017.

VALVASSORI, M. L.; ALEXANDRE, N. Z. Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, nº 25 – set. 2012. ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478.

VERDE, V. G. R. V.; SANTOS, A. C. Riscos geológicos urbanos nos morros da cidade de Recife – Pernambuco. **Revista de Geografia (Recife)**. V. 36, n. 3, 2019. ISSN 0104-5490.

VIANA, A. P. **Relação dos indicadores de salubridade ambiental com a saúde e sustentabilidade pública no município de Itapemirim/ES.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Saúde Pública e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2013.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática.** Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. 215p.

WARTCHOW, D. Ex-diretores se mobilizam contra privatização do DMAE de Porto Alegre. [Entrevista concedida ao] *Aqua*. **Aqua**, 11 ago. 2017.

WESTPHAL, M. F. **Promoção da saúde e prevenção de doenças.** In: CAMPOS, G. W. S.; SOUZA, E. R. Tratado de Saúde Coletiva. São Paulo: HUCITEC; Rio de Janeiro, Ed. Fiocruz, 2006.

WHO. **World Health Organization.** 2015. Water sanitation and hygiene in health care facilities: status in low and middle-income countries and way forward, Geneva. 1-35.

WILL, J.; BRIGGS, D. Developing Indicators for Environment and Health. **World Health Statistics Quarterly**, v. 48, n. 2, p. 155-163, 1995.

ZACHI, L.; PASSINI, A. F. C.; DEMARCO, J. O.; CADORE, J. S. Aplicação do indicador de salubridade ambiental (ISA) no município de Frederico Westphalen – RS. **Revista DAE**. São Paulo, v. 68, n 224, pp. 184-198, jul-set 2020.

ZANCUL, J. D. S. Direitos Humanos à Água e ao Saneamento e a Política de Saneamento Básico no Brasil. **Cad. Ibero-Amer. Dir. Sanit.** Brasília, v.4, n.2, p.23-46, 2015.